

Aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig–Maximilians–Universität München

Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik

Arbeit angefertigt unter der Leitung von

Prof. Dr. Ellen Kienzle

**Untersuchungen zur Körperzusammensetzung  
von  
Schlangen**

Inaugural–Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig–Maximilians–Universität München

von  
Annita Eberle  
aus München

München 2007

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Prof. Dr. Kienzle

Korreferent(en): Prof. Dr. Korbel

Tag der Promotion: 9. Februar 2007

**für Chu-ying**



## Inhalt

Abkürzungsverzeichnis .....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	IX
Abbildungsverzeichnis.....	XIII
<b>I. EINLEITUNG .....</b>	<b>15</b>
<b>II. SCHRIFTTUM.....</b>	<b>16</b>
<b>1. Systema naturae .....</b>	<b>16</b>
1.1 Entwicklung und Systematik der Schlangen .....	16
<b>2. Anatomische Daten von Schlangen .....</b>	<b>21</b>
2.1 Aufbau des Schlangenkörpers .....	21
2.1.1 Skelettsystem .....	21
2.1.2 Wachstum und Körpergröße .....	22
2.2 Aufbau der inneren Organe.....	23
2.2.1 Lunge .....	23
Gastrointestinaltrakt (GIT) .....	24
2.2.3 Nieren.....	26
2.2.4 Leber .....	28
2.2.5 Fettkörper .....	28
2.2.6 Herz.....	29
2.3 Aufbau der Haut .....	30
<b>3. Fütterung und Ernährung von Schlangen .....</b>	<b>32</b>
3.1 Nahrung von Schlangen.....	32
3.2 Ernährungsphysiologie.....	32
<b>4. Körperzusammensetzung von Schlangen.....</b>	<b>35</b>
4.1 Rohnährstoffe.....	35
4.2 Mengen- und Spurenelemente.....	37
<b>5. Pathologische Daten von Schlangen .....</b>	<b>39</b>
5.1 Erkrankungen durch Fütterungsfehler.....	39
5.1.1 Adipositas, Fettleber und Legenot.....	39
5.1.2 Gicht.....	39
5.1.3 Vitaminmangelerkrankungen.....	40

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>41</b>
<b>1. Studienziel .....</b>	<b>41</b>
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>41</b>
2.1 Art des Untersuchungsmaterials .....	41
2.2 Vorbereitung des Untersuchungsmaterials .....	44
2.2.1 Sektion .....	44
2.2.2 Trocknung und Zerkleinerung.....	45
2.2.3 Vorentfettung.....	47
2.2.4 Vorbereitung der Knochen.....	47
2.2.5 Vorbereitung der Lebern.....	48
2.2.6 Vorbereitung der Haut .....	49
2.3 Weitergehende Untersuchungen.....	49
2.3.1 Prüfparameter für den Ganzkörper abzüglich Leber (=Restkörper; RK).....	49
2.3.2 Prüfparameter für die Leber .....	50
2.3.3 Prüfparameter für die Haut .....	50
2.3.4 Prüfparameter für die Knochen .....	51
2.4 Analysenmethoden.....	51
2.4.1. Roh Nährstoffbestimmung .....	51
2.4.1.1 Die Trockensubstanz (TS).....	51
2.4.1.2 Rohasche (Ra).....	52
2.4.1.3 Rohprotein (Rp) .....	52
2.4.1.4 Rohfett (Rfe) .....	53
2.4.2 Fettsäurebestimmung.....	54
2.4.3 Mineralstoffbestimmung .....	54
2.4.3.1 Kalzium, Natrium und Kalium .....	55
2.4.3.2 Phosphor .....	55
2.4.3.3 Kupfer, Zink, Magnesium und Eisen.....	56
2.4.3.4 Selen.....	57
2.4.4 Bestimmung der Knochendichte.....	57
2.5 Darstellung der Ergebnisse .....	58
2.6 Statistische Prüfung .....	58
<b>IV. ERGEBNISSE .....</b>	<b>59</b>
<b>1. Sektionsergebnisse .....</b>	<b>59</b>

## Inhaltsverzeichnis

---

1.1 Herkunft.....	59
1.2 Körpermaße, -gewichte .....	60
1.2.1 Körpergewicht .....	60
1.2.2 Körperlänge / Schnauzen-Kloaken-Länge.....	61
1.2.3 Verhältnisse zwischen einzelnen Körpermaßen.....	62
1.2.4 Maulbreite / Schnauzenspitzen-Maulwinkel-Länge .....	63
1.2.5 Verhältnis zwischen Körper- und Maulmaßen .....	64
1.3 Ernährungszustand und Fettkörperanteil .....	65
1.3.1 Ernährungszustand .....	65
1.3.2 Fettkörper .....	66
1.4 Gastrointestinaltrakt (GIT).....	67
1.4.1 Ösophagus .....	67
1.4.2 Magen .....	67
1.4.3 Darm.....	67
1.5 Innere Organe .....	68
1.5.1 Leber und Gallenblase .....	68
1.5.2 Nieren.....	70
1.5.3 Herz.....	70
1.6 Haut.....	70
1.7 Pathologische Befunde .....	70
<b>2. Analyseergebnisse .....</b>	<b>72</b>
2.1 Gesamtkörper (GK).....	72
2.1.1 Rohnährstoffe des Ganzkörpers.....	72
2.1.1.1 Trockensubstanz (TS) .....	72
2.1.1.2 Rohprotein (Rp) .....	73
2.1.1.3 Rohfett (Rfe) .....	73
2.1.1.4 Rohasche (Ra).....	74
2.1.2 Mengenelemente im Gesamtkörper .....	75
2.1.2.1 Kalzium (Ca).....	75
2.1.2.2 Phosphor (P).....	76
2.1.2.3 Natrium (Na) .....	77
2.1.2.4 Kalium (K).....	78
2.1.2.5 Magnesium (Mg).....	78
2.1.3 Spurenelemente im Gesamtkörper.....	79
2.1.3.1 Eisen (Fe) .....	79

## Inhaltsverzeichnis

---

2.1.3.2 Kupfer (Cu) .....	80
2.1.3.3 Zink (Zn) .....	81
2.1.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen im Gesamtkörper .....	81
2.1.4.1 Kalzium und Phosphor.....	81
2.1.4.2 Kalzium und Magnesium .....	83
2.1.4.3 Eisen und Kupfer .....	83
2.2 Restkörper (Ganzkörper abzüglich Leber) .....	84
2.2.1 Rohnährstoffe des Restkörpers .....	84
2.2.1.1 Trockensubstanz (TS) .....	84
2.2.1.2 Rohprotein (Rp) .....	84
2.2.1.3 Rohfett (Rfe) .....	85
2.2.1.4 Rohasche (Ra).....	85
2.2.2 Mengenelemente im Restkörper .....	85
2.2.2.1 Kalzium (Ca).....	85
2.2.2.2 Phosphor (P).....	86
2.2.2.3 Natrium (Na) .....	86
2.2.2.4 Kalium (K) .....	86
2.2.2.5 Magnesium (Mg).....	87
2.2.3 Spurenelemente im Restkörper .....	87
2.2.3.1 Eisen (Fe) .....	87
2.2.3.2 Kupfer (Cu) .....	88
2.2.3.3 Zink (Zn) .....	88
2.2.3.4 Selen (Se).....	88
2.2.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen im Restkörper .....	89
2.2.4.1 Kalzium und Phosphor.....	89
2.2.5 Fettsäuremuster im Restkörperfett .....	89
2.3. Leber .....	90
2.3.1 Rohnährstoffe der Leber.....	90
2.3.1.1 Trockensubstanz (TS) .....	90
2.3.1.2 Rohfett (Rfe) .....	90
2.3.1.3 Rohasche (Ra).....	91
2.3.2 Mengenelemente der Leber .....	92
2.3.2.1 Kalzium (Ca).....	92



## Inhaltsverzeichnis

---

2.3.2.2 Phosphor (P).....	92
2.3.3.3 Natrium (Na) .....	93
2.3.3.4 Kalium (K).....	94
2.3.3.5 Magnesium (Mg).....	94
2.3.3 Spurenelemente der Leber .....	95
2.3.3.1 Eisen (Fe) .....	95
2.3.3.2 Kupfer (Cu) .....	96
2.3.3.3 Zink (Zn) .....	97
2.3.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen in der Leber .....	98
2.3.4.1 Kalzium und Phosphor.....	98
2.3.4.2 Eisen und Kupfer .....	99
2.3.4.3 Zink und Kupfer .....	99
2.3.5 Die Spurenelementzusammensetzung in Abhängigkeit vom Ernährungszustand .....	100
2.4. Haut.....	101
2.4.1 Rohnährstoffe der Haut .....	101
2.4.1.1 Trockensubstanz (TS) .....	101
2.4.1.2 Rohprotein (Rp) .....	101
2.4.1.3 Rohfett (Rfe) .....	102
2.4.1.4 Rohasche (Ra).....	102
2.4.2 Mengenelemente der Haut .....	103
2.4.3 Spurenelemente der Haut .....	103
2.4.3.1 Selen (Se).....	103
2.4.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen in der Haut .....	104
2.4.4.1 Kalzium und Phosphor.....	104
2.5. Knochen .....	105
2.5.1 Rohnährstoffe .....	105
2.5.1.1 Trockensubstanz (TS) .....	105
2.5.1.2 Rohfett (Rfe) .....	105
2.5.1.3 Rohasche (Ra).....	106
2.5.2 Mengenelemente.....	107
2.5.2.1 Kalzium (Ca).....	107
2.5.2.2 Phosphor (P).....	107
2.5.2.3 Natrium (Na) .....	108

## Inhaltsverzeichnis

---

2.5.2.4 Kalium (K) .....	108
2.5.2.5 Magnesium (Mg).....	109
2.5.3 Spurenelemente .....	110
2.5.3.1 Eisen (Fe) .....	110
2.5.3.2 Kupfer (Cu) .....	110
2.5.3.3 Zink (Zn) .....	111
2.5.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen im Knochen.....	112
2.5.4.1 Kalzium und Phosphor.....	112
2.5.5 Knochendichte.....	112
<b>V. DISKUSSION .....</b>	<b>113</b>
<b>1. Kritik der Methodik.....</b>	<b>113</b>
1.1 Art des Probenmaterials.....	113
1.2 Zustand der Tierkörper vor der Sektion.....	114
1.3 Sektion und Präparation der Schlangenkörper .....	115
1.4 Messungen.....	117
<b>2. Besprechung der Ergebnisse .....</b>	<b>118</b>
2.1 Sektionsergebnisse .....	118
2.1.1 Körpermaße .....	118
2.1.2 Ernährungszustand und Fettkörperanteil.....	119
2.1.3 Gastrointestinaltrakt (GIT) .....	120
2.1.4 Leber .....	122
2.1.5 Haut.....	122
2.1.6 Knochen .....	124
2.2 Analysenergebnisse .....	125
2.2.1 Rohnährstoffe .....	125
2.2.1.1 Trockensubstanz .....	125
2.2.1.2 Rohprotein .....	126
2.2.1.3 Rohfett .....	127
2.2.1.4 Rohasche.....	131
2.2.2 Mengenelemente.....	133
2.2.2.1 Kalzium .....	133
2.2.2.2 Phosphor .....	134
2.2.2.3 Natrium .....	134

## Inhaltsverzeichnis

---

2.2.2.4 Kalium .....	135
2.2.2.5 Magnesium .....	135
2.2.3 Spurenelemente .....	137
2.2.3.1 Eisen .....	137
2.2.3.2 Kupfer .....	139
2.2.3.3 Zink .....	141
2.2.3.4 Selen.....	143
<b>VI. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>146</b>
<b>VII. SUMMARY .....</b>	<b>148</b>
<b>VIII. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>150</b>
<b>IX. APPENDIX .....</b>	<b>163</b>
Danksagung .....	191

## Abkürzungsverzeichnis

---

### Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung	MIN	Minimum
bzw.	beziehungsweise	min.	Minuten
°C	Grad Celsius	n	Anzahl
Ca	Kalzium	Na	Natrium
ca.	circa	NaOH	Natronlauge
Cu	Kupfer	NPN	Non Protein Nitrogen
EZ	Ernährungszustand	Nr.	Nummer
Fe	Eisen	ng	Nanogramm
g	Gramm	P	Phosphor
GIT	Gastrointestinaltrakt	p	Dichte
H	Wasserstoff	Ra	Rohasche
h	Stunde(n)	Rfe	Rohfett
HCl	Salzsäure	Rp	Rohprotein
K	Kalium	Rw	Rohwasser
KGW	Körpergewicht	Se	Selen
kg	Kilogramm	s. u.	siehe unten
MAX	Maximum	Tab.	Tabelle
max.	maximal	TS	Trockensubstanz
Mg	Magnesium	uS	ursprüngliche Substanz
mg	Milligramm	Zn	Zink

### Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b> Rohnnährstoffzusammensetzung verschiedener Schlangenarten. Arithmetisches Mittel % $\pm$ Standardabweichung.....	35
<b>Tabelle 2</b> Fettsäuremuster % der Fettkörperlipide nach GRÜNBERG et al. (1975). .....	36
<b>Tabelle 3</b> Übersicht über die zoologische Einteilung, Anzahl und Geschlechterverteilung der untersuchten Schlangen. Männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht. ....	42
<b>Tabelle 4</b> Übersicht über die Unterarten, Anzahl, Verteilung des Geschlechts und der Altersgruppen der 23 untersuchten Boas. Anzahl (n)/männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht. ....	42
<b>Tabelle 5</b> Übersicht über die Unterarten, Anzahl, Verteilung des Geschlechts und der Altersgruppen der 31 untersuchten Pythons. Anzahl (n)/männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht. ....	42
<b>Tabelle 6</b> Übersicht über die Unterarten, Anzahl, Verteilung des Geschlechts und der Altersgruppen der 32 untersuchten Nattern. Anzahl (n)/männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht. ....	43
<b>Tabelle 7</b> Lebern von Kornnatterschlüpflingen ( <i>Pantherophis guttatus</i> ), gepoolt nach ihrer Herkunft. ....	49
<b>Tabelle 8</b> Die Verteilung des Körpergewichtes [g] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetisches Mittel [g] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n).....	60
<b>Tabelle 9</b> Übersicht über die Gesamtkörperlänge (KL) [cm] und die Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL) [cm] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetisches Mittel [cm] $\pm$ Standardabweichung (n) .....	61
<b>Tabelle 10</b> KGW/KL [g/cm] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/cm] $\pm$ Standardabweichung (n).....	62
<b>Tabelle 11</b> Das Verhältnis von Schnauzen-Kloaken-Länge zur Körperlänge % in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel % $\pm$ Standardabweichung (n).....	63
<b>Tabelle 12</b> Das Verhältnis von Maulbreite [cm] zur Schnauzenspitze-Maulwinkel-Länge [cm] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel $\pm$ Standardabweichung (n). ....	64
<b>Tabelle 13</b> Das Verhältnis von Maulbreite (MB) [cm] zur Körperlänge (KL) [cm] in Abhängigkeit von Gruppe und Geschlecht. Arithmetisches Mittel $\pm$ Standardabweichung (n). ....	64

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

---

<b>Tabelle 14</b> Das Verhältnis von Maulbreite (MB) [cm] zur Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL) [cm] in Abhängigkeit von Gruppe und Geschlecht. Arithmetisches Mittel $\pm$ Standardabweichung (n). .....	65
<b>Tabelle 15</b> Fettkörperanteil (FK) im Verhältnis zum Körpergewicht (KGW) der einzelnen Gruppen. Arithmetisches Mittel % $\pm$ Standardabweichung (n); mit entsprechendem Minimum (MIN) und Maximum (MAX) in %.....	66
<b>Tabelle 16</b> Prozentualer Anteil des Gastrointestinaltrakts (GIT) im Verhältnis zu Körpergewicht (KGW), Körperlänge (KL) und Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL). Arithmetisches Mittel % $\pm$ Standardabweichung (n); mit entsprechendem Minimum (MIN) und Maximum (MAX). .....	68
<b>Tabelle 17</b> Der prozentuale Anteil des Lebergewichtes am Körpergewicht in Abhängigkeit von Gruppe und Alter der Schlangen. Arithmetisches Mittel % $\pm$ Standardabweichung (n). .....	69
<b>Tabelle 18</b> Trockensubstanzgehalt des Gesamtkörpers [% uS] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [% uS] $\pm$ Standardabweichung (n). ....	72
<b>Tabelle 19</b> Rohfettgehalt [%TS GK] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [%TS GK] $\pm$ Standardabweichung (n). .....	73
<b>Tabelle 20</b> Rohaschegehalt [%TS GK] $\pm$ Standardabweichung (n) in Abhängigkeit vom Alter. ....	74
<b>Tabelle 21</b> Kalziumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). ...	76
<b>Tabelle 22</b> Phosphorgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). .....	77
<b>Tabelle 23</b> Natriumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). ...	77
<b>Tabelle 24</b> Kaliumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). ...	78
<b>Tabelle 25</b> Magnesiumgehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n).....	79
<b>Tabelle 26</b> Eisengehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). ...	79
<b>Tabelle 27</b> Kupfergehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). ...	80

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

---

<b>Tabelle 28</b> Zinkgehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). 81	81
<b>Tabelle 29</b> Kalzium-Phosphor-Verhältnis in der Trockensubstanz des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel $\pm$ Standardabweichung (n). .....	82
<b>Tabelle 30</b> Das Kalzium-Magnesium-Verhältnis in der Trockensubstanz des Gesamtkörpers, in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel $\pm$ Standardabweichung (n). .....	83
<b>Tabelle 31</b> Eisengehalt [mg/kg TS] im Restkörper in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	87
<b>Tabelle 32</b> Fettsäuremuster des Restkörperfettes (Angabe in %) der untersuchten Schlangen (MIN-MAX). .....	89
<b>Tabelle 33</b> Rohfettgehalt der Schlangenlebern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	90
<b>Tabelle 34</b> Rohnährstoffgehalte der Schlangenlebern. Arithmetisches Mittel [% uS] $\pm$ Standardabweichung (MIN-MAX; n). .....	91
<b>Tabelle 35</b> Kalziumgehalt [g/kg TS] in der Leber, in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n). .....	92
<b>Tabelle 36</b> Phosphorgehalt [g/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg uS] $\pm$ Standardabweichung (n). .....	93
<b>Tabelle 37</b> Natriumgehalt [g/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n). .....	93
<b>Tabelle 38</b> Kaliumgehalt [g/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	94
<b>Tabelle 39</b> Magnesiumgehalt [mg/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	95
<b>Tabelle 40</b> Eisengehalt [mg/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	96
<b>Tabelle 41</b> Kupfergehalt [mg/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	97
<b>Tabelle 42</b> Zinkgehalt [mg/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] $\pm$ Standardabweichung (n).....	97
<b>Tabelle 43</b> Kalzium-Phosphor-Verhältnis der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel $\pm$ Standardabweichung (n). .....	98

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

---

<b>Tabelle 44</b> Spurenelementzusammensetzung der Leber in Abhängigkeit vom Ernährungszustand (EZ). Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung. ....	100
<b>Tabelle 45</b> Rohnährstoffgehalt der Haut aller 11 untersuchten Schlangen. Arithmetisches Mittel [% uS] ± Standardabweichung (n). ....	102
<b>Tabelle 46</b> Mengenelemente der Haut. Arithmetisches Mittel [pro TS] ± Standardabweichung (n). ....	103
<b>Tabelle 47</b> Spurenelementgehalte der Haut. Arithmetisches Mittel [pro TS] ± Standardabweichung (n). ....	103
<b>Tabelle 48</b> Trockensubstanzgehalt [% uS] im Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% uS] ± Standardabweichung (n). ....	105
<b>Tabelle 49</b> Rohfettgehalt [% TS] im Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% TS] ± Standardabweichung (n). ....	106
<b>Tabelle 50</b> Rohaschegehalt [% TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% TS] ± Standardabweichung (n). ....	106
<b>Tabelle 51</b> Kalziumgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	107
<b>Tabelle 52</b> Phosphorgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	108
<b>Tabelle 53</b> Natriumgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	108
<b>Tabelle 54</b> Kaliumgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	109
<b>Tabelle 55</b> Magnesiumgehalt [mg/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	109
<b>Tabelle 56</b> Eisengehalt im Wirbelkörper [mg/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	110
<b>Tabelle 57</b> Kupfergehalt [mg/kg TS] im Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	111
<b>Tabelle 58</b> Zinkgehalt [mg/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung (n). ....	111
<b>Tabelle 59</b> Kalzium-Phosphor-Verhältnis in den Wirbelkörpern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel ± Standardabweichung (n). ....	112
<b>Tabelle 60</b> Knochendichte [g/cm <sup>3</sup> ] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/cm <sup>3</sup> ] ± Standardabweichung (n). ....	112



## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

---

<b>Tabelle 61</b> Das relative Gewicht des Gastrointestinaltrakts (GIT) in % zum Körpergewicht verschiedener Tierarten. ....	121
<b>Tabelle 62</b> Relatives Lebergewicht (g Leber / g Körpergewicht %) verschiedener Tierarten.....	123
<b>Tabelle 63</b> Rohrnährstoffgehalte im Ganzkörper verschiedener Tierarten.....	132
<b>Tabelle 64</b> Mengenelementgehalte im Ganzkörper verschiedener Tierarten. ....	136
<b>Tabelle 65</b> Zinkgehalt in der Leber verschiedener Tierarten. ....	142
<b>Tabelle 66</b> Spurenelementgehalt im Ganzkörper verschiedener Tierarten. ....	145

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> Die Taxonomie der in dieser Studie untersuchten Schlangen (farbig hinterlegt) nach HUBER (2005). ....	17
<b>Abbildung 2</b> Unterfamilie der in dieser Studie untersuchten Boas (Boinae), nach HUBER (2005). ....	18
<b>Abbildung 3</b> Unterfamilie der in dieser Studie untersuchten Pythons ( <i>Pythoninae</i> ), nach HUBER (2005). ....	19
<b>Abbildung 4</b> Unterfamilie der in dieser Studie untersuchten Land- und Baumnattern ( <i>Colubrinae</i> ), nach HUBER (2005). ....	20
<b>Abbildung 5</b> Skelett einer adulten Regenbogenboa ( <i>Epicrates cenchria cenchria</i> ). ....	22
<b>Abbildung 7</b> Schematische Zeichnung der Lage des GIT und der inneren Organe von Schlangen (nach SCHMIDT, 2001). ....	27
<b>Abbildung 8</b> Fettkörper eines Königpythons ( <i>Python regius</i> ). ....	29
<b>Abbildung 9</b> Schnitt durch die Haut und Epidermis eines Squamaten kurz vor der Häutung (GOSLOW, 2004). ....	31
<b>Abbildung 10</b> Visceralgicht mit deutlicher Ablagerung von Harnsäurekristallen in den Nieren einer Schlange. ....	40
<b>Abbildung 11</b> Sektionsprotokoll zur Studie. ....	46
<b>Abbildung 12</b> Herkunft der seziierten Schlangen (n=86). ....	59
<b>Abbildung 13</b> Körpergewicht [g] und Körperlänge [cm] aller Schlangen (n=86). ....	62
<b>Abbildung 14</b> Ernährungszustand untersuchter Schlangen (n=86). ....	66
<b>Abbildung 15</b> Absolutes Lebergewicht [g] und Körpergewicht [g] untersuchter Schlangen (n=78). ....	69
<b>Abbildung 16</b> Ätiologie der erhobenen Sektionsbefunde %. ....	71
<b>Abbildung 17</b> Prozentuale Verteilung der veränderten Organsysteme. ....	71

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

---

<b>Abbildung 18</b> Fettkörperanteil [% uS] und Rohfettgehalt [% uS] untersuchter Schlangen (n=26). .....	74
<b>Abbildung 19</b> Korrelation zwischen Trockensubstanzgehalt [% uS] und Rohaschegehalt [%uS]. .....	75
<b>Abbildung 20</b> Kalziumgehalt [g/kg TS GK] und Körpergewicht [g] untersuchter Schlangen (n=64). .....	76
<b>Abbildung 21</b> Eisengehalt [mg/kg TS GK] und Körpergewicht [g] untersuchter Schlangen (n=64). .....	80
<b>Abbildung 22</b> Kalzium- und Phosphorgehalt [g/kg TS] im Gesamtkörper untersuchter Schlangen (n=64). .....	82
<b>Abbildung 23</b> Eisen- und Kupfergehalt [mg/kg TS GK] untersuchter Schlangen (n=64). .....	84
<b>Abbildung 24</b> Eisen- und Kupfergehalt [mg/kg uS] untersuchter Schlangenlebern (n=63). .....	99
<b>Abbildung 25</b> Zink- und Kupfergehalt [mg/kg uS] untersuchter Lebern (n=63). .....	99
<b>Abbildung 26</b> Skelett einer Regenbogenboa ( <i>Epicrates cenchria cenchria</i> ) nach Einsatz von Speckkäfern ( <i>Dermestes maculatus</i> ) vor manueller Reinigung. ....	116
<b>Abbildung 27</b> Fettleber einer Kornnatter ( <i>Pantherophis guttatus</i> ). .....	130
<b>Abbildung 28</b> Königspython ( <i>Python regius</i> ) mit stark ausgeprägtem Fettkörper. ....	130

### I. Einleitung

Schlangen erfreuen sich wie andere Reptilien steigender Beliebtheit als Heimtiere. Für eine langfristige und erfolgreiche Haltung und Nachzucht dieser Tiere ist eine adäquate Ernährung eine wichtige Voraussetzung. Es existieren jedoch praktisch keine Bedarfswerte für diese oder andere Reptiliengruppen. Auch Angaben zur Körperzusammensetzung, die ja Hinweise auf eine bedarfsgerechte Fütterung geben kann, finden sich in der Literatur nur sporadisch. Zudem wurden Untersuchungen diesbezüglich bisher nur an Einzeltieren durchgeführt.

Obwohl Fütterungsfehler bei Schlangen eher selten sind, da ihnen in der Regel in Menschenobhut analog zu natürlichen Verhältnissen ganze Futtermittel zur Verfügung gestellt werden, ist es gerade für Schlangen die zwangsernährt oder per Sonde gefüttert werden müssen, wichtig, ihren Nährstoffbedarf zu kennen.

Ziel dieser Studie war es daher, Basiswerte zur Körperzusammensetzung von Schlangen zu erarbeiten. Aus diesen ersten Grunddaten der verschiedenen Altersstufen und Schlangenspezies lässt sich der Bedarf für verschiedene Nährstoffe faktoriell ableiten.

Neben den Analysen zur Körperzusammensetzung wurden auch anatomische Daten zu Organ- und Körpergrößen und Organ- und Körpergewichten erhoben, um für pathologische und weitergehende physiologische Untersuchungen Anhaltspunkte zu erhalten.

## II. Schrifttum

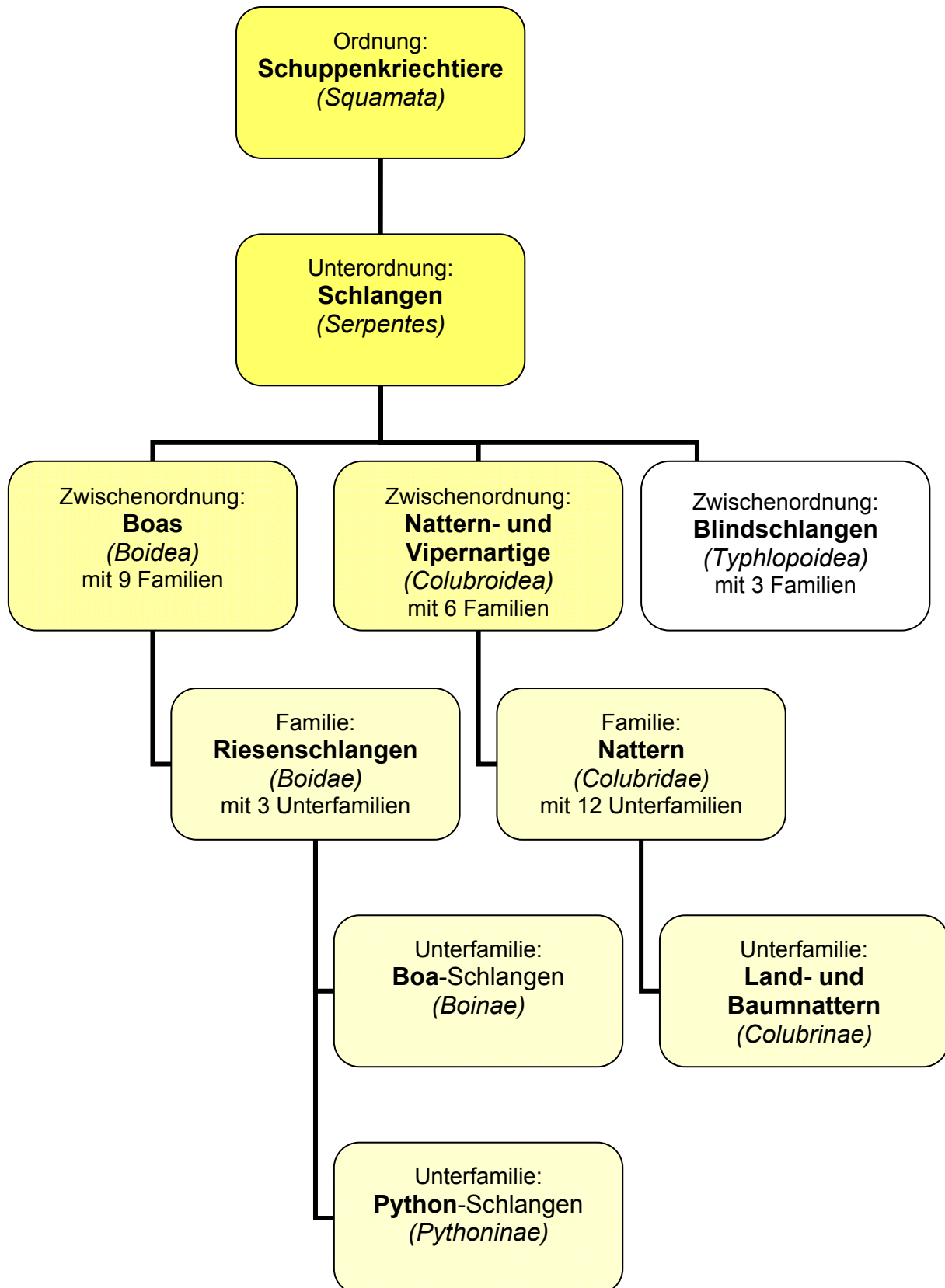
### 1. *Systema naturae*

#### 1.1 Entwicklung und Systematik der Schlangen

Schlangen gehören der Klasse der Reptilien (*Reptilia*) an. Wirbelfunde aus der Kreidezeit zeigen, dass bereits vor 96 – 100 Millionen Jahren frühe Entwicklungsstufen der Schlangen existierten. Der erste eindeutige Schlangenfund stammt aus der oberen Kreidezeit und wurde in Patagonien entdeckt. Man geht aber davon aus, dass die Abspaltung der Schlangen von den Echten bereits viel früher erfolgte (SCHMIDT, 2001). Als älteste fossile terrestrische Schlangenart benennt PREISLER (2004) *Lapparentophis defrennei*, die vor ca. 100 Millionen Jahren im heutigen Nordafrika lebte. Die Fossilienfunde weisen aber eine große Lücke auf (SCHMIDT, 2001). Eine „Urschlange“, stellvertretend dem „Urvogel“ Archäopteryx wurde bisher noch nicht entdeckt.

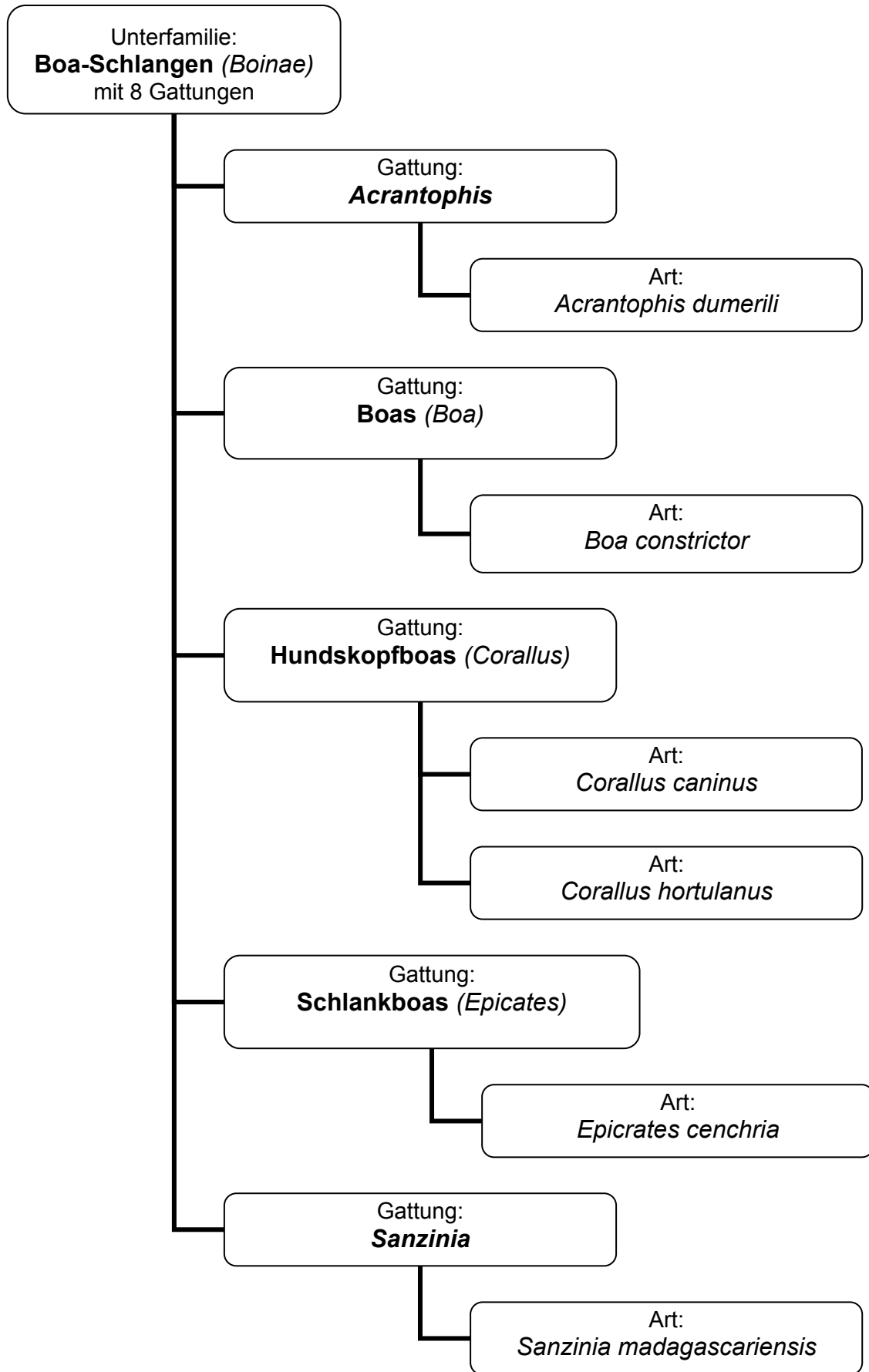
Zusammen mit den Echten werden die Schlangen der Ordnung der Schuppenkriechtiere (*Squamata*) zugeordnet (JAROFKE und LANGE, 1993). Die Unterordnung der Schlangen (*Serpentes*) umfasst weltweit etwa 2700 Arten (DIESENER und REICHHOLF, 1985). Nach AHNE et al. (2000) gliedern sich die Schlangen (*Serpentes*) in die Blindschlangen und in die sogenannten Echten Schlangen auf. Auch SCHMIDT (2001) übernimmt diese Einteilung, weist aber darauf hin, dass sich die wissenschaftlichen Meinungen über die Klassifizierung der Schlangen sehr unterscheiden. Die Abbildungen (**Abbildung 1-4**) zeigen einen schematischen Überblick über die Taxonomie der in dieser Studie untersuchten Schlangen.

## Schrifttum

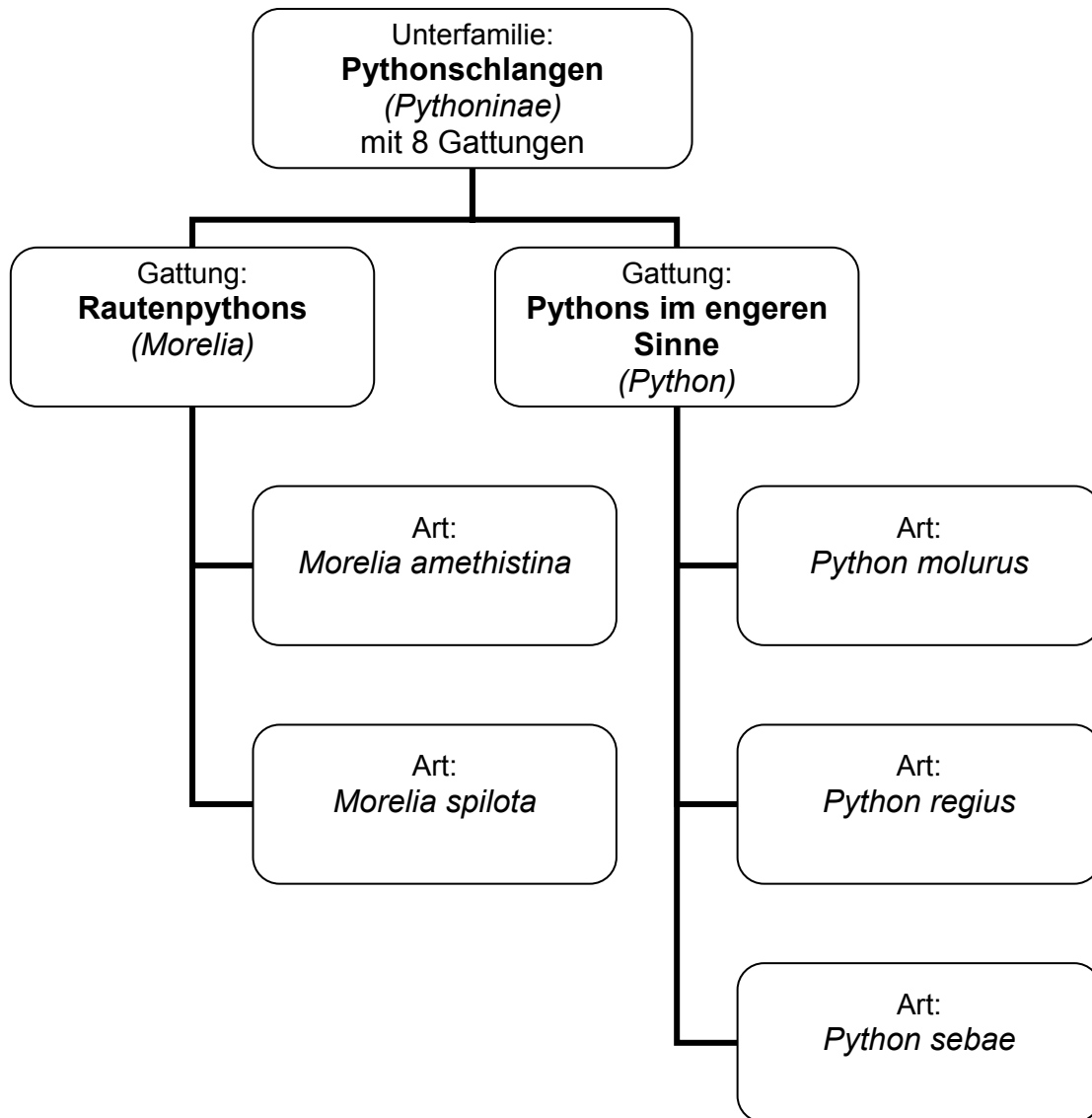


**Abbildung 1** Die Taxonomie der in dieser Studie untersuchten Schlangen (farbig hinterlegt) nach HUBER (2005).

## Schrifttum



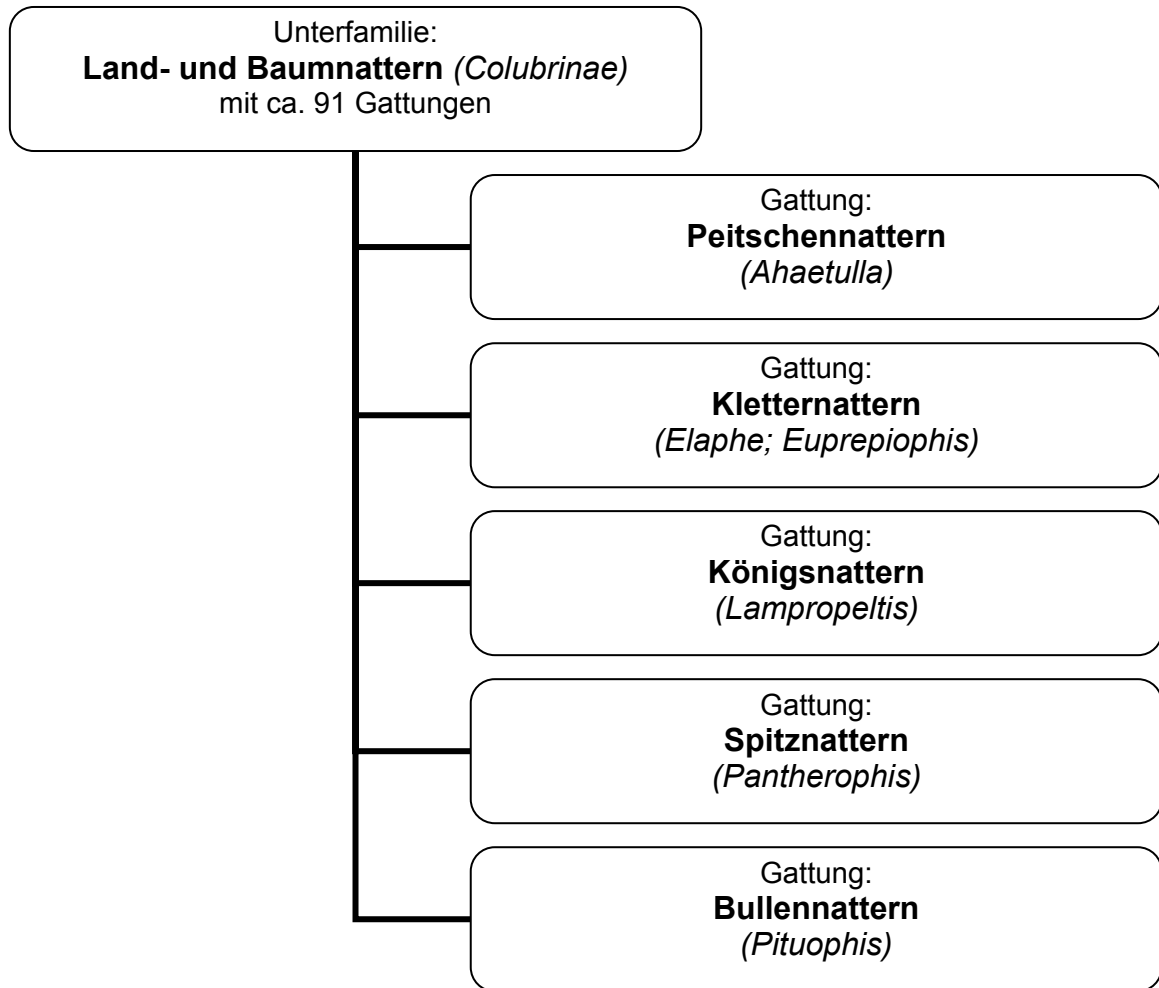
**Abbildung 2** Unterfamilie der in dieser Studie untersuchten Boas (Boinae), nach HUBER (2005).



**Abbildung 3** Unterfamilie der in dieser Studie untersuchten Pythons (*Pythoninae*), nach HUBER (2005).

## Schrifttum

---



**Abbildung 4** Unterfamilie der in dieser Studie untersuchten Land- und Baumnattern (*Colubrinae*), nach HUBER (2005).



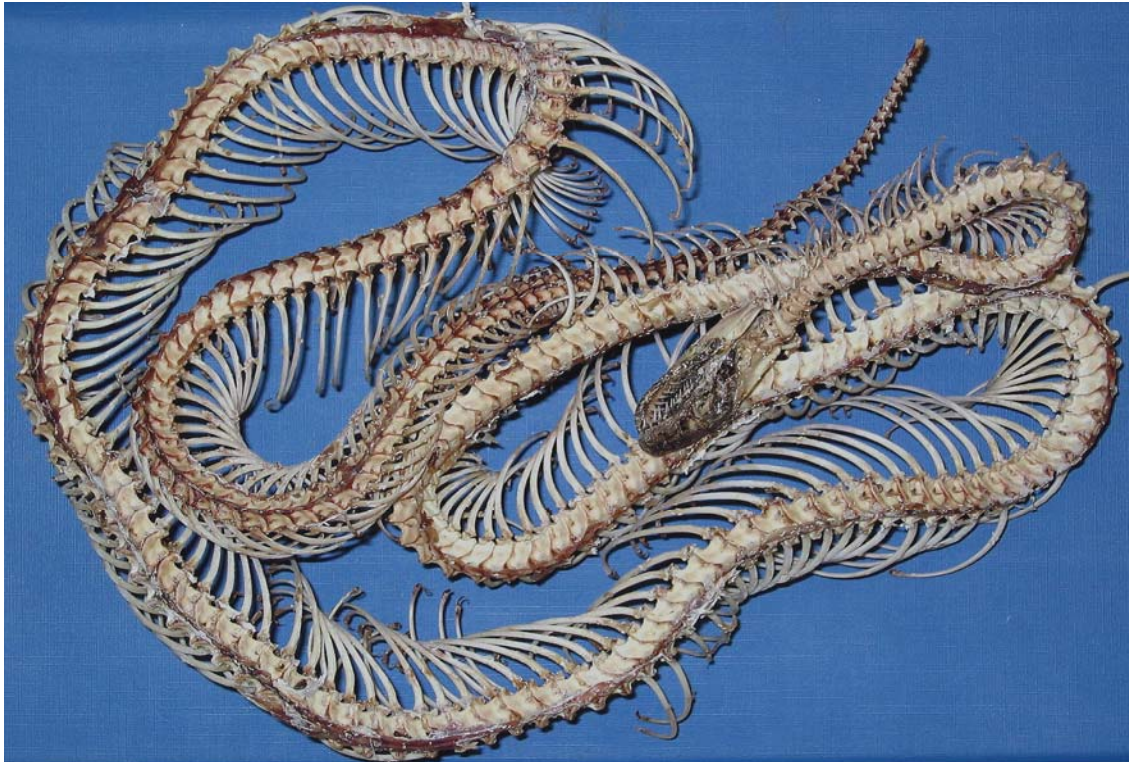
## **2. Anatomische Daten von Schlangen**

### **2.1 Aufbau des Schlangenkörpers**

#### 2.1.1 Skelettsystem

Schlangen sind Wirbeltiere. Durch vollständige Reduktion der Extremitäten besteht ihr Skelett nur noch aus Schädel, Wirbelsäule und Rippen (BAUCHOT, 1998; LEJA und SCHILDGER, 1991) (**Abbildung 5**). Die Anzahl der Wirbel unterliegt einer starken, auch individuellen Varianz. SCHMIDT (2001) und BAUCHOT (1998) geben ca. 100 Wirbel bei der Viper, mehr als 300 bei den Nattern und mehr als 400 bei den Riesenschlangen an. Nach JAROFKE und LANGE (1993) sollen es 180 Wirbeln bei den Vipern und bis zu 435 bei Nattern und Riesenschlangen sein. O'MALLEY (2005) berichtet von bis zu 400 Wirbeln präcloacal, GANS (1969) und MARCUS (1983) von 160 bis 400 und NIETZKE (2002) von 141 bis 500 Wirbeln. Schlangen zeigen auch im Skelett keine rudimentären Gliedmaßen (DIESENER und REICHHOLF, 1985). Eine Ausnahme stellen die Aftersporne der männlichen Riesenschlangen, die als Rudimente der Beckengliedmaßen angesehen werden, dar (JAROFKE und LANGE, 1993; SCHMIDT, 2001) und sieht sie als einen Beweis dafür, dass Schlangen von Echsen abstammen. Eine Besonderheit, die allen Schlangen eigen ist, ist das fehlende Brustbein und der fehlende Schultergürtel. Die Rippen sind also direkt an den Wirbeln angesetzt und frei beweglich. Hals-, Rumpf- und Schwanzmuskulatur sind aufgrund der besonderen Schlangenanatomie indifferent ineinander übergehend. Sie besteht aus einzelnen Muskelketten, die über Muskelfasern in Sehnen auslaufen. Diese Muskelzüge umspannen jeweils eine gewisse Wirbelanzahl und fixieren so Rippen und Wirbelsäule. Nach BAUCHOT (1998) umfasst beim Python ein solcher Abschnitt neun Wirbel. Die gut ausgebildete Rippenmuskulatur unterstützt die Fortbewegung und sorgt mittels abwechselnder Kompression und Erweiterung für die Lungenbelüftung (BAUCHOT, 1998; SCHMIDT, 2001). Die Rippenspitzen sind zudem noch fest mit den Bauchmuskeln verbunden und diese wiederum mit den großen Bauchschilden (DIESENER und REICHHOLF, 1985). Demnach kann von der

Zahl der großen Bauchschuppen auf die Anzahl der Wirbel geschlossen werden (GABRISCH und ZWART, 2001; MARCUS, 1983).



**Abbildung 5** Skelett einer adulten Regenbogenboa (*Epicrates cenchria cenchria*).

### 2.1.2 Wachstum und Körpergröße

O'MALLEY (2005) gibt Körperlängen von 10 cm (*Typhlopidae*) bis 10 m (*Eunectes murius*) an. Das Körperwachstum von Reptilien ist abhängig von der Jahreszeit (TRUTNAU, 1988), Umwelteinflüssen und der Futtermittellversorgung (BELLAIRS, 1969; DONOGHUE, 2006; TAYLOR et al., 2005). Obwohl Schlangen zeitlebens wachsen können, verlangsamt sich ihr Wachstum in der Regel nach Eintritt der Geschlechtsreife (MARCUS, 1983; SCHMIDT, 1989). Exakte Maximallängen sind nur schwer zu ermitteln, da lebendige Schlangen kaum im ausgestreckten Zustand zu messen sind und tote Schlangen leicht überdehnt werden (ENGELMANN und OBST, 1981). Außerdem weisen zahlreiche Arten einen Geschlechtsdimorphismus bezüglich der Schwanzlänge von der Kloake bis zur Schwanzspitze auf (FRYE, 1991b). Die Längenangaben von Schlangen sollten sich daher immer auf das Verhältnis der Länge von Schnauzenspitze bis Kloake / zur Länge Kloake bis Schwanzspitze beziehen (KEIL, 1990; SCHMIDT,

1989). SCHMIDT (1989) gibt an, dass die Körperlängen von Schlüpflingen innerhalb eines Geleges um mehr als 50 % differierten und die Masse sich sogar um mehr als 100 % unterschied. Die Körpergröße der verschiedenen Individuen kann daher auch innerhalb einer Art beträchtlich variieren.

## 2.2 Aufbau der inneren Organe

Die inneren Organe der Schlangen haben sich infolge ihres langen schmalen Körperbaus der äußeren Form anpassen müssen (BILLING, 1987; KEIL, 1990). Dies lässt sich nach KEIL (1990) folgendermaßen präzisieren:

1. Formveränderung durch Langstreckung (z. B. Leber)
2. Lageveränderung durch Verzicht auf Parallellagerung paariger Organe (z. B. Ovar, Hoden)
3. Formveränderung durch Reduktion (z. B. eines Lungenflügels).

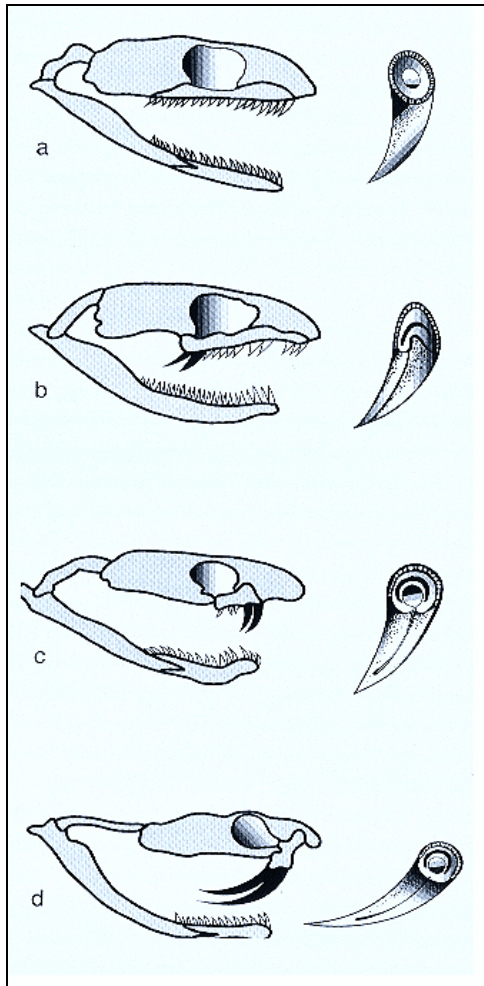
### 2.2.1 Lunge

Die Atmung der Schlangen erfolgt über Lungen, wobei die linke in der Regel reduziert ist (FOWLER und MILLER, 2003; FRYE, 1991b; MURRAY, 2006; SCHMIDT, 2001). Ansonsten nimmt sie maximal eine Länge von 85 % der rechten Lungenhälfte ein (FUNK, 2006). Colubridae besitzen nur noch die rechte Lunge, Boidae für gewöhnlich noch beide (BEYNON et al., 1997; IPPEN et al., 1985; LEJA und SCHILDGER, 1991). Reptilien besitzen im Allgemeinen ein größeres Lungenvolumen als vergleichbar große Mammalier (BAUCHOT, 1998). Da die Stoffwechselrate der Schlangen infolge der Poikilothermie geringer ist, als die von Homoiothermen, wird Sauerstoff in erster Linie für die Energieaufnahme aus Nahrung benötigt (BAUCHOT, 1998).

### Gastrointestinaltrakt (GIT)

Alle Schlangen sind *karnivor* und weisen je nach Spezies ein mehr oder weniger breites Futterspektrum an potentiellen Beutetieren auf (FOWLER und MILLER, 2003; FUNK, 2006; KÖLLE, 2004; O'MALLEY, 2005). Ihr Verdauungsapparat ist daher in der Regel kurz. BAUCHOT (1998) gibt für den Darm einer Blindschlange (*Typhlops*) eine Länge von über 28 % der Körperlänge an, für den eines Pythons eine Länge von über 175 % der Körperlänge. Im Durchschnitt beträgt bei Schlangen die Darmlänge ungefähr 65 % der Körperlänge (GANS, 1978). Dies ist, verglichen mit einem Pflanzenfresser, dessen Darmtrakt bis zu 2000 % der Körperlänge einnimmt, relativ wenig (KÖLLE, 2004).

Der Verdauungstrakt beginnt in der Maulhöhle und endet in der Kloake (Abbildung 7), in die zudem noch die Produkte der Harnwege und des Fortpflanzungsapparates münden (FUNK, 2006). Das in der Maulhöhle befindliche Gebiss ist mit zahlreichen spitzen wurzellosen Zähnen ausgestattet (BAUCHOT, 1998). Die Zahnanzahl ist speziesabhängig (O'MALLEY, 2005). Man unterscheidet vier verschiedene Zahntypen (aglyph, opisthoglyph, proteroglyph und solenoglyph), die bei der systematischen Einteilung von Schlangen mit einer Rolle spielen (AHNE et al., 2000; SCHMIDT, 2001). Zähne vom aglyphen Typ (**Abbildung 6a**) findet man beispielsweise bei den ungiftigen Riesenschlangen. Diese Zähne sind massiv gebaut, im Gegensatz zu den gefurchten Giftzähnen des opisthoglyphen Typs (**Abbildung 6b**), der bei den Trugnattern vorkommt. Hier befindet sich am Zahn eine Rinne, um das Gift zu leiten. Wenn diese Gift Rinne fast vollständig geschlossen ist, spricht man proteroglyphen Typ (**Abbildung 6c**). Diesen findet man z. B. bei den Giftnattern (*Elapidae*). Solenoglyphe Zähne (**Abbildung 6d**) sind die am weitesten entwickelten Giftzähne. Hier ist der Zahn durch Muskeln aktiv beweglich und bei Bedarf ausklappbar, um das Gift zu injizieren. Dieser Zahntyp kommt z. B. bei den Vipern vor (AHNE et al., 2000; BAUCHOT, 1998; NIETZKE, 2002; SCHMIDT, 2001; ZENTEK und DENNERT, 1997).



**Abbildung 6** Die vier verschiedenen Zahntypen bei Schlangen (NIETZKE, 2002).

- a = aglyph
- b = opistoglyph
- c = proteroglyph
- d = solenoglyph

Die an der Spitze gespaltene Zunge stellt eines der wichtigsten Sinnesorgane der Schlangen dar (BAUCHOT, 1998; IPPEN et al., 1985). Im Anschluss zu ihr beginnt der dünnwandige (DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL, 2006; O'MALLEY, 2005), relativ wenig Muskeln aufweisende Ösophagus (FUNK, 2006). Der kraniale Teil ist erst links dorsal der Trachea lokalisiert; kaudal des Herzens verläuft er dann links entlang der rechts liegenden Leber (KEIL, 1990; KEIL und WISSDORF, 1992). Durch Längsfältelung wird eine extreme Dehnbarkeit erzielt (GUARD, 1980; STEVENS und HUME, 1995). Diese und eine große Anzahl Schleimdrüsen erleichtern den Transport relativ großer Beute zum ebenfalls stark dehnungsfähigen (BAUCHOT, 1998) und muskulösen Magen (FUNK, 2006).

Der pH-Wert des Magens ändert sich mit seinem Füllungszustand. Während er während des Fastens annähernd neutral wird, induziert eine Fütterung eine Senkung auf einen Wert von 1,5 bis 3. Dies kann auch eine Histamininjektion bewirken (GUARD, 1980). BILLING (1987) maß bei vier fastenden *Vipera latasti*

auf der Magenmucosa pH-Werte von 4-6; 24 Stunden post Fütterung wiesen Tiere der gleichen Art hingegen pH-Werte von 1-2 auf. Die im Magen produzierten Säuren und Enzyme zersetzen, mit Ausnahme von Chitin und Keratin, die Beutetiere komplett (BAUCHOT, 1998).

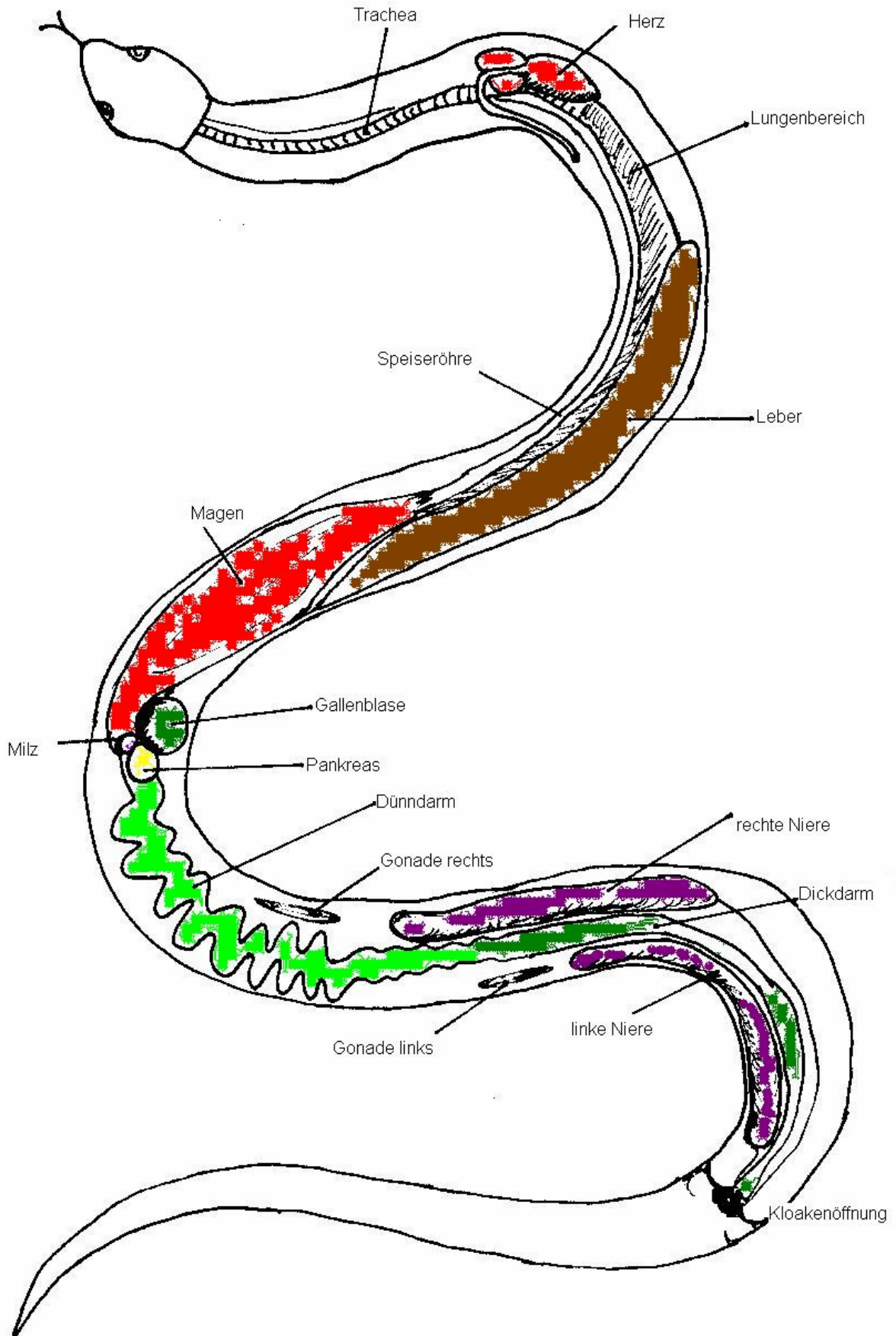
Zu Beginn des anschließenden Duodenums befinden sich, topographisch artspezifisch unterschiedlich gelegen, Gallenblase, Milz und Pankreas (KEIL, 1990). Bei manchen Arten sind Milz und Pankreas zu einem Splenopankreas verwachsen (FUNK, 2006; KEIL, 1992). Der dem etwas stärker in Kurven gelegten Dünndarm folgende Dickdarm, mündet mit seinem Rektum in eine dreifach gekammerte Kloake (BAUCHOT, 1998; ZENTEK und DENNERT, 1997). Der Übergang vom Dün- zum Dickdarm ist makroskopisch oft nicht abgrenzbar (GABRISCH und ZWART, 2001). Währenddessen die meisten Schlangenarten hier eine deutliche Reduktion vorweisen können (BILLING, 1987), besitzen *Boidae* ein kleines Caecum, das proximal dem Colon anliegt (FUNK, 2006).

Die Kloake untergliedert sich in das Coprodeum, das den Kot enthält, das Urodeum, in das die Uretheren und Genitalstränge münden und das Proctodeum, das über die Kloakenöffnung nach außen führt (BAUCHOT, 1998; BILLING, 1987; HOLZ, 2006).

### 2.2.3 Nieren

Die paarig angelegten Nieren sind dorsal im hinteren Abschnitt der Körperhöhle lokalisiert (HOLZ, 2006). Sie befinden sich jeweils lateral des Darmes, den Gonaden kaudal folgend (SPÖRLE et al., 1991). Die linke Niere liegt immer etwas kaudaler als die rechte (BAUCHOT, 1998; FOWLER und MILLER, 2003; FUNK, 2006; GABRISCH und ZWART, 2001; GANS, 1977; KEIL, 1990; KEIL und WISSDORF, 1992; SCHMIDT, 2001; SEYBOLD, 1993). Die Lage der Nieren ändert sich im Laufe des Körperwachstums nicht (KEIL und WISSDORF, 1992). Mit ihrer länglichen, leicht abgeflachten Form sind sie der Schlangenanatomie optimal angepasst (SEYBOLD, 1993). Bei manchen Arten ist die rechte Niere größer als die linke. Teilweise gibt es hier auch eine Geschlechtsdifferenz. Die rechte Niere der Männchen ist hier größer als die der weiblichen Tiere (GANS, 1977).

## Schrifttum



**Abbildung 7** Schematische Zeichnung der Lage des GIT und der inneren Organe von Schlangen (nach SCHMIDT, 2001).

Die Reptilienniere ist nicht dazu in der Lage, Harn zu konzentrieren, da wie bei allen Reptilien eine Henle'sche Schleife fehlt (FRYE, 1991b; HOLZ, 2006). Schlangen sind uricothele Reptilien. Als solche scheiden sie vorwiegend Harnsäure als Stoffwechselendprodukt des N-Stoffwechsels aus (GOSLOW, 2004; KING, 1996; SEYBOLD, 1993).

### 2.2.4 Leber

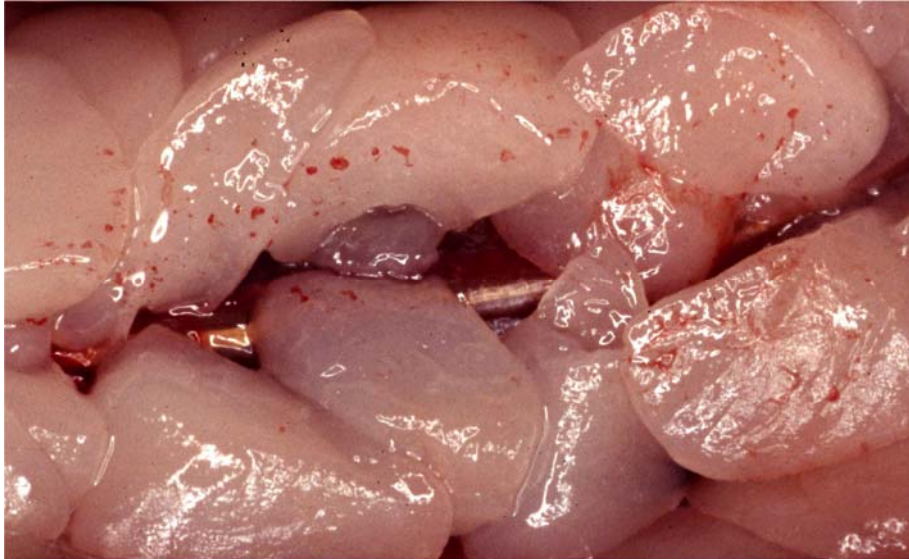
Den anatomischen Gegebenheiten der Schlange angepasst, ist die Leber länglich und schmal. Sie ist einlappig und im Querschnitt oval. Der kraniale Rand beginnt distal des Herzens, der kaudale Rand endet am kranialen Ende des Magens. Dabei ist der meist große Abstand zwischen ihrem kaudalen Ende und der noch weiter kaudal lokalisierten Gallenblase charakteristisch (DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL, 2006; ENGELMANN und OBST, 1981; FOWLER und MILLER, 2003; FRYE, 1991b; GABRISCH und ZWART, 2001; KEIL, 1990; SPÖRLE et al., 1991). Die beiden großen Lebervenen münden dorsal und ventral direkt an der Oberfläche des Organs. Wie bei allen Wirbeltieren besitzt die Leber auch bei Schlangen multiple Funktionen. Neben Entgiftung, Speicherorgan für Lipide, Kohlenhydrate, Vitamine und Spurenelemente, bildet sie auch einen Großteil des Dotters, den der mütterliche Organismus für die wachsenden Eier bereit stellt (GANS, 1977; GOSLOW, 2004).

### 2.2.5 Fettkörper

Schlangen besitzen einen zweilappigen Fettkörper (GABRISCH und ZWART, 2001). Dieses organähnliche Gebilde besteht aus univakuolärem Fettgewebe (GRÜNBERG et al., 1975), liegt im Abdomen kaudal der Leber und reicht bis zur Kloake (SPÖRLE et al., 1991). Seine Struktur ist schollenartig (ENGELMANN und OBST, 1981) (**Abbildung 8**). Die aneinander gereihten Fettgewebsläppchen sind von dichten Kapillarnetzen umgeben, die über das System der *Vena portae hepatis* in direkter Verbindung zur Leber stehen (GRÜNBERG et al., 1975). Die Hauptaufgabe der Fettkörper ist die eines Reservoirs in Zeiten der



Nahrungskarenz, wie zum Beispiel bei Beutemangel oder Winterschlaf (BEYNON et al., 1997; ENGELMANN und OBST, 1981; MARCUS, 1983). Daneben ermöglichen die im Fettkörper gespeicherten Fette und Lipide auch die Ausbildung der Keimzellen, insbesondere der Dotterbildung (GRÜNBERG et al., 1975).



**Abbildung 8** Fettkörper eines Königpythons (*Python regius*).

### 2.2.6 Herz

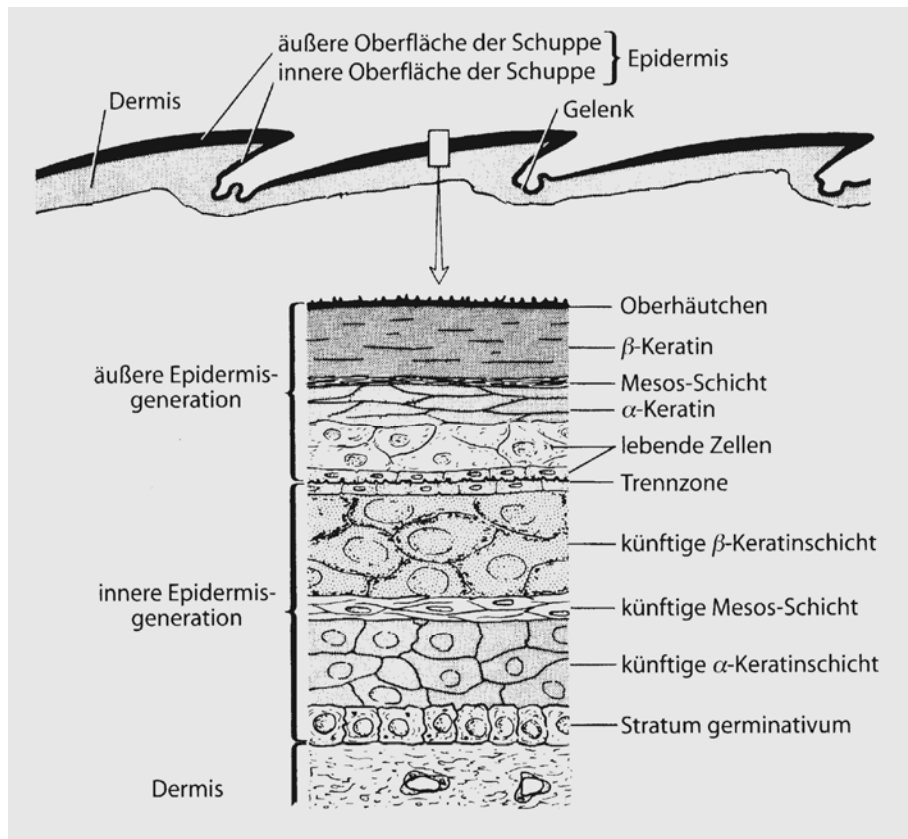
Das Schlangenherz ist wesentlich einfacher aufgebaut als das Säugetierherz. Es besteht aus zwei Atrien (GABRISCH und ZWART, 2001) und nur einem Ventrikel, in den das Blut sowohl aus dem rechten, als auch aus dem linken Vorhof fließt (BEYNON et al., 1997). Dies bedeutet, dass es im Herz zu einer Durchmischung von sowohl oxygeniertem, als auch desoxygeniertem Blut kommt (GOSLOW, 2004; MURRAY, 2006). Das Herz liegt in Höhe der kranialen Lungengrenze (BELLAIRS, 1969) der Bauchwand direkt an (GABRISCH und ZWART, 2001).

### 2.3 Aufbau der Haut

Eine Besonderheit der Schlangen ist sicherlich ihre Haut. Sie stellt das größte Körperorgan dar (COOPER, 2006). Wie die Haut anderer Tierarten schützt sie den Körper vor äußeren Einflüssen, wie Traumata, anderen physikalischen Faktoren oder Infektionen und vor Austrocknung. Sie wirkt mit bei der Thermoregulation und sozialen inner- und außerartlichen Interaktionen (COOPER, 2006), die pheromongesteuert sind (NIETZKE, 2002). Die Schlangenhaut ist trocken (FRYE, 1991a; MARCUS, 1983), dick und durch plattenartige (NIETZKE, 2002) Hornschuppen ektodermaler Herkunft bedeckt (BEYNON et al., 1997). Die Schuppen der jeweils nachfolgenden Reihen werden dachziegelartig aneinander gereiht (BAUCHOT, 1998; NIETZKE, 2002). Ihr Aufbau von außen nach innen, besteht aus einer äußeren Epidermisgeneration, einer inneren Epidermisgeneration, mit einer anschließenden dünnen Dermis (BAUCHOT, 1998; GOSLOW, 2004; O'MALLEY, 2005, COOPER, 2006; SCHMIDT, 2001). Die keratinreiche äußere Epidermis besteht ihrerseits aus einer dreilagigen Schicht toter Zellen, dem *Stratum corneum* (Hornhaut). Die erste Lage des *Stratum corneums* nennt man Oberhäutchen, die zweite beta-keratin Schicht und ihr folgt die alpha-keratin Schicht (COOPER, 2006). Die innere Epidermisgeneration besteht u. a. aus dem *Stratum germinativum* (**Abbildung 9**). BAUCHOT (1998) beschreibt mikroskopisch kleine Stacheln oder Kämmen, die die Epidermis aufweist.

Wie bei allen Tierarten ist die Lederhaut stark mit Nerven und Blutgefäßen durchsetzt und besteht aus stark kollagenhaltigem Bindegewebe (BAUCHOT, 1998). Hautdrüsen sind selten (BELLAIRS, 1969; COOPER, 2006). Schlangen besitzen allerdings ventral, in der Nähe ihrer Schwanzwurzel, zwei Analdrüsen, (FUNK, 2006), die zur Geschlechtspartnererkennung dienen (BAUCHOT, 1998; FRYE, 1991b; NIETZKE, 2002). Die Fettspeicherung erfolgt, ähnlich den Echsen (SCHILDGER, 1999), nicht im Unterhautgewebe, sondern in paarigen Fettkörpern (siehe Abschnitt Fettkörper). Eine zeitgleiche Erneuerung aller Zellen der oberen Epidermis erfolgt mit Hilfe der Häutung (*Ecdysis*). Gesunde Schlangen häuten sich regelmäßig, wobei die Häutungsabstände abhängig sind von ihrer Wachstumsrate. So erfolgt die Häutung bei kleineren Exemplaren in kürzeren (ca.

alle 4 Wochen), die Häutung größerer, in längeren Abständen (bis zu ca. > 6 Wochen) (GABRISCH und ZWART, 2001).



**Abbildung 9** Schnitt durch die Haut und Epidermis eines Squamaten kurz vor der Häutung (GOSLOW, 2004).

Auch artspezifische Unterschiede gibt es. Nach BAUCHOT (1998) häuten sich Klapperschlangen ein- bis dreimal jährlich, Pythons hingegen häufiger. Vor der *Ecdysis* verweigert die Schlange gewöhnlich die Nahrungsaufnahme. Deutlich erkennbar trübt sich die Augenkapsel (BELLAIRS, 1969). Es dringt Luft unter die oberste Hautschicht, so dass sich die alte Haut, im Maulbereich beginnend, lösen kann (BAUCHOT, 1998; COOPER, 2006). Man geht davon aus, dass die Häutung hormonell (Hormone der *Thyreoidea*) gesteuert wird (FOWLER und MILLER, 2003; MARCUS, 1983; O'MALLEY, 2005) und durch Feuchtigkeit stark beeinflusst werden kann (GOSLOW, 2004). Die Haut wird bei gesunden Tieren in einem Stück abgestreift. Man spricht dann vom sogenannten „Natternhemd“, der *Exuvie*.

### **3. Fütterung und Ernährung von Schlangen**

#### **3.1 Nahrung von Schlangen**

Wie bereits erwähnt, sind alle Schlangen *karnivor* (FOWLER und MILLER, 2003; FRYE, 1991a; GREENE, 1997; GÖBEL et al., 1990; KAMPHUES et al., 2004; KÖLLE, 2005; MARCUS, 1983; NIETZKE, 2002; TRUTNAU, 1988). Ihre Beutetiere werden vollständig verschlungen (JACOBSON und KOLLIAS, 1988; GABRISCH und ZWART, 2001). Das Nahrungsspektrum ist abhängig von Artzugehörigkeit und Größe einer Schlange (FRYE, 1991a; KÖLLE, 2004). Neben (Klein-) Säugern, werden auch Reptilien, Amphibien, Vögel, Fische, Schnecken und Insekten verzehrt (DAVIES und DAVIES, 1998; FRYE, 1991a; FOWLER und MILLER, 2003; GREENE, 1997; KIRMAIR, 1994; KÖLLE, 2005; NIETZKE, 2002; TRUTNAU, 1988). Bis auf wenige Ausnahmen fressen Schlangen in freier Wildbahn nur lebendige Beutetiere (DONOGHUE, 2006). Pflanzliche Kost wird dabei nur in Form von Mageninhalt ihrer Beutetiere aufgenommen (SCHMIDT, 2001). Allerdings lernen die meisten Schlangen in Terrarienhaltung schnell, frischtote Beutetiere zu akzeptieren (KAMPHUES et al., 2004; KIRMAIR, 1994; KÖLLE und MORITZ, 2006).

#### **3.2 Ernährungsphysiologie**

Eine wichtige Eigenschaft dieser poikilothermen Tiere ist die Fähigkeit, über längere Zeit zu hungern. Dies geschieht aus verschiedensten Gründen. Physiologische Fresspausen ergeben sich bei Schlangen aus verschiedenen Gründen, wie Gravidität, Paarungszeit, Häutung und Hibernation. Aber auch Stress, Temperatur (GABRISCH und ZWART, 2001; GÖBEL et al., 1990; KÖLLE, 2003; KÖLLE, 2005) und andere äußere Einflüsse können die Ursache sein. Laut FUNK (2006) sind die häufigsten Ursachen dafür, dass Schlangen ihre Nahrungsaufnahme verweigern, eine falsche Darreichungsform des Futters, falsche Fütterungsintervalle oder falsches Futter an sich. Schlangen sollten, ihrem

artspezifischen und individuellen Bedarf angepasst, gefüttert werden (DONOGHUE, 2006; SCHMIDT, 1989; TRUTNAU, 1988; WALLACH, 1978). Speziesspezifische Differenzen in ihrer tageszeitlichen Aktivität schlagen sich auf den Fütterungszeitpunkt nieder (DONOGHUE, 2006; KÖLLE, 2003). Es gibt keine exakten Angaben, wie häufig und in welchem Maße eine Schlange gefüttert werden soll (DONOGHUE, 2006). So müssen z. B. juvenile Strumpfbandnattern (*Thamnophis sp.*), die sich dementsprechend häufiger häuten (siehe Abschnitt Haut) in einer Woche mehrmals gefüttert werden, während adulte Riesenschlangen ein Fütterungsintervall von mehreren Wochen bis Monaten aufweisen können. Untersuchungen von Mageninhalten wildlebender Schlangen ergaben, dass die Tiere Beute aufnahmen, die ungefähr 10 bis 30 % ihres eigenen Körpergewichtes ausmacht (DONOGHUE, 2006).

Aufgrund der Poikilothermie sind im Reptilienkörper alle Stoffwechselforgänge temperaturabhängig (DONOGHUE, 2006; GUARD, 1980; JACOBSON und KOLLIAS, 1988; SCHMIDT, 1989). Die Verdauungsvorgänge beginnen erst ab 10 °C und erreichen ihre höchste Kapazität bei 30 °C (BAUCHOT, 1998; GUARD, 1980), bzw. bei 37 °C (O'MALLEY, 2005), d. h. bei suboptimalen Temperaturen würgt die Schlange oft ihre Nahrung wieder hoch (BAUCHOT, 1998; KÖLLE, 2003). Die Stoffwechselrate von Reptilien ist dabei abhängig von ihrer Körpergröße. Nach DONOGHUE (2006) besitzen kleinere Tiere einen höheren Umsatz und benötigen daher analog zu Säugetieren mehr Energie, wobei keine konkreten Daten genannt wurden. Nach SCHMIDT (2001) nimmt z. B. ein großer Python während einer Mahlzeit bis zum Vierhundertfachen des täglichen Energiebedarfs auf. Dieser Überschuss wird anschließend als körpereigenes Fett vor allem im Fettkörper gespeichert. DONOGHUE (2006) gibt an, dass ein karnivores Reptil 25 bis 60 % der umsetzbaren Energie (ME) aus konsumiertem Protein und 30 bis 60 % aus Fett bezieht.

Allerdings konnten SECOR und DIAMOND (1998) nachweisen, dass es deutliche physiologische Unterschiede zwischen den Schlangen gibt, die bewegungslos auf Beute lauern und denen, die aktiv auf die Jagd gehen. Während Letztere Verdauungsvorgänge ähnlich anderen fleischfressenden Wirbeltiere aufwiesen, zeigten Schlangen mit langen Pausen in der Nahrungsaufnahme viel deutlichere Veränderungen. Teilweise benötigten diese Tiere 20 bis 40 % ihres Energiebudgets für die Verdauung. Daher stellten SECOR und DIAMOND (2000)

sich die Frage, ob Tiere, die große Mahlzeiten aufnehmen und dazwischen lange Pausen mit Nahrungskarenz einlegen, dazu in der Lage sind, ihre Verdauungsvorgänge zu reduzieren und bei Futteraufnahme wieder zu steigern. Ihre Versuche ergaben, dass nicht nur der Gastrointestinaltrakt (SECOR et al., 1994), sondern auch alle anderen Organe ein geringeres Körpergewicht bei längeren Fütterungspausen aufweisen. Aufgenommene Nahrung wurde nach solchen Pausen wesentlich langsamer verdaut, als bei regelmäßiger, häufigerer Fütterung, da die Aktivität der Verdauungsenzyme herabgesetzt war (SECOR, 2000; SECOR und DIAMOND, 2000). HOLMBERG et al. (2003) konnten dies mit ihren eigenen Ergebnissen bestätigen. Besonders auffallend schien hier der Anstieg des Darmtrockengewichtes nach Fütterung. SECOR et al. (2002) fand heraus, dass sich sowohl die Darmlänge, als auch die Anzahl der intestinalen Microvilli während einer Nahrungskarenz verringern. Die Aufnahme von Aminosäuren und Peptiden bei den von ihnen untersuchten Pythons hatte eine rasche Adaptation des Gastrointestinaltraktes zur Folge. Das Gewicht der Darmmukosa und das Volumen der Enterozyten nahm deutlich zu. In einem weiteren Versuch bewiesen SECOR et al. (2000), dass die Gewichtszunahme des Darmes nicht nur durch die Nahrungsaufnahme an sich, sondern auch durch Verdauungsenzyme und nervale und hormonale Signale stimuliert wird.

## 4. Körperzusammensetzung von Schlangen

Die Körperzusammensetzung von Schlangen wurde bisher kaum untersucht. Angaben in der Literatur finden sich nur selten, sind meist allgemein gehalten oder beziehen sich nur auf Einzeltiere (BENEDIKT, 1932; SECOR und NAGY, 2003; THORSON, 1968 und VITT, 1978).

### 4.1 Rohnährstoffe

Die chemische Zusammensetzung eines Tierkörpers variiert je nach Tierart, Spezies, Alter und Ernährungszustand (KIRCHGESSNER, 2004). **Tabelle 1** zeigt eine Zusammenfassung der Rohnährstoffzusammensetzung verschiedener Schlangenarten. Bei dem von BENEDIKT (1932) beschriebenen Python fiel ein relativ hoher Rohaschegehalt auf. Der Wert von VITT (1978) hingegen, ist mit den Ergebnissen von SECOR und NAGY (2003) vergleichbar. Zwanzig, von SECOR und NAGY (2003) verglichene Wassernattern (*Nerodia rhombifer*), enthielten im zuvor separat untersuchtem Fettkörper  $89,5 \pm 1,0$  Rfe [% TS].

**Tabelle 1** Rohnährstoffzusammensetzung verschiedener Schlangenarten. Arithmetisches Mittel %  $\pm$  Standardabweichung.

Art	n	TS (%uS)	Rw (%uS)	Rfe (%TS)	Rp (%TS)	Ra (%TS)	Quelle
<i>Python</i>	1	24,8	75,2	8,3	9,9	23,8	(1)
<i>Diamant- Wasserschlange</i>	20	34,9	65,1	30,9	54,6	14,5	(2)
<i>Boa constrictor</i>	6	29,0	71,0	-	-	-	(3)
<i>Bullennatter</i>	6	30,0	70,0	-	-	-	(3)
Diverse Nattern	4	28,0	72,0	-	-	17,0	(4)

(1) BENEDIKT (1932); (2) SECOR und NAGY (2003); (3) THORSON (1968); (4) VITT (1978)

## Schrifttum

Das Fettsäuremuster der Fettkörperlipide diverser Nattern und Riesenschlangen wurde von GRÜNBERG et al. (1975) untersucht. In ihren Fütterungsversuchen stellten sie fest, dass das Fettsäuremuster im wesentlichen durch die Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung beeinflusst wird. Der Fettsäuregehalt im Fettkörper [mg FS/100 mg Lipide] der männlichen Tiere betrug 66 bis 88 mg. Die weiblichen Tiere wiesen einen Gehalt von 69 bis 94 [mg FS/100 mg Lipide] auf. Insgesamt gab es im Fettsäuremuster der Fettkörper weitgehende Übereinstimmungen (**Tabelle 2**). Die Palmitinsäure kam mit durchschnittlich 22 % in höchster Konzentration vor. Der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren lag deutlich höher als der an gesättigten Fettsäuren. Kurzkettige Fettsäuren (C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub>) fehlten. Besonders auffallend war, dass nie eine kürzere, als die in der Nahrung enthaltene Fettsäure im Depotfett angereichert wurde.

**Tabelle 2** Fettsäuremuster % der Fettkörperlipide nach GRÜNBERG et al. (1975).

Spezies	gesättigte						Monoene					Diene	Triene	n.i.*
	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18</sub>	
<i>Boa constrictor</i>	1,5	0,3	20,0	Sp.	8,0	-	-	3,8	1,2	39,3	-	24,6	1,3	-
<i>Python bivittatus</i>	2,0	0,1	22,7	0,6	7,8	-	0,6	4,6	0,2	36,5	-	18,4	6,5	-
<i>Kornnatter</i>	1,4	-	17,0	-	6,2	-	-	6,9	-	40,1	-	26,9	-	1,5

\* nicht identifiziert

Da Schlangen in freier Wildbahn starken jahreszeitlichen Schwankungen bezüglich Temperatur, Sonnenscheindauer und Nahrungsspektrum ausgesetzt sind, stellt sich die Frage, ob ihre Körperzusammensetzung saisonal variiert. ALEKSIUK und STEWART (1971) wiesen dies bei rotseitigen Strumpfbandnattern (*Thamnophis sirtalis parietalis*) nach. Während der prozentuale Anteil der Körpermasse von Rohprotein und Rohasche relativ gleich blieb, zeigten der Rohfettgehalt und der Wasseranteil starke Schwankungen. Der gemessene Rohfettgehalt war vor allem im Frühjahr besonders niedrig, stieg während des Sommers wieder an und nahm während des Herbstes und des Winters wieder ab. Sie erklärten dies mit den jahreszeitlichen Änderungen der Außentemperaturen,



der damit verbundenen Varianz in der Futtermittelaufnahme und der Anpassung der Schlangen an Frost und Überwinterung. Aber auch andere Faktoren, wie z. B. eine Trächtigkeit, können eine Veränderung der Körperzusammensetzung zur Folge haben. LOURDAIS et al. (2004) wiesen nach, dass gravide ovovivipare Boas (*Epicrates cenchria maurus*) ohne Futtermittelaufnahme infolge einer gesteigerten Stoffwechselaktivität einen erhöhten Proteinabbau aufweisen. Dieser erfolgt unter Abbau der körpereigenen Muskulatur und wurde in einer höheren Harnsäurekonzentration im Blutplasma gemessen (Wasser stand den Schlangen in diesem Versuch *ad libitum* zur Verfügung).

### 4.2 Mengen- und Spurenelemente

Kalzium kommt als essentieller Skelettbestandteil im Schlangenkörper in relativ großer Menge vor. Ein Mangel kann beim Jungtier zu Rachitis und bei Adulten zur Knochenentmineralisierung führen (SCHMIDT, 2001). Embryos oviparer Reptilien extrahieren Kalzium für ihr Körperwachstum aus Reserven aus Dotter und Eischale. STEWART et al. (2004) stellten während ihren Untersuchungen an Embryonen von Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) fest, dass Schlüpflinge dieser Art ca. 28 % ihres körpereigenen Kalziums aus ihrer Eischale resorbieren.

BURGER (1992) untersuchte sowohl den Selengehalt der Haut als auch des Ganzkörpers von 16 Kiefernatterschlüpflingen (*Pituophis melanoleucus*). Die Studie ergab, dass der ganze Tierkörper mit 2745 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS] einen wesentlich höheren Selengehalt aufwies als die Haut mit einem Wert von 1947 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS]. HOPKINS et al. (1999) untersuchten 10 Wassernattern (*Nerodia fasciata*) und ihre Beutetiere auf den Gehalt verschiedener Schwermetalle, Kupfer und Selen in Gegenden mit deutlich unterschiedlicher industrieller Emission. Schlangen, deren Beutetiere einer höheren Schadstoffbelastung ausgesetzt waren, wiesen hierbei einen höheren Kupfer- und Selengehalt in der Leber auf, als Schlangen, deren Beutetiere geringer belastet waren. Die Lebern erstgenannter Schlangen wiesen einen bis zu zehnfach höheren Selengehalt auf als die Lebern von Letzteren. Die Selenkonzentration wies zudem noch eine signifikante positive Korrelation zum Körpergewicht auf. Nun stellten HOPKINS et al. (2004) sich die Frage, wie hoch

die Selentoleranz von Schlangen ist und welche Auswirkungen sich hierbei auf die Reproduktion ergeben. In Fütterungsversuchen an der Afrikanischen Hausschlange (*Lamprophis fuliginosus*) wiesen sie nach, dass exzessive Selengaben zu einer signifikanten Steigerung der Selenkonzentration in den Nieren, Lebern und Geschlechtsorganen führen. Ab einer Seleninjektion von 20 µg/g Beutetier (wobei die Beute 25 % des Körpergewichtes der Schlange entsprach) wurden signifikant höhere Konzentrationen in den Eiern der Schlangen gemessen. Alle 21 aus diesen Eiern geschlüpften Jungtiere zeigten keinerlei morphologische Veränderungen, obwohl sie Selenkonzentrationen von über 24 µg/g Körpergewicht aufwiesen. Wenn man dies mit Selenhöchstgrenzen von  $\geq 16$  µg/g in Vogeleiern vergleicht, liegt die Toleranzgrenze bei Schlangen deutlich höher (HOPKINS et al., 2004).

Abschließend sei erwähnt, dass es erhebliche regionale Unterschiede bezüglich des Mengen- und Spurenelementgehaltes von Schlangen gibt (BURGER et al., 2006). Die Untersuchungen von HOPKINS et al. (1999) und BURGER et al. (2006) zeigten, dass Schlangen hervorragend als Bioindikatoren zur Messung der Schadstoffbelastung in der Umwelt geeignet sind, da sie am Ende der Nahrungskette stehen.

### **5. Pathologische Daten von Schlangen**

#### **5.1 Erkrankungen durch Fütterungsfehler**

Da in dieser Studie auch pathologische Sektionsbefunde erhoben wurden, soll hier eine kurze Zusammenfassung der häufigsten nutritiven Erkrankungen bei Schlangen erfolgen.

##### 5.1.1 Adipositas, Fettleber und Legenot

Adipositas stellt ein häufiges Problem von Schlangen in Terrarienhaltung dar. Die Ursache liegt in der eingeschränkten Bewegungsfreiheit vieler Schlangen und in einem übermäßigen Futterangebot (DONOGHUE, 2006; FRYE, 1991a; KÖLLE, 2005). Die Fettleibigkeit führt sekundär zu weiteren gesundheitlichen Problemen (FOWLER und MILLER, 2003). So ist sie beispielsweise bei weiblichen Tieren häufig mit ein Grund einer Legenot. Da die Leber u. a. als Speicherorgan für Lipide dient, ist ein gewisser Fettanteil durchaus physiologisch. Bei überhöhtem Fettgehalt erscheint die Leber vergrößert, hellgelb und weist eine brüchige Konsistenz auf (BEYNON et al., 1997; FRYE, 1991b). Nach SINN (2004) wiesen 40 % der von ihr untersuchten Schlangen eine Lebererkrankung auf, wobei 8,2 % unter einer Fettleber litten.

##### 5.1.2 Gicht

Imbalanzen im Harnsäurestoffwechsel führen nicht selten zu Gicht. Dabei lagern sich Harnsäure und harnsaure Salze in den Gelenken (Gelenkgicht), Organen (**Abbildung 10**) und auf serösen Häuten (Viscerale Gicht) ab (FRYE, 1991a; GABRISCH und ZWART, 2001; MARCUS, 1983; SEYBOLD, 1993). Häufige Ursachen einer Gicht sind: Wassermangel, bzw. zu trocken gehaltenes Terrarium; Nierenschäden durch nephrotoxische Antibiotika oder eine Gicht infolge

entzündlicher Prozesse in den Nieren (KAMPHUES et al., 2004; SEYBOLD, 1993).



**Abbildung 10** Visceralgicht mit deutlicher Ablagerung von Harnsäurekristallen in den Nieren einer Schlange.

### 5.1.3 Vitaminmangelerkrankungen

#### Hypovitaminose B<sub>1</sub>

Vor allem piscivore Schlangenarten, wie Strumpfbandnattern (*Thamnophis spp.*) und Wassernattern (*Nerodia spp.*) sind in Terrarienhaltung von einem Thiaminmangel betroffen. Seine Ursache liegt in der hauptsächlichlichen Verfütterung von rohem thiaminasehaltigem Fisch, ohne gleichzeitiger Supplementierung von Vitamin B<sub>1</sub>. Folgen sind neurologische Symptome (BEYNON et al., 1997; FRYE, 1991a; GABRISCH und ZWART, 2001; KAMPHUES, et al., 2004; KÖLLE, 2005).

#### Hypovitaminose C

Vitamin C Mangelerscheinungen finden sich häufig beim Königspython (*Python regius*). Grund dieses Mangels sieht man einerseits in der Verfütterung minderwertiger Futtermittel (IPPEN et al., 1985; KÖLLE, 2005), andererseits in Nierenerkrankungen, die eine ausreichende Eigensynthese von Vitamin C nicht ermöglichen (FRYE, 1991a). Als Folgeerscheinung leiden die Schlangen an einer sehr dünnen rissigen Haut (IPPEN et al., 1985; KÖLLE, 2005). Des Weiteren wird auch die Stomatitis, eine bei Schlangen sehr häufig auftretende Erkrankung (GÖBEL et al., 1990; BEYNON et al., 1997; IPPEN et al., 1985) mit einer Hypovitaminose C in Verbindung gebracht (JAROFKE und LANGE, 1993).

### III. Eigene Untersuchungen

#### 1. Studienziel

Ziel dieser Studie ist es, anhand der durchgeführten anatomischen und chemischen Analysen Referenzwerte zu erarbeiten und art-, geschlechts- und altersbedingte Unterschiede darzustellen. Auf Grund dieser Erkenntnisse sollen Rückschlüsse sowohl auf die Stoffwechselfunktion dieser poikilothermen Tiere, als auch auf ihre Ansprüche an eine artgerechte Ernährung gezogen werden.

#### 2. Material und Methoden

##### 2.1 Art des Untersuchungsmaterials

Es standen 86 Tierkörper von Vertretern der Überfamilien *Boidea* und *Colubroidea* zur Verfügung. Die Tiere wurden in die Altersgruppen *adult* (1), *semiadult* (2) und *juvenil* (3) eingeteilt. Eine Aufstellung der einzelnen Schlangen hinsichtlich Überfamilie, Familie, Art und Anzahl findet sich in den **Tabelle 3 bis 6**. Von drei Tieren wurden keine Analysen durchgeführt, in einem Fall, weil das Tier erst nach Abschluss aller anderen Arbeit zur Verfügung stand und in zwei anderen Fällen wegen fortgeschrittener Mumifizierung der Tierkörper.

Die für die Untersuchung herangezogenen Schlangen stammten von Privatleuten, Tierärzten und Händlern. Sie wurden bereits im gefrorenen Zustand geliefert, nachdem sie entweder infolge infauster Prognose euthanasiert worden waren oder durch den Halter tot aufgefunden worden sind. Der Ernährungszustand (EZ) der untersuchten Schlangen (n=86) variierte von sehr schlecht (1), schlecht (2), mäßig (3), gut (4), sehr gut (5) bis adipös (6). Die Geschlechter werden mit Ziffern angegeben: vor dem Komma stehen männliche Schlangen; nach dem Komma weibliche Schlangen. Die Zahl nach dem zweiten Komma bezeichnet Schlangen unbestimmten Geschlechts (meist Jungtiere).

## Material und Methoden

**Tabelle 3** Übersicht über die zoologische Einteilung, Anzahl und Geschlechterverteilung der untersuchten Schlangen. Männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht.

Überfamilie	Familie	Unterfamilie	Geschlecht	Anzahl (n)
<i>Boidea</i>	<i>Boidae</i>	<i>Boinae</i>	9,7,7	23
		<i>Pythoninae</i>	12,11,8	31
<i>Colubroidea</i>	<i>Colubridae</i>	<i>Colubrinae</i>	11,7,14	32

**Tabelle 4** Übersicht über die Unterarten, Anzahl, Verteilung des Geschlechts und der Altersgruppen der 23 untersuchten Boas. Anzahl (n)/männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht.

Unterart	Lateinischer Name	adult	semiadult	juvenil	Anzahl (n)
<i>Madagaskarboa</i>	<i>Acrantophis dumerili</i>	1/1,0,0	1/1,0,0	1/0,1,0	3/2,1,0
<i>Abgottschlange</i>	<i>Boa constrictor constrictor</i>	2/1,1,0	2/0,1,1	5/2,1,2	9/3,3,3
<i>Hundskopfboa</i>	<i>Corallus caninus</i>	2/1,1,0	1/1,0,0	-	3/2,1,0
<i>Gartenboa</i>	<i>Corallus enydris/hortulanus</i>	1/0,1,0	-	-	1/0,1,0
<i>Regenbogenboa</i>	<i>Epicrates cenchria cenchria</i>	1/0,1,0	-	4/0,0,4	5/0,1,4
<i>Madagaskar-Hundskopfboa</i>	<i>Sanzinia madagascariensis</i>	1/1,0,0	1/1,0,0	-	2/2,0,0

**Tabelle 5** Übersicht über die Unterarten, Anzahl, Verteilung des Geschlechts und der Altersgruppen der 31 untersuchten Pythons. Anzahl (n)/männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht.

Unterart	Lateinischer Name	adult	semiadult	juvenil	Anzahl (n)
<i>Amethystpython</i>	<i>Morelia amethystina</i>	-	1/1,0,0	-	1/1,0,0
<i>Diamantpython</i>	<i>Morelia spilota</i>	1/0,1,0	-	-	1/0,1,0
<i>Tigerpython</i>	<i>Python molurus</i>	-	1/1,0,0	1/0,0,1	2/1,0,1
<i>Königpython</i>	<i>Python regius</i>	4/3,1,0	8/5,3,0	14/2,5,7	26/10,9,7
<i>Felsenpython</i>	<i>Python sebae</i>	-	-	1/0,1,0	1/0,1,0

## Material und Methoden

**Tabelle 6** Übersicht über die Unterarten, Anzahl, Verteilung des Geschlechts und der Altersgruppen der 32 untersuchten Nattern. Anzahl (n)/männlich, weiblich, unbestimmtes Geschlecht.

Unterart	Lateinischer Name	adult	semiadult	juvenil	Anzahl (n)
Kornnatter	<i>Pantherophis guttatus</i> (syn. <i>Elaphe guttata</i> )	7/3,4,0	2/1,1,0	13/0,0,13	22/4,5,13
Erdnatter	<i>Elaphe obsoleta quadrivittata</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0
Vierstreifennatter	<i>Elaphe quatuorlineata</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0
Amurnatter	<i>Elaphe schrencki</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0
Mandarinnatter	<i>Euprepiophis mandarina</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0
Mexikanische Königsnatter	<i>Lampropeltis mexicana greeri</i>	2/0,2,0	-	-	2/0,2,0
Königsnatter	<i>Lampropeltis triangulum sinaloe</i>	-	-	1/0,0,1	1/0,0,1
Bullennatter	<i>Pituophis catenifer</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0
Strumpfbandnatter (San Franzisko)	<i>Thamnophis sirtalis tetrataenia</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0
Nasen-Peitschennatter	<i>Ahaetulla nasuta</i>	1/1,0,0	-	-	1/1,0,0

Für die Analysen wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Sektion
2. Probenvorbereitung für weiterführende Untersuchungen
3. Analyse des Restkörpers (=Ganzkörper abzüglich Leber)
4. Analyse der Leber
5. Analyse der Knochen
6. Analyse der Haut

Bei der Sektion wurde eventuell vorhandener Inhalt von Verdauungstrakt einschließlich Kloake entfernt. Anatomische Daten über Größe und Gewicht der Schlangenkörper und -organe wurden ebenso schriftlich festgehalten wie makroskopisch sichtbare Körper- und Organveränderungen, Parasiten oder ähnliches. Die Bestimmung des Geschlechts erfolgte, soweit möglich, bei juvenilen Tieren per Sondierung (FRYE, 1991b; JAROFKE und LANGE, 1993), bzw. bei Adulten zusätzlich anhand der Gonaden. Das Geschlecht konnte von 29 Jungtieren nicht bestimmt werden. Insgesamt waren 31 Schlangen männlich und 24 Schlangen weiblich.

## 2.2 Vorbereitung des Untersuchungsmaterials

### 2.2.1 Sektion

Die Lagerung der Schlangen erfolgte sofort nach Anlieferung in einem Gefrierraum bei -18 °C. Zum Auftauen wurden sie, je nach Körpergröße, 1-3 Tage vor der Sektion in einen Kühlraum mit einer Raumtemperatur von +4 °C gebracht. Ein Abwiegen der Einzeltiere im gefrorenen Zustand war in der Regel nicht möglich, da meist eine Vielzahl von Schlangen in einem Klumpen zusammen gefroren war, welcher erst nach dem Auftauen entwirrt werden konnte. Die aufgetauten Tierkörper wurden zuerst gewogen und die Körperlänge und Maulgröße gemessen. Da KEIL bereits 1990 in ihrer Dissertation und 1992 nochmals (KEIL und WISSDORF 1992) darauf hingewiesen hat, dass eine Längenmessung bei Schlangen nur dann sinnvoll ist, wenn sie sich auf die eigentliche Körperlänge, sprich den Abstand zwischen Schnauzenspitze und Kloake und nicht auf die Gesamtlänge des Tieres bezieht, wurde dies in dieser Dissertation, soweit möglich, übernommen. Laut KEIL (1990) weisen männliche Tiere im Vergleich zur weiblichen in der Regel eine signifikant größere Länge des Bereichs von der Kloake bis zur Schwanzspitze auf. Dieser Geschlechtsdimorphismus könnte zu Fehlangaben führen. Untersucht wurden insbesondere das Gewicht und die Länge von Herz, Leber, Nieren, Gallenblase, Ösophagus, Magen, Darm und deren Inhalte (**Abbildung 11**). Für die



Längenmessungen diente ein handelsübliches Lineal. Die Organgewichte wurden mit Hilfe einer Waage (Sartorius CP 2202S<sup>®</sup>; Max. 2.200 g, d=0,01 g; Sartorius, Göttingen) erstellt. Soweit vorhanden, wurde der Fettkörper der Tiere separiert und getrennt gewogen. Für weitere Analysen erfolgte (wie nachfolgend beschrieben) die Separation von 69 Lebern, 11 Häuten und das Skelett von 11 Schlangen. Bis zur weiteren Verarbeitung wurde das vorbereitete Probenmaterial wieder bei -18 °C eingefroren. Die Lagerung von Knochen, Haut, Leber und Restkörper geschah jeweils voneinander isoliert.

### 2.2.2 Trocknung und Zerkleinerung

Die Vorzerkleinerung erfolgte je nach Körpergröße zuerst mit einem handelsüblichen Fleischerhackbeil, anschließend mit einer Schneidmühle (Grindomix GM 200<sup>®</sup>, Retsch, Haan). Die entstandene Masse wurde in vorher austarierten Aluschalen gewogen und für die Gefriertrocknung in einer Gefriertrocknungsanlage (Christ Gamma 1-20<sup>®</sup>, Christ, Oderode am Harz) vorbereitet. Die Gefriertrocknung erfolgt mittels Sublimation in einem Vakuum, wobei im Probenmaterial eine Kerntemperatur von < -10 °C herrschte.

Nach erfolgter Trocknung (3-4 Tage lang) konnte mittels Rückwaage der Trockensubstanzgehalt der Probe bestimmt werden. Sehr fettreiche Untersuchungssubstanzen mussten vorentfettet (s. u.) werden, ansonsten konnten sie gleich im Anschluss der Trocknung in Mühlen (SM 2000<sup>®</sup>, Retsch, Haan und ZM 100<sup>®</sup>, Retsch, Haan) fein gemahlen werden. Um kein Untersuchungsmaterial zu verlieren und zur Vermeidung von Kontamination der Probe mit Fremdmaterial musste dies Mühle vor und nach dem Mahlvorgang entsprechend gereinigt werden. Die Aufbewahrung des gemahlten Probenmaterials erfolgte bis zur weiteren Analyse, in Abhängigkeit von der Quantität, in Urinbechern oder in stabilen Plastikgefriertüten bei -18 °C im Gefrierraum.

## Material und Methoden

Sektionsprotokoll Nr.: **S** \_\_\_\_\_ erstellt am: \_\_\_\_\_

Probenanzahl: \_\_\_\_\_, + Leber

Art: \_\_\_\_\_ Lat. Bezeichnung: \_\_\_\_\_

Vorbericht / Herkunft: \_\_\_\_\_

Alter: juvenil , semiadult , adult  Geschlecht: ♂ , ♀

KGW: \_\_\_\_\_, Ernährungszustand: 1-2-3-4-5-6

KL: \_\_\_\_\_; SKL: \_\_\_\_\_

Maulbreite (cm): \_\_\_\_\_, MWS (cm): \_\_\_\_\_

Haut: \_\_\_\_\_

Knochen: \_\_\_\_\_

### Innere Organe

1. Nieren: \_\_\_\_\_
2. Leber: \_\_\_\_\_
3. Gallenblase: ja , nein , Füllungszustand: \_\_\_\_\_
4. Herz: \_\_\_\_\_
5. Lungen: \_\_\_\_\_
6. Magen: \_\_\_\_\_
7. Darm: \_\_\_\_\_
8. Fettkörper: \_\_\_\_\_

<b><u>Organe</u></b>	<b>Länge (cm)</b>	<b>Gewicht (g)</b>	<b>G - Inhalt (g)</b>	<b>Inhalt (g)</b>
----------------------	-------------------	--------------------	-----------------------	-------------------

Ösophagus:				
Magen:				
Darm insg.:				
Düda:				
Dida:				
Leber:				
Herz:				
Nieren:				

Diagnosen: \_\_\_\_\_

**Abbildung 11** Sektionsprotokoll zur Studie.

### 2.2.3 Vorentfettung

Da einige Proben zu fetthaltig waren, um gleich nach der Gefriertrocknung gemahlen werden zu können, mussten diese zuerst vorentfettet werden. Die gefriergetrockneten austarierten Proben wurden in entsprechend vorbereiteten Bechergläsern für ca. 24 Stunden mit Petroläther vermengt und mehrmals umgerührt. Dabei muss die Probe vollständig mit Petroläther bedeckt sein. Separierte Fettkörper wurden zuvor mit einer Gabel zerkleinert und ihre bindegewebige Umhüllung zerstört, um ein möglichst vollständiges Lösen des Fettes zu gewährleisten. Nach 24 Stunden wurden die Proben jeweils in Messzylinder abfiltriert und bis zur Eichmarke mit Petroläther aufgefüllt. Das so gelöste Fett wurde für weitere Analysen in Glasflaschen aufbewahrt. Da die vorentfetteten Proben Luftfeuchtigkeit aufgenommen hatten, wurden sie nochmals 48 Stunden unter einem Dunstabzug in austarierten Aluschalen getrocknet und anschließend nochmals gefriergetrocknet. Nach nochmaligen Wiegen konnte so die in Lösung gegangene Fettmenge bestimmt werden. Die vorentfetteten Proben wurden gleich im Anschluss wie zuvor beschrieben gemahlen.

### 2.2.4 Vorbereitung der Knochen

1. Freipräparation
2. Vortrocknung
3. Abfraß durch Afrikanische Speckkäfer (*Dermestes maculatus*)
4. manuelle Reinigung
5. Gefriertrocknung
6. Zerkleinerung
7. Analyse

Nachdem die komplette Wirbelsäule inklusive des Schädels und der Rippen während der Sektion frei präpariert waren, wurden sie zuerst manuell und im Anschluss mit Hilfe Afrikanischer Speckkäfer (*Dermestes maculatus*) im Institut für Palaeoanatomie der LMU-München von Sehnen und Fleisch befreit. Dies dauerte, abhängig von der Außentemperatur und Probenmenge, ca. 2-4 Wochen.

Anschließend mussten die Knochen manuell von toten Larven und restlichem Gewebe befreit werden. Da sich die Reinigung aller Wirbelkörper als zu aufwendig herausstellte, wurden allen Schlangen aus dem *kranialen*, dem *medialen* und *kaudalen* Bereich der Wirbelsäule jeweils 6 Wirbelkörper entnommen, also à 18 Stück je Tier. Bevor die Knochen 3-4 Tage lang im Lyofilisator (Christ Gamma 1-20<sup>®</sup>, Christ, Osterode am Harz) getrocknet werden konnten, wurden sie gewogen, um mittels Differenz zum Ausgangsgewicht, auf den Trockensubstanzgehalt (TS) zu kommen. Nach Erhalt der TS wurden die Knochen im Mörser fein zerkleinert und das Knochenfett mit Petroläther bei ca. 40-60°C gelöst. Das nun fettfreie Knochenmaterial wurde nochmals 24 Stunden im Trockenschrank bei 103 °C getrocknet und anschließend ausgewogen, bevor es im Muffelofen Thermicon P<sup>®</sup> (Haraeus instruments; Hanau) bzw. Controller P320<sup>®</sup> (Nabertherm; Lilienthal) für 72 Stunden bei 550°C verascht werden konnte. Die so erhaltene Rohasche (Ra) konnte gewogen und anschließend zur Mengen- und Spurenelementanalyse verwendet werden.

### 2.2.5 Vorbereitung der Lebern

1. Sektion
2. Homogenisierung
3. Gefriertrocknung
4. Analyse

Das bereits separierte Lebermaterial wurde nach dem Auftauen nochmals gewogen. Im Anschluss erfolgte die Gefriertrocknung der ganzen Leber. Je nach Lebergröße nach vorhergehender Homogenisierung mit Silent Crusher M<sup>®</sup> (Heidolph Instruments, Schwabach). Nach Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes konnten die Lebern für weitere Analysen naßverascht werden. Die besonders kleinen Lebern verschiedener Kornnatterschlüpflinge (*Pantherophis guttatus*) mussten wegen einer zu geringen Einwaage gepoolt werden. Die Zuordnung in diese Gruppen erfolgte über ihre Herkunft (**Tabelle 7**). Die Lebern von 21 Schlangen konnten zudem noch auf ihren Rohfettgehalt hin untersucht werden.

**Tabelle 7** Lebern von Kornnatterschlüpflingen (*Pantherophis guttatus*), gepoolt nach ihrer Herkunft.

<i>Lebernummer</i>	<i>Herkunft</i>
SL 27/28	Privat
SL 62/63/65	Privat
SL 83/84/85	Tierarzt

### 2.2.6 Vorbereitung der Haut

Die abgezogene Haut wurde manuell von Fleisch und Bindegewebe gereinigt, gefriergetrocknet und ihre Trockensubstanz bestimmt. Nach dem bereits beschriebenen Verfahren wurde sie gemahlen und bis zu weiteren Analysen in Gefriertüten bei -18 °C im Gefrierraum aufbewahrt.

## **2.3 Weitergehende Untersuchungen**

Aus den Einzelergebnissen von Restkörper, Leber, Haut und Knochen wurden die Parameter des Gesamtkörpers errechnet. Neben Trockensubstanz, Rohfett- und Rohaschegehalt, Mengen- und Spurenelementen, wurden auch das Ca/P – Verhältnis und das Fettsäuremuster erfasst.

### 2.3.1 Prüfparameter für den Ganzkörper abzüglich Leber (=Restkörper; RK)

#### **Rohnährstoffe**

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

#### **Fettsäuren**

#### **Mengen- und Spurenelemente**

- Kalzium (Ca)

- Phosphor (P)
- Natrium (Na)
- Kalium (K)
- Eisen (Fe)
- Kupfer (Cu)
- Zink (Zn)
- Selen (Se)
- Magnesium (Mg)

### **Kalzium-Phosphor-Verhältnis**

### 2.3.2 Prüfparameter für die Leber

#### **Rohnährstoffe**

- Trockensubstanz
- Rohasche (Ra)
- Rohfett (Rfe)

#### **Mengen- und Spurenelemente**

- Kalzium (Ca)
- Phosphor (P)
- Natrium (Na)
- Kalium (K)
- Eisen (Fe)
- Kupfer (Cu)
- Zink (Zn)
- Magnesium (Mg)

### **Kalzium-Phosphor-Verhältnis**

### 2.3.3 Prüfparameter für die Haut

#### **Rohnährstoffe**

- Trockensubstanz
- Rohasche
- Rohfett
- Rohprotein

#### **Mengen- und Spurenelemente**

- Kalzium (Ca)
- Phosphor (P)
- Natrium (Na)
- Kalium (K)
- Eisen (Fe)
- Kupfer (Cu)
- Zink (Zn)
- Selen (Se)
- Magnesium (Mg)

### **Kalzium-Phosphor-Verhältnis**

### 2.3.4 Prüfparameter für die Knochen

#### **Rohnährstoffe**

- Trockensubstanz
- Rohasche
- Rohfett

#### **Mengen- und Spurenelemente**

- Kalzium (Ca)
- Phosphor (P)
- Natrium (Na)
- Kalium (K)
- Eisen (Fe)
- Kupfer (Cu)
- Zink (Zn)
- Magnesium (Mg)

#### **Kalzium-Phosphor-Verhältnis Knochendichte**

## **2.4 Analysenmethoden**

### 2.4.1. Rohnährstoffbestimmung

Mit Hilfe der Weender Futtermittelanalyse in der Fassung von NAUMANN und BASSLER (1997) wurden sowohl die Rohnährstoffe, als auch der Trockensubstanzgehalt des zuvor aufgeführten Probenmaterials bestimmt.

#### **2.4.1.1 Die Trockensubstanz (TS)**

Die TS wird mittels Differenz von Ausgangsgewicht des Probenmaterials abzüglich des jeweiligen Endgewichtes (nach erfolgter Trocknung bis zur Gewichtskonstanz in der Gefriertrocknungsanlage (Christ Gamma 1-20<sup>®</sup>, Christ, Osterode am Harz) berechnet. Dabei ist darauf zu achten, dass gefriergetrocknetes Gut sofort nach Entnahme gewogen beziehungsweise bis zur Auswaage im Exsikkator aufbewahrt wird, damit keine Messfehler entstehen. Die so gewonnene TS kann für weitere Rohnährstoffanalysen verwendet werden, dabei ist allerdings zu beachten, dass vor jeder weiteren Untersuchung das

Probenmaterial erneut getrocknet wird, um eine Gewichtsverfälschung durch die Luftfeuchtigkeit zu verhindern.

Berechnung:

$$\text{TS (\%)} = \text{Endgewicht} * 100 / \text{Ausgangsgewicht}$$

### **2.4.1.2 Rohasche (Ra)**

Zur Vorbereitung der Rohaschegewinnung werden die benötigten Porzellantiegel vorgeglüht. Dies geschieht 1 h bei 550 °C im Muffelofen Thermicon P<sup>®</sup> (Haraeus instruments; Hanau) bzw. Controller P320<sup>®</sup> (Nabertherm; Lilienthal). Nach Abkühlung der Tiegel im Exsikkator werden diese gewogen und die Probenmenge bestimmt. Je nach Konsistenz und Menge wird die Probe anschließend 48 bis 72 Stunden im Muffelofen vollständig bis zum Erhalt der Rohasche verbrannt.

Berechnung:

$$\text{Ra (\%)} = \text{Auswaage (Gewicht - Tiegel)} * 100 / \text{Einwaage}$$

### **2.4.1.3 Rohprotein (Rp)**

Rohproteinbestimmung nach dem Verfahren nach Kjeldahl

Das Probenmaterial wird in einen Kjeldahlkolben eingewogen und mit konzentrierter Schwefelsäure und einem Katalysator versetzt. Für ca. 30 Minuten bei 410 °C wird es erhitzt und nass verascht. Infolge Oxidation wird Stickstoff in seine Ammoniumform übergeführt. Es bildet sich Ammoniumsulfat. Durch Zugabe von NaOH (32 %ig) erfolgt eine Alkalisierung (Farbindikator) und NH<sub>3</sub> wird ausgetrieben. Der Ammoniak wird durch eine nachfolgende Destillation mit Hilfe eines Kühlers in eine 1 %ige Borsäurevorlage eingeleitet. Es entsteht Ammoniumborat mit Bindung der H<sup>+</sup>-Ionen. Dies wird mit HCl (0,2 N) bis zum Farbumschlag (Farbindikator) titriert. Der Verbrauch der Salzsäure ist der NH<sub>3</sub>-Menge äquivalent.

Berechnung:

$$\text{Rp (\%)} = \text{Verbrauch an HCl in ml} * (\text{N} * 6,25) / \text{Probeneinwaage}$$



## Material und Methoden

---

Für diese Arbeit wurde pro Kjeldahlkolben eine Probenmenge von ca. 0,6 g in Papierschiffchen eingewogen. Nach Zufügen jeweils einer Tablette Kjeltab<sup>®</sup> Cu/3,5 (3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,4 g CuSO<sub>4</sub> x 5 H<sub>2</sub>O) wurden 10 ml 96%ige Schwefelsäure zugesetzt. Die Naßveraschung erfolgte im Digestor 2020<sup>®</sup> (Foss, Hamburg) mit dem Programm 1. Die Bestimmung des Rohproteingehaltes mittels Titration wurde mit Hilfe des Kjeltec<sup>™</sup> 2400<sup>®</sup> (Foss, Hamburg) durchgeführt und die Berechnung gleich im Anschluss maschinell erstellt.

### 2.4.1.4 Rohfett (Rfe)

Die Rohfettbestimmung erfolgte nach dem Verfahren nach Soxhlet

Ca. 5-10 g Probenmaterial wird mittels Hülsenträger direkt in Extraktionshülsen (33 x 80 mm, Sartorius, Göttingen) eingewogen und mit einem entfetteten Wattebausch verschlossen, damit die Proben während des nachfolgenden Verfahrens nicht überlaufen können. Die Fettauffangbehälter aus Aluminium werden für ca. 30 Minuten im Trockenschrank, zusammen mit je drei Siedesteinchen aus Glas getrocknet, anschließend im Exsikkator abgekühlt und gewogen. Nach diesen Vorbereitungen beginnt die eigentliche Fettextraktion. Sowohl die Hülsen, als auch die Aluminiumbecher werden in die Soxhletapparatur (2050 Soxtec<sup>®</sup>, Auto Extraction Unit, Foss, Hamburg) eingesetzt. Die abgetrennten Hülsenbereiche werden mit jeweils 80 ml Petroläther befüllt und anschließend bei 135 °C (Programm 1) extrahiert. Nach Trocknen (1 h, 103 °C) des gewonnenen Fettes und Auskühlen des Alubehälters im Exsikkator, kann dessen Endgewicht bestimmt werden.

Berechnung:

$$\text{Rfe (\%)} = \text{Auswaage (Gewicht-Alubehälter-Glasperlen)} * 100 / \text{Einwaage}$$

Hierbei ist zu beachten, dass der Fettgehalt der vorentfetteten Proben, dem hier gewonnenen Fett zugerechnet werden musste, um den tatsächlichen Rohfettgehalt zu ermitteln.

### 2.4.2 Fettsäurebestimmung

Die Fettsäurebestimmung erfolgte im Gaschromatographen

Das mittels Soxhletverfahren gewonnene Rohfett wurde in 3 ml Di-Methyläther gelöst, bevor es zur Fettsäurebestimmung weiterverwendet wurde. Zur Analyse wurde daraus eine Teilprobe von 100 µl entnommen. Ihr wurden je 300 µl Chloroform und 50 µl Tri-Methyl-Sulfonium-Hydroxid (0,25 M in Methanol) zugegeben. Die Lösungen wurden durch Schütteln gut miteinander vermischt, bevor sie im Gaschromatographen (610 Series gas chromatograph®; unicam; Kassel) analysiert werden konnten. Zum Untersuchungsmaterial lief zeitgleich ein Standard (Supelco™ 37; Component Fame Mix; Taufkirchen) mit, um ein Standarddiagramm zu erstellen. Anhand dieses Diagramms konnten die sich in den Proben befindlichen Fettsäuren mit den einzelnen Peaks identifiziert und anschließend ausgewertet werden.

### 2.4.3 Mineralstoffbestimmung

Probenvorbereitung mittels Naßveraschung

Die Naßveraschung der Proben erfolgt in der Mikrowelle MLS-Ethos 1600® (MLS, Leutkirchen). Eine Probenmenge von ca. 0,5 g wird zuerst in spezielle Kristallgläschen eingewogen, die wiederum in spezielle Plastikbehälter gestellt werden. Zur Probe werden 5 ml 65 %ige Salpetersäure gegeben, in die Plastikbehälter je 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und 5 ml aqua dest. Sowohl das Glas-, als auch das Plastikgefäß werden verschlossen, in weitere Mikrowellenbehältnisse eingeschraubt und im Anschluss für 1 Stunde bei 170 °C in der Mikrowelle gekocht. Nach Abkühlen auf 50 °C werden die Proben entnommen und der flüssige Inhalt in Reagenzröhrchen umgefüllt. Diese werden auf 10 ml mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Die so entstandene Lösung kann nun für die weiteren Untersuchungen als Stammlösung genutzt werden und bei Bedarf eine definierte Verdünnungsreihe angelegt werden.

### 2.4.3.1 Kalzium, Natrium und Kalium

Die in der Naßveraschung gewonnene Probenlösung konnte anschließend am Flammenphotometer (Eppendorf EFOX 5053<sup>®</sup>; Hamburg) auf den Gehalt an Kalzium, Natrium und Kalium hin untersucht werden. Weitere zur Messung benötigte Lösungen waren eine Standard-Stammlösung und eine Lithiumlösung.

Durchführung:

Das Gerät muss zunächst ca. 15 Minuten warm laufen. Der Acetylenhahn wird geöffnet. Die Probenlösung wird je nach Bedarf verdünnt (Ganzkörper 100fach, Leber und Haut 10fach, Knochen bis zu 40000fach). Davon wird ca. 200-500 ml in Eppendorf Cups (1,5 ml Fassungsvermögen) pipettiert. Das Flammenphotometer wird auf „Urin“ als Methode eingestellt, die Probenanzahl eingegeben und der Messvorgang gestartet.

Berechnung:

$$\text{Ca [g/kg]} = \frac{40,08 \text{ [g/mol]} * \text{Messwert [mmol/l]} * \text{Verdünnung (10 [ml] aus Veraschung)}}{1000 * \text{Einwaage [g]}}$$

Die Berechnung des Gehalts [g/kg] an Natrium und Kalium erfolgt nach obiger Formel entsprechend ihrer Atomgewichte.

Atomgewichte: Ca = 40,08

Na = 22,99

K = 39,102

### 2.4.3.2 Phosphor

Die photometrische Phosphorbestimmung aus der Naßveraschungslösung erfolgte im Spektralphotometer Genesys 10 UV<sup>®</sup> (Thermo Spectronic; Rochester; USA).

Probenvorbereitung: 0,05 ml der Naßveraschungslösung (Der Verdünnungsgrad entspricht dem der Kalziumbestimmung) wird in Polypropylen-Röhrchen (13 ml; Sarstedt; Nürnberg) mit je 1 ml Trichloressigsäure, Molybdat- und Vanadat-

## Material und Methoden

---

Lösung pipettiert und mit Hilfe eines Reagenz-Schüttlers gut durchmischt. Die so entstandene Lösung muss anschließend mindestens 10 Minuten ruhen, bevor sie in Messküvetten (2,5 ml) umgefüllt, im oben genannten Photometer bei 366 nm gemessen wird.

Der Zeitgleich eingesetzte Blindwert (1ml Trichloressigsäure + 1 ml Molybdat- + 1 ml Vanadat-Lösung) wurde bei diesem Photometermodell automatisch zur Messwertberechnung miteinbezogen.

Berechnung der gewonnenen Phosphor-Messwerte:

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

Standard = 0,34

### 2.4.3.3 Kupfer, Zink, Magnesium und Eisen

Mittels Atomabsorptions-Spektralphotometer Unicam 939<sup>®</sup> (ATI Unicam; Offenbach am Main) bzw. A Analyst 800<sup>®</sup> (Perkin Elmer Instruments; Rotgau-Jügesheim) wurde eine Bestimmung der Gehalte von Kupfer, Zink, Magnesium und Eisen in der Probelösung durchgeführt. Da für einige Elemente eine Verdünnung (bis 5000fach) der Ausgangslösung (10fach) notwendig wurde, erfolgte je nach Bedarf für einen Teil der Ausgangslösung eine Streckung mit *aqua dest.*, bis der optimale Messbereich des Atomabsorptions-Spektralphotometers erreicht war. Die erhaltenen Verdünnungsreihen wurden mit Salpetersäure (65 %ig) angesäuert. Für die Messung jedes einzelnen Elements wurde eine genau definierte Wellenlänge bestimmt.

Verwendete Wellenlängen (nm):      Verwendete Standards:

Cu: 327,4	Kupfer(II)-nitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Zn: 213,9	Zinknitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Mg: 285,2	Magnesiumnitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l
Fe: 248,3	Eisen(III)-nitrat in Salpetersäure 0,5 mol/l

### 2.4.3.4 Selen

Die Selenbestimmung erfolgte ebenfalls im Atomabsorptions-Spektralphotometer Unicam 939<sup>®</sup> (ATI Unicam; Offenbach am Main). Allerdings wurde für die Analyse die Graphit-Rohr-Technik angewandt. Für die Bestimmung musste  $\text{Se}^{6+}$  in  $\text{Se}^{4+}$  reduziert werden.

Dazu wurde zuerst die nach der Naßveraschung gewonnene Probe in einem Erlenmeyerkolben für ca. 30 Minuten bei 150-200 °C aufgeköcht (VWR Hotplate<sup>®</sup>; VWR; Ismaning) und auf ca. 2 ml Lösung reduziert. Diese wurde mit rauchiger Salzsäure (37 %ig) mindestens 30 Minuten lang, unter mehrmaliger Zugabe von insgesamt ca. 10 ml HCl bei 170-200 °C aufgeköcht. Anschließend wurde die Probenlösung wieder auf ca. 2 ml reduziert. Nach darauffolgender Lösung in aqua dest., wurde die Probe in Reagenzröhrchen umgefüllt und auf 10 ml aufgefüllt. Für die Messung benötigt man ca. 5 ml Probenlösung.

Verwendete Wellenlänge (nm):

Verwendeter Standard:

Se: 196

Selen in 2%igem  $\text{HNO}_3$  (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )

### 2.4.4 Bestimmung der Knochendichte

Die Bestimmung der Knochendichte erfolgte nach dem „Archimedischen Prinzip“ mit Hilfe einer hydrostatischen Waage (Dichtebestimmungssets Sartorius YDK01<sup>®</sup>, Sartorius, Göttingen). Wird ein Körper in Flüssigkeit getaucht, erfährt er eine nach oben gerichtete Auftriebskraft. Diese Kraft ist gleich dem Betrag der Gewichtskraft, der durch das Volumen des Körpers verdrängten Flüssigkeit. Eine hydrostatische Waage ermöglicht einem die Ermittlung des Gewichtes eines Körpers sowohl in der Luft, als auch im Wasser. Bei bekannter Dichte des Wassers wiederum lässt sich die Dichte des gewogenen Körpers errechnen. Die Durchführung erfolgte bei einer Wassertemperatur von 20 °C. Daraus ergibt sich für das Wasser eine Dichte  $\rho(\text{fl}) = 1 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ . Von 11 Schlangen wurde je ein Wirbel aus dem Mittelbereich der Wirbelsäule verwendet. Die Knochen waren

zuvor gereinigt und nicht getrocknet worden. Nach Erhalt der Gewichte nach oben genanntem Prinzip, erfolgte die Berechnung der Knochendichte.

Berechnung der Knochendichte:

$$\rho \text{ [g/cm}^3\text{]} = \frac{W(a) * \rho(fl)}{W(a) - W(fl)}$$

Dabei ist:

$\rho$  = die Dichte des Festkörpers

$\rho(fl)$  = die Dichte der Flüssigkeit (hier: Wasser)

$W(a)$  = das Gewicht des Festkörpers in Luft

$W(fl)$  = das Gewicht des Festkörpers in der Flüssigkeit (hier: Wasser)

## 2.5 Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt tabellarisch um eine bessere Übersicht zu gewähren. Berechnet wurde der jeweilige Mittelwert und die Standardabweichung unter Angabe der Anzahl (n) und der Minimal- und Maximalwerte (MIN-MAX) der Ergebnisse. Da teilweise nicht alle Daten und Analysen einzelner Schlangen erhoben werden konnten, variiert die Anzahl (n).

## 2.6 Statistische Prüfung

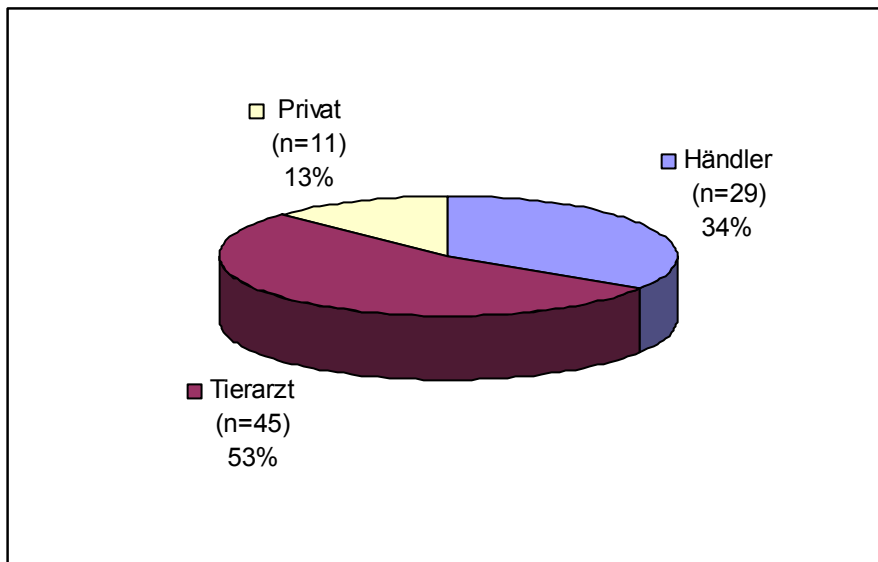
Die Statistische Überprüfung aller Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Computerprogramms Sigma. Stat 3.0. Die Berechnungsgrundlage variierte je nach Vorschlag des Programms. Überwiegend wurde der Two-Way-Anova-Test und die Holm-Sidak-Methode angewandt. Auf die statistische Überprüfung wurde verzichtet, wenn die Probenanzahl zu gering war. Als Grenze für die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde  $p=0,05$  festgelegt.

### IV. Ergebnisse

#### 1. Sektionsergebnisse

##### 1.1 Herkunft

Wie bereits im Abschnitt Material und Methoden erwähnt, stammten die untersuchten Tiere von Tierärzten, Händlern und Privatleuten. **Abbildung 12** zeigt die prozentuale Verteilung der Schlangen nach ihrer Herkunft.



**Abbildung 12** Herkunft der seziierten Schlangen (n=86).

Zur Vereinfachung werden die Unterfamilien Colubrinae und Boinae in die Gruppe der Nattern und Riesenschlangen (Riesenschl.) unterteilt. Da die Pythons und Boas aus der Gruppe der Riesenschlangen nochmals unterschieden werden, wird im folgenden meist einfach nur zwischen Nattern, Boas und Pythons differenziert, die hier als „Gruppen“ betitelt werden.

### 1.2 Körpermaße, -gewichte

#### 1.2.1 Körpergewicht

Das Körpergewicht der untersuchten Schlangen reichte von 3 g bis 4900 g. Durchschnittlich wogen die Tiere 441,7 [g]  $\pm$  973,0 (86), bei einem Variationskoeffizienten von 220 %. **Tabelle 8** zeigt die Verteilung des absoluten Körpergewichtes [g] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Es ergab sich eine statistisch signifikante Interaktion zwischen dem Faktor Gruppe und dem Faktor Alter ( $p=0,002$ ). Während sich zwischen den Altersstufen innerhalb der Gruppe Nattern und der Gruppe Pythons keinerlei signifikante Unterschiede ergaben, unterschieden sich die Gruppe der juvenilen Boas deutlich von den Semiadulten und Adulten.

**Tabelle 8** Die Verteilung des Körpergewichtes [g] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetisches Mittel [g]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	Juvenil	Semiadult	Adult
<i>Nattern</i>	7,7 $\pm$ 6,0 <sup>a,A,A'</sup> (2,8-23,3; n=14)	140,2 $\pm$ 14,1 <sup>a,A,A'</sup> (130,2-150,2; n=2)	254,9 $\pm$ 183,9 <sup>a,A*,A'</sup> (23,6-764,8; n=16)
<i>Riesenschl.</i>	89,8 $\pm$ 84,7 <sup>a,B'</sup> (10,3-302,0; n=26)	611,0 $\pm$ 863,3 <sup>a,A'</sup> (139,1-3645,0; n=15)	1686,7 $\pm$ 1876,0 <sup>b,B'</sup> (531,5-6476,0; n=13)
<i>Boas</i>	58,8 $\pm$ 75,2 <sup>a,A</sup> (10,3-267,4; n=10)	412,1 $\pm$ 356,5 <sup>b,A</sup> (139,1-1013,9; n=5)	2183,3 $\pm$ 2280,59 <sup>b*,B</sup> (567,4-6476,0; n=8)
<i>Pythons</i>	114,8 $\pm$ 85,3 <sup>a,A</sup> (33,7-302,0; n=16)	710,5 $\pm$ 1034,4 <sup>a,A</sup> (240,2-3645,0; n=10)	892,0 $\pm$ 416,2 <sup>a,A</sup> (531,5-1381,4; n=5)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.



## Ergebnisse

### 1.2.2 Körperlänge / Schnauzen-Kloaken-Länge

Die Gesamtkörperlänge (KL) variierte zwischen 20 cm und 225 cm, im Durchschnitt  $81,4 \text{ [cm]} \pm 45,4$  (86) bei einem Variationskoeffizienten von 56 %. Die Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL) betrug durchschnittlich  $67,1 \text{ [cm]} \pm 38,1$  (70). Sie reichte von 16,3 cm bis 178,6 cm. Die **Tabelle 9** zeigt eine Übersicht über die Gesamtkörperlänge und die Schnauzen-Kloaken-Länge in cm in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Während sich alle drei Altersstufen der Riesenschlangen in ihrer Gesamtkörperlänge signifikant unterschieden, ergaben sich für die Semiadulten und Adulten der Gruppe der Nattern keine signifikanten Unterschiede. Anderes ergab die statistische Auswertung bezüglich der Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL). Hier gab es zwar signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppe der Nattern zwischen juvenilen und adulten Tieren; desgleichen innerhalb der Gruppe der Boas, wobei die Jungtiere der Boas sich nicht signifikant von den Semiadulten unterschieden. Die Gruppe der Pythons hingegen unterschied sich in ihrer Schnauzen-Kloaken-Länge zwar deutlich zwischen Juvenilen und Adulten; die Semiadulten hier jedoch nicht von den ausgewachsenen Tieren.

**Tabelle 9** Übersicht über die Gesamtkörperlänge (KL) [cm] und die Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL) [cm] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetisches Mittel [cm]  $\pm$  Standardabweichung (n)

Gruppe		Juvenil	Semiadult	Adult
<i>Nattern</i>	KL	$31,5 \pm 9,3^{a,A}$ (14)	$87,1 \pm 3,8^{b,A}$ (2)	$109,7 \pm 17,6^{b*,A}$ (16)
	SKL	$25,2 \pm 7,5^{a*,A}$ (12)	$78,0 \pm 0,0^{a,A}$ (1)	$91,4 \pm 17,4^{b,A}$ (13)
<i>Boas</i>	KL	$55,6 \pm 11,3^{a,B}$ (10)	$86,9 \pm 23,2^{b,A}$ (5)	$163,5 \pm 33,4^{c*,B}$ (8)
	SKL	$45,2 \pm 7,5^{a*,A}$ (8)	$78,6 \pm 19,5^{a,A}$ (5)	$139,7 \pm 27,8^{b,B}$ (5)
<i>Pythons</i>	KL	$50,6 \pm 10,8^{a*,B}$ (16)	$92,1 \pm 49,1^{b,A}$ (10)	$119,5 \pm 25,7^{c,A}$ (5)
	SKL	$46,1 \pm 9,8^{a*,A}$ (15)	$81,8 \pm 42,5^{b,B}$ (9)	$122,9 \pm 21,4^{b,B}$ (2)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

## Ergebnisse

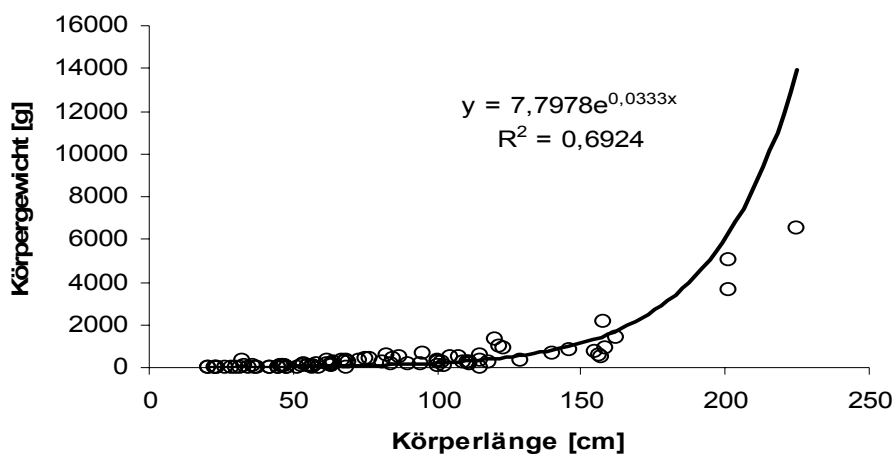
### 1.2.3 Verhältnisse zwischen einzelnen Körpermaßen

Das Körpergewicht (KGW) im Verhältnis zur Körperlänge (KL) betrug  $3,5 \text{ [g/cm]} \pm 4,8$  (86). Während es bei den Nattern einen Wert von  $1,3 \text{ [g/cm]} \pm 1,3$  (32) aufwies, betrug es bei den Riesenschlangen  $4,8 \text{ [g/cm]} \pm 5,6$  (54). **Tabelle 10** zeigt einen Überblick über KGW/KL [g/cm] in Abhängigkeit von Alter und Art. Während sich bei den Nattern zwischen den einzelnen Altersgruppen zwar eine Zunahme ergab, die aber statistisch nicht signifikant war, zeigte sich eine hoch signifikante Differenz zwischen den juvenilen und semiadulten Boas gegenüber den Ausgewachsenen. Bei den Pythons ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Semiadulten und Adulten gegenüber den Juvenilen.

**Tabelle 10** KGW/KL [g/cm] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/cm]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	$0,22 \pm 0,10^{a,A}$ (14)	$1,61 \pm 0,09^{a,A}$ (2)	$2,21 \pm 1,32^{a,A}$ (16)
Boas	$0,92 \pm 0,89^{a,A}$ (10)	$4,38 \pm 2,59^{a,A}$ (5)	$11,77 \pm 9,80^{b*,B}$ (8)
Pythons	$2,10 \pm 1,17^{a,A}$ (16)	$6,58 \pm 4,45^{b,A}$ (10)	$7,28 \pm 2,46^{b,C}$ (5)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.



**Abbildung 13** Körpergewicht [g] und Körperlänge [cm] aller Schlangen (n=86).

## Ergebnisse

Die Beziehung zwischen dem Körpergewicht [g] und der Körperlänge [cm] zeigt **Abbildung 13**. Mit zunehmender Körperlänge stieg das Körpergewicht überproportional an.

Die Schnauzen-Kloaken-Länge im Verhältnis zur Körperlänge, SKL [cm]/KL [cm], betrug  $0,88 \pm 0,05$  (70). **Tabelle 11** veranschaulicht das Verhältnis SKL zu KL % in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Es ergaben bei der statistischen Auswertung keinerlei signifikanten Unterschiede, sowohl zwischen den Altersstufen, als auch zwischen den untersuchten Gruppen.

**Tabelle 11** Das Verhältnis von Schnauzen-Kloaken-Länge zur Körperlänge % in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel %  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
<i>Nattern</i>	$0,85 \pm 0,03^{a,A}$ (12)	$0,87 \pm 0,00^{a,A}$ (1)	$0,83 \pm 0,06^{a,A}$ (13)
<i>Boas</i>	$0,86 \pm 0,05^{a,A}$ (8)	$0,91 \pm 0,03^{a,A}$ (5)	$0,88 \pm 0,04^{a,A}$ (5)
<i>Pythons</i>	$0,92 \pm 0,02^{a,A}$ (15)	$0,89 \pm 0,05^{a,A}$ (9)	$0,89 \pm 0,06^{a,A}$ (2)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 1.2.4 Maulbreite / Schnauzenspitzen-Maulwinkel-Länge

Die Maulbreite (MB) betrug  $1,8$  [cm]  $\pm 0,9$  (86). Sie reichte von 0,5 cm bis 4,5 cm. Die Schnauzenspitzen-Maulwinkel-Länge (MWS) betrug  $2,4$  [cm]  $\pm 0,9$  (86). Sie reichte von 1,0 cm bis 4,5 cm. Das Verhältnis MB/MWS betrug  $0,7 \pm 0,2$  (86) (siehe **Tabelle 12**). Es ergaben sich keinerlei statistisch signifikante Auffälligkeiten.

## Ergebnisse

**Tabelle 12** Das Verhältnis von Maulbreite [cm] zur Schnauzenspitze-Maulwinkel-Länge [cm] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult	Insgesamt
<i>Nattern</i>	0,6 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (14)	0,9 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (2)	0,7 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (16)	0,7 $\pm$ 0,1 (32)
<i>Boas</i>	0,8 $\pm$ 0,3 <sup>a,A</sup> (10)	0,9 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (5)	0,8 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (8)	0,8 $\pm$ 0,2 (23)
<i>Pythons</i>	0,8 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (16)	0,8 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (10)	0,7 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (5)	0,8 $\pm$ 0,1 (31)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 1.2.5 Verhältnis zwischen Körper- und Maulmaßen

Das Verhältnis Maulbreite (MB) zur Körperlänge (KL) betrug durchschnittlich 0,02 [cm/cm]  $\pm$  0,01 (86). Das Minimum hierbei war 0,01 [cm/cm], das Maximum 0,06 [cm/cm]. **Tabelle 13** zeigt das Verhältnis MB/KL in Abhängigkeit von Gruppe und Geschlecht. Es gab keine signifikante Korrelation zwischen der Artzugehörigkeit und dem Faktor Geschlecht.

**Tabelle 13** Das Verhältnis von Maulbreite (MB) [cm] zur Körperlänge (KL) [cm] in Abhängigkeit von Gruppe und Geschlecht. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	männlich	weiblich	nicht definierbar
<i>Nattern</i>	0,01 $\pm$ 0,002 <sup>a,A</sup> (11)	0,02 $\pm$ 0,004 <sup>a,A</sup> (7)	0,02 $\pm$ 0,005 <sup>b*,A</sup> (14)
<i>Boas</i>	0,03 $\pm$ 0,005 <sup>a,B</sup> (9)	0,02 $\pm$ 0,006 <sup>a,A</sup> (7)	0,03 $\pm$ 0,009 <sup>a,A</sup> (7)
<i>Pythons</i>	0,03 $\pm$ 0,013 <sup>a,B</sup> (9)	0,03 $\pm$ 0,006 <sup>a,B</sup> (13)	0,04 $\pm$ 0,005 <sup>b,B</sup> (9)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

Durchschnittlich betrug das Verhältnis von Maulbreite (MB) [cm] zur Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL) [cm] 0,03  $\pm$  0,01 (70). In **Tabelle 14** wird dieses Verhältnis in Abhängigkeit von Gruppe und Geschlecht veranschaulicht. Es zeigten sich, im

## Ergebnisse

Gegensatz zu den Pythons, bei den Nattern und Boas keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Geschlechtern. Auffällige Gruppenunterschiede ergaben sich zwischen den männlichen Boas und Pythons.

**Tabelle 14** Das Verhältnis von Maulbreite (MB) [cm] zur Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL) [cm] in Abhängigkeit von Gruppe und Geschlecht. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	männlich	weiblich	nicht definierbar
Nattern	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>a,A,B</sup> (8)	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>a,A</sup> (7)	0,03 $\pm$ 0,00 <sup>a,A</sup> (1)
Boas	0,02 $\pm$ 0,01 <sup>a,A</sup> (9)	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>a,A</sup> (7)	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>a,A</sup> (7)
Pythons	0,04 $\pm$ 0,02 <sup>a,B</sup> (6)	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>a,b,A</sup> (12)	0,02 $\pm$ 0,01 <sup>b,A</sup> (9)

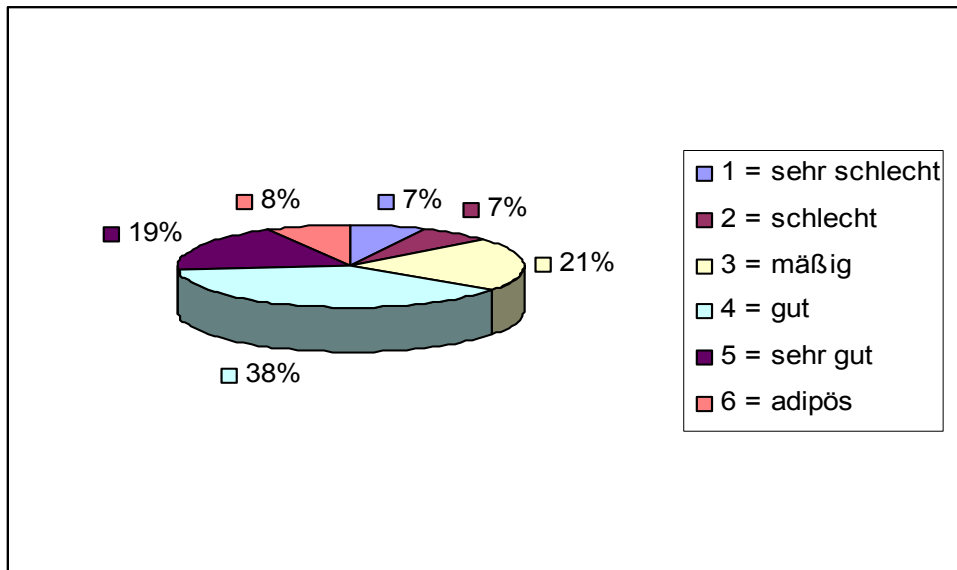
Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 1.3 Ernährungszustand und Fettkörperanteil

#### 1.3.1 Ernährungszustand

Der Ernährungszustand (EZ) der untersuchten Schlangen (n=86) variierte von sehr schlecht (1) bis adipös (6) (siehe Einteilung in Abschnitt Material und Methoden). **Abbildung 14** zeigt, wie viele Schlangen in Prozent den jeweiligen Einteilungen zugerechnet wurden. Der überwiegende Teil der Schlangen (57 %) zeigte einen guten bis sehr guten Ernährungszustand. Als adipös wurden 8 % der untersuchten Tiere eingestuft.

## Ergebnisse



**Abbildung 14** Ernährungszustand untersuchter Schlangen (n=86).

### 1.3.2 Fettkörper

Abhängig von ihrem Ernährungszustand enthielten die Tiere einen abdominalen Fettkörper (FK). Die Fettkörpergewichte variierten von 0 g bis 407 g. Der durchschnittliche Fettkörperanteil zum Körpergewicht betrug  $3,18 \% \pm 3,72$  (0,00-14,48; n=79) (**Tabelle 15**). Für das Verhältnis FK/KGW ergaben sich keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen.

**Tabelle 15** Fettkörperanteil (FK) im Verhältnis zum Körpergewicht (KGW) der einzelnen Gruppen. Arithmetisches Mittel  $\% \pm$  Standardabweichung (n); mit entsprechendem Minimum (MIN) und Maximum (MAX) in %.

Gruppe	FK/KGW %	MIN %	MAX %
Nattern	$3,69 \pm 3,77^A$ (29)	0	14,48
Boas	$4,54 \pm 4,52^A$ (19)	0	12,33
Pythons	$1,86 \pm 2,70^A$ (31)	0	9,08

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 1.4 Gastrointestinaltrakt (GIT)

#### 1.4.1 Ösophagus

Die Ösophaguslänge variierte zwischen 5,0 cm und 134,2 cm. Die durchschnittliche Länge betrug  $32,9 \text{ [cm]} \pm 24,7$  (75). Das Gewicht des Ösophagus variierte zwischen 0,04 g und 52,79 g. Im Durchschnitt betrug er  $3,87 \text{ [g]} \pm 7,98$  (71). Sein prozentualer Anteil zum Körpergewicht betrug  $1,17 \% \pm 0,43$  (74). Der prozentuale Anteil des Ösophagus zur Körperlänge betrug  $39,7 \% \pm 15,2$  (75).

#### 1.4.2 Magen

Die Magenlänge variierte zwischen 1,5 cm und 26,0 cm. Seine durchschnittliche Länge betrug  $6,3 \text{ [cm]} \pm 6,3$  (76). Das Gewicht des leeren Magens variierte zwischen 0,04 g und 65,00 g. Im Durchschnitt  $6,43 \text{ [g]} \pm 10,57$  (73). Sein prozentualer Anteil am Körpergewicht betrug  $1,98 \% \pm 0,88$  (73), sein prozentualer Anteil der Körperlänge betrug  $12,1 \% \pm 3,9$  (76).

#### 1.4.3 Darm

Die Darmlänge variierte zwischen 5 cm und 237 cm. Im Durchschnitt betrug sie  $40,3 \text{ [cm]} \pm 37,4$  (76). Das Gewicht des geleerten Darmes betrug  $7,5 \text{ [g]} \pm 12,5$  (73) und reichte von 0,06 g bis 79,00 g. Prozentual zum Körpergewicht betrug sein Gewicht  $2,52 \% \pm 1,17$  (73). Sein prozentualer Anteil zur Körperlänge betrug  $46,6 \% \pm 20,9$  (76).

## Ergebnisse

Insgesamt nahm der Gastrointestinaltrakt (GIT) eine Länge von 74,04 [cm]  $\pm$  65,20 (85) und ein Gewicht von 15,21 [g]  $\pm$  28,74 (85) ein. **Tabelle 16** zeigt den prozentualen Anteil des GIT im Verhältnis zu Körpergewicht, Körperlänge und Schnauzen-Kloaken-Länge.

**Tabelle 16** Prozentualer Anteil des Gastrointestinaltrakts (GIT) im Verhältnis zu Körpergewicht (KGW), Körperlänge (KL) und Schnauzen-Kloaken-Länge (SKL). Arithmetisches Mittel %  $\pm$  Standardabweichung (n); mit entsprechendem Minimum (MIN) und Maximum (MAX).

	<i>GIT [g] / KGW [g]</i> %	<i>GIT [cm] / KL [cm]</i> %	<i>GIT [cm] / SKL [cm]</i> %
	5,64 $\pm$ 1,97 (73)	97,92 $\pm$ 32,10 (76)	218,37 $\pm$ 54,79 (76)
<i>MIN</i>	2,36	46,32	94,18
<i>MAX</i>	11,2	229,74	379,38

Bei 49 untersuchten Schlangen war der Gastrointestinaltrakt deutlich gefüllt. Der Inhalt wog durchschnittlich 4,0 [g]  $\pm$  9,6 (0-66; n=75). Bezogen auf das Körpergewicht konnte ein Inhalt von 1,4 %  $\pm$  2,9 (0-24; n=75) nachgewiesen werden.

## 1.5 Innere Organe

### 1.5.1 Leber und Gallenblase

Je nach Körpergröße variierte die Leberlänge zwischen 2,0 cm und 38,5 cm. Im Durchschnitt betrug die Länge 14,4 [cm]  $\pm$  7,8 (79) cm. Dementsprechend unterschied sich ihr Gewicht von 0,03 g zu 108,00 g. Im Durchschnitt wog sie 9,6 [g]  $\pm$  15,4 (78). Das Gewicht der Gallenblase reichte von 0,0 g bis 12,8 g. Im Verhältnis zum Körpergewicht gesehen, entsprach der prozentuale Anteil der Leber 2,8 %  $\pm$  1,1 (1,0-6,0; n=78) (siehe **Tabelle 17**). Es ergaben sich in der



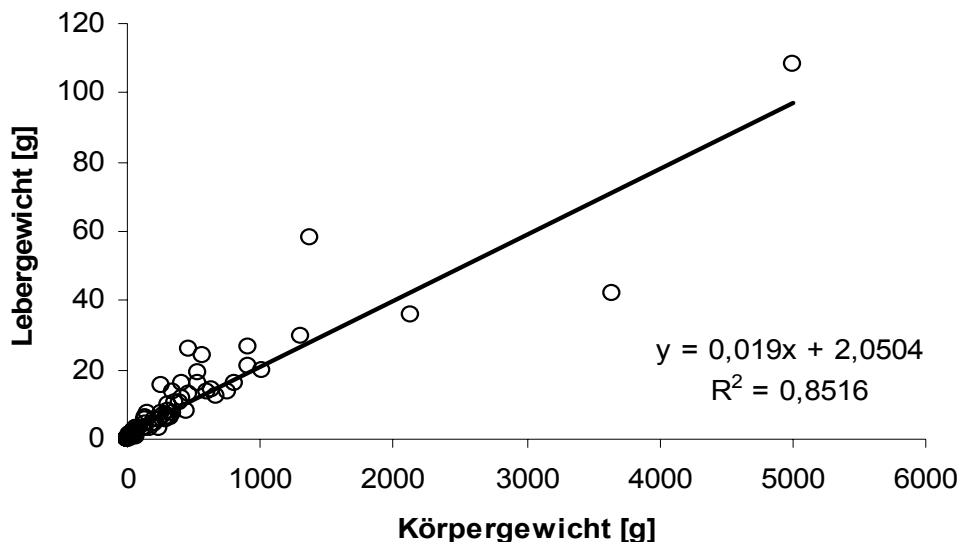
## Ergebnisse

statistischen Auswertung weder hinsichtlich des Alters noch hinsichtlich der verglichenen Gruppen signifikante Unterschiede bezüglich dem prozentualen Anteil des Lebergewichtes am Körpergewicht.

**Tabelle 17** Der prozentuale Anteil des Lebergewichtes am Körpergewicht in Abhängigkeit von Gruppe und Alter der Schlangen. Arithmetisches Mittel %  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
<i>Nattern</i>	2,40 $\pm$ 1,2 (13)	3,57 $\pm$ 1,8 (2)	3,03 $\pm$ 1,4 (14)
<i>Boas</i>	3,04 $\pm$ 1,1 (7)	2,28 $\pm$ 1,1 (5)	2,45 $\pm$ 0,9 (7)
<i>Pythons</i>	3,16 $\pm$ 0,9 (15)	2,57 $\pm$ 0,8 (10)	2,77 $\pm$ 0,9 (5)

In **Abbildung 15** wird das Körpergewicht [g] und das absolute Lebergewicht [g] von 78 untersuchten Schlangen dargestellt. Mit zunehmendem Körpergewicht stieg das Lebergewicht linear an.



**Abbildung 15** Absolutes Lebergewicht [g] und Körpergewicht [g] untersuchter Schlangen (n=78).

### 1.5.2 Nieren

Der prozentuale Anteil des Nierengewichtes lag bei  $0,92 \% \pm 0,93$  (79) des Körpergewichtes.

### 1.5.3 Herz

Die Herzlänge betrug durchschnittlich  $2,17 \text{ [cm]} \pm 1,30$  (80). Die Minimallänge lag bei 0,3 cm, die Maximallänge bei 7,0 cm. Das Herz wog im Durchschnitt  $1,9 \text{ [g]} \pm 4,6$  (76). Das leichteste Herz wog 0,01 g, das schwerste 33,73 g. Durchschnittlich lag der prozentuale Anteil des Herzgewichtes bei  $0,5 \% \pm 0,3$  (76) des Körpergewichtes. Der prozentuale Anteil der Herzlänge an der Körperlänge betrug  $3,6 \% \pm 3,7$  (80).

## **1.6 Haut**

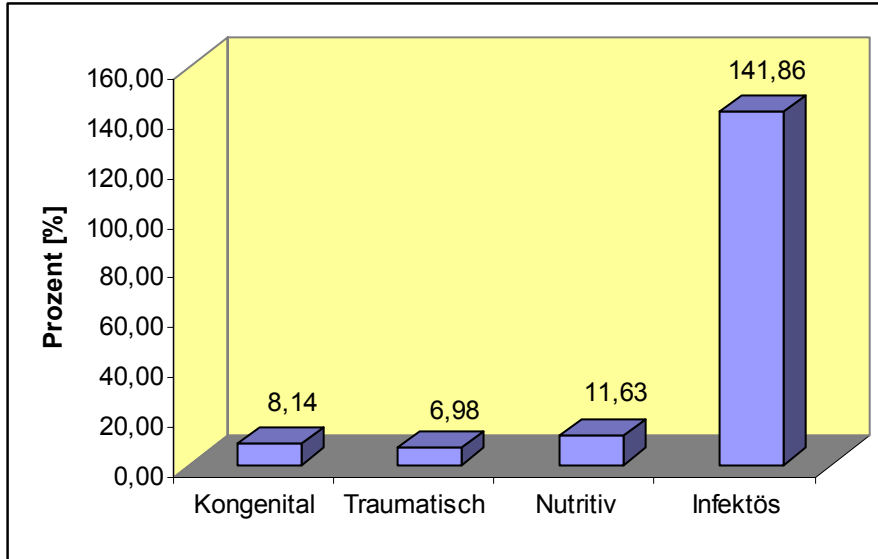
Bei einem Teil der Schlangen wurde die Haut abgezogen. Der Hautanteil in Prozent zum Körpergewicht betrug  $19,07 \% \pm 3,95$  (49). Der prozentuale Anteil der Haut am Körpergewicht der Nattern betrug durchschnittlich  $18,4 \% \pm 3,0$  (9), der der Boas  $17,4 \% \pm 2,5$  (8) und der der Pythons  $20,5 \% \pm 4,8$  (14).

## **1.7 Pathologische Befunde**

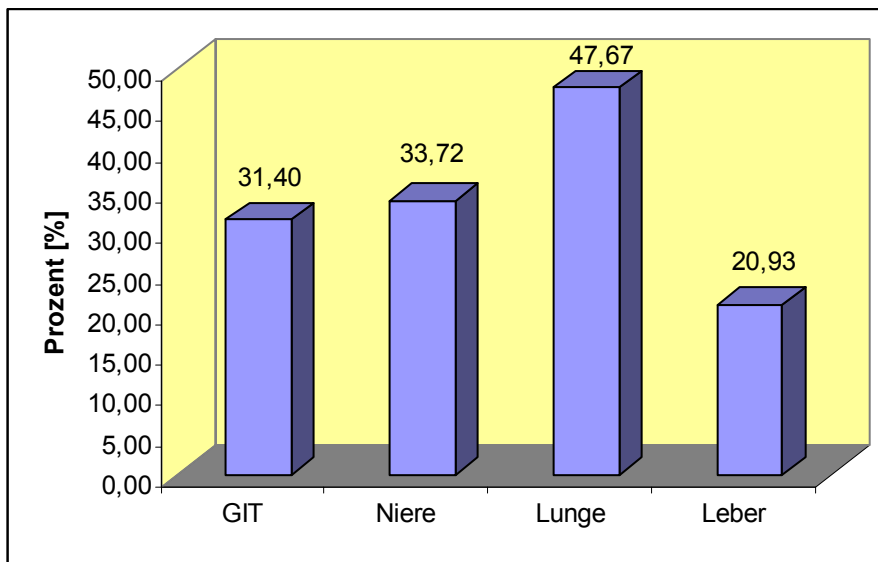
Die am häufigsten erhobenen pathologischen Befunde während der Sektion waren neben Erkrankungen der Lungen, Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts, die meist mit pathologischen Befunden an Leber und Nieren einher gingen. Vor allem Jungtiere litten unter Missbildungen und fütterungsbedingten Erkrankungen. Nachfolgende Abbildungen zeigen eine Übersicht über die prozentuale Verteilung der am häufigsten erhobenen pathologischen Sektionsbefunde (**Abbildung 16**)

## Ergebnisse

und zeigen eine Übersicht über die prozentuale Verteilung der betroffenen Organsysteme (**Abbildung 17**).



**Abbildung 16** Ätiologie der erhobenen Sektionsbefunde %.



**Abbildung 17** Prozentuale Verteilung der veränderten Organsysteme.

### 2. Analyseergebnisse

#### 2.1 Gesamtkörper (GK)

##### 2.1.1 Rohnährstoffe des Ganzkörpers

###### **2.1.1.1 Trockensubstanz (TS)**

Die untersuchten Schlangen wiesen durchschnittlich einen Trockensubstanzgehalt von 27,4 [% uS]  $\pm$  6,8 (72) auf. Der kleinste Wert betrug 6,4 [% uS], der höchste 41,6 [% uS]. Die Nattern wiesen durchschnittlich einen Trockensubstanzgehalt von 28,1 [% uS]  $\pm$  6,3 (29) auf, die Boas einen Wert von 30,0 [% uS]  $\pm$  5,7 (15) und die Pythons einen Wert von 25,2 [% uS]  $\pm$  7,3 (28). **Tabelle 18** veranschaulicht den Trockensubstanzgehalt des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Während der Gehalt bei den Nattern und Pythons mit zunehmendem Alter anstieg und bei den Pythons sogar hochsignifikant höhere Werte gemessen wurden, blieb der Trockensubstanzgehalt bei den Boas konstant.

**Tabelle 18** Trockensubstanzgehalt des Gesamtkörpers [% uS] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [% uS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	24,3 $\pm$ 6,2 <sup>a,A,B</sup> (14)	29,6 $\pm$ 6,1 <sup>a,b,A,B</sup> (2)	31,8 $\pm$ 4,0 <sup>b*,A</sup> (13)
<i>Boas</i>	27,7 $\pm$ 7,7 <sup>a,A</sup> (7)	32,57 $\pm$ 2,3 <sup>a,A</sup> (4)	31,6 $\pm$ 1,8 <sup>a,A</sup> (4)
<i>Pythons</i>	21,0 $\pm$ 5,7 <sup>a,B</sup> (14)	26,3 $\pm$ 3,8 <sup>b*,B</sup> (10)	37,4 $\pm$ 4,0 <sup>c*,A</sup> (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

## Ergebnisse

### 2.1.1.2 Rohprotein (Rp)

Der Gesamtkörper wies einen Rohproteingehalt von 14,3 [% uS]  $\pm$  5,0 (9) auf. Die Werte reichten von 3,7 [% uS] bis 22,5 [% uS]. Der Rohproteingehalt in der TS des Gesamtkörpers betrug durchschnittlich 61,7 [%TS GK]  $\pm$  8,5 (9). Das Minimum lag bei 45,4 [%TS GK], das Maximum bei 72,4 [%TS GK].

### 2.1.1.3 Rohfett (Rfe)

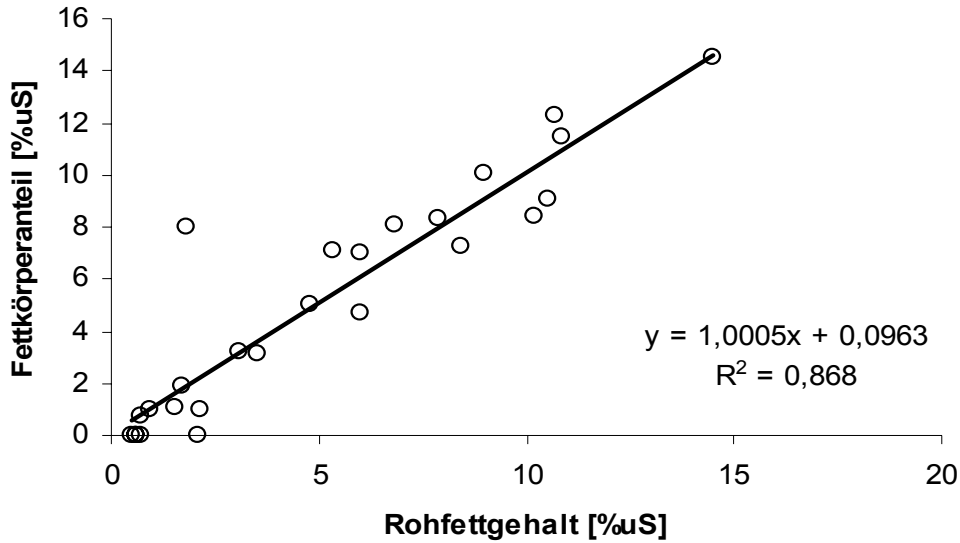
Der Rohfettgehalt im Gesamtkörper der Schlangen betrug durchschnittlich 5,0 [% uS]  $\pm$  4,1 (28). Im Vergleich dazu betrug er in der TS des Gesamtkörpers der Schlangen durchschnittlich 16,7 [%TS GK]  $\pm$  11,9 (28). Den kleinsten hier gemessenen Wert wies ein juveniler Tigerpython (*Python molurus*) mit 2,3 [%TS GK] auf. Den höchsten Wert erreichte eine männliche adulte Kornnatter (*Pantherophis guttatus guttata*) mit 42,8 [%TS GK]. **Tabelle 19** zeigt eine Übersicht über die nicht signifikante Verteilung des Rohfettgehalts im getrockneten Gesamtkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe.

**Tabelle 19** Rohfettgehalt [%TS GK] in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [%TS GK]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	14,2 $\pm$ 10,3 (4)	25,7 $\pm$ 24,3 (2)	15,5 $\pm$ 13,28 (4)
Boas	14,4 $\pm$ 17,0 (2)	24,1 $\pm$ 11,1 (3)	17,4 $\pm$ 13,6 (3)
Pythons	17,0 $\pm$ 12,7 (3)	8,0 $\pm$ 6,2 (5)	26,9 $\pm$ 4,7 (2)

Den Fettkörperanteil [% uS] und den Rohfettgehalt [% uS] von 26 untersuchten Schlangen zeigt **Abbildung 18**. Es ist eine deutliche lineare Korrelation zwischen dem Fettkörperanteil und dem Rohfettgehalt im Schlangenkörper erkennbar.

## Ergebnisse



**Abbildung 18** Fettkörperanteil [% uS] und Rohfettgehalt [% uS] untersuchter Schlangen (n=26).

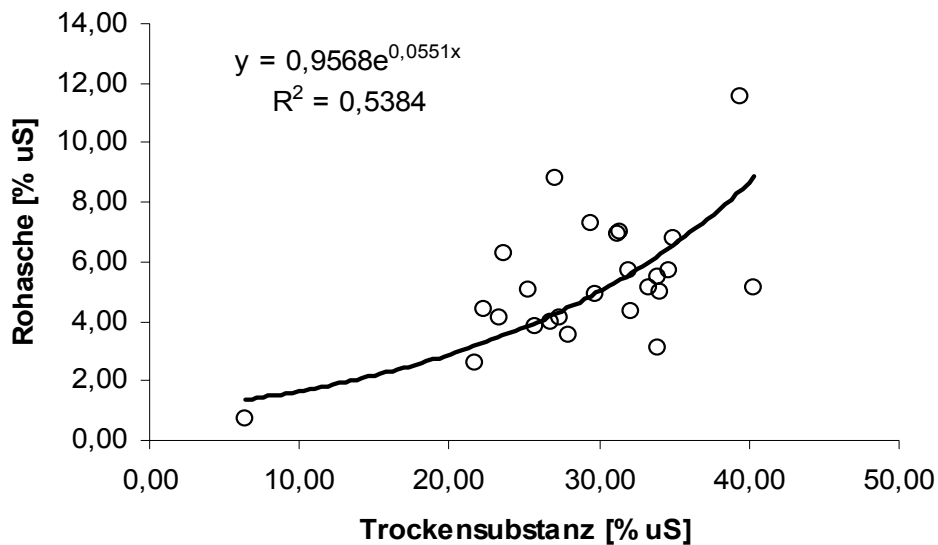
### 2.1.1.4 Rohasche (Ra)

Der Gesamtkörper wies im Durchschnitt einen Rohaschewert von 5,3 [% uS]  $\pm$  2,1 (0,7-11,5; n=25) auf. In der getrockneten Substanz variierte der Rohaschegehalt zwischen 9,1 [%TS GK] und 32,6 [%TS GK]. Im Durchschnitt betrug er hier 17,8 [%TS GK]  $\pm$  5,7 (25). Für den Rohaschegehalt [% TS GK] konnte trotz einer zunehmenden altersabhängiger Tendenz kein statistisch signifikanter Trend nachgewiesen werden (**Tabelle 20**). Dafür zeigte sich aber eine Korrelation zwischen dem Trockensubstanzgehalt und dem Rohaschegehalt in den Schlangenkörpern (**Abbildung 19**).

**Tabelle 20** Rohaschegehalt [%TS GK]  $\pm$  Standardabweichung (n) in Abhängigkeit vom Alter.

<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
14,6 $\pm$ 3,1 (6)	17,1 $\pm$ 5,7 (7)	20,9 $\pm$ 6,3 (9)

## Ergebnisse



**Abbildung 19** Korrelation zwischen Trockensubstanzgehalt [% uS] und Rohaschegehalt [%uS].

### 2.1.2 Mengenelemente im Gesamtkörper

#### **2.1.2.1 Kalzium (Ca)**

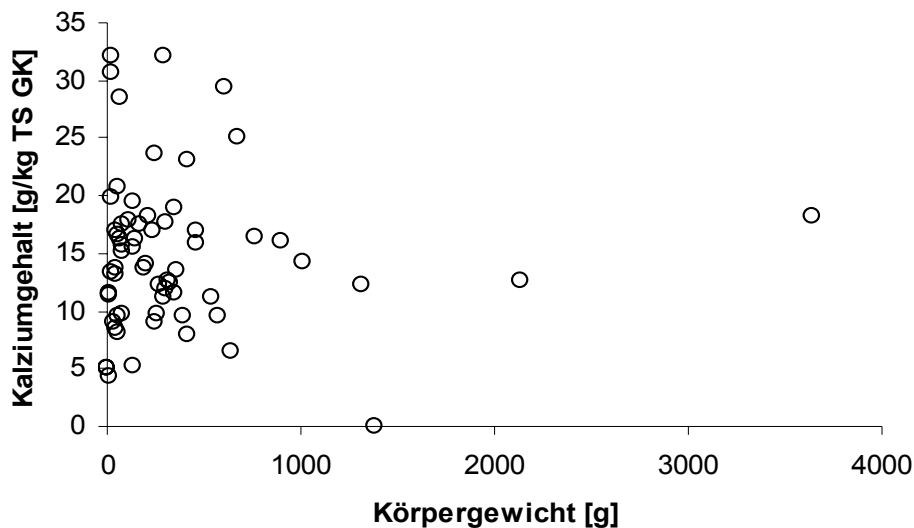
Im Gesamtkörper der untersuchten Schlangen fand sich durchschnittlich ein Kalziumwert von 14,84 [g/kg TS]  $\pm$  6,66 (0,08-32,07; n=64). Der Kalziumgehalt in der Rohasche betrug durchschnittlich 84,81 [g/kg Ra]  $\pm$  30,22 (0,52-171,22; n=25). **Tabelle 21** zeigt den Kalziumgehalt [g/kg TS] im Gesamtkörper im Verlauf des Alters in Abhängigkeit von der jeweiligen Gruppe, wobei sich nur für die Nattern ein deutlich signifikanter Anstieg vom juvenilen zum adulten Tier ergab. **Abbildung 20** zeigt den Zusammenhang zwischen Kalziumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers und dem Körpergewicht [g] von 64 untersuchten Schlangen.

## Ergebnisse

**Tabelle 21** Kalziumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS] ± Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
<i>Nattern</i>	8,5 ± 4,0 <sup>a,A</sup> (4,4-13,4; n=6)	15,9 ± 0,5 <sup>a,b,A</sup> (15,5-16,2; n=2)	21,2 ± 7,4 <sup>b*,A</sup> (9,7-32,1; n=13)
<i>Boas</i>	15,2 ± 4,1 <sup>a,A</sup> (9,5-20,8; n=7)	14,2 ± 4,3 <sup>a,A</sup> (9,1-19,5; n=4)	15,8 ± 6,8 <sup>a,A</sup> (9,5-25,1; n=4)
<i>Pythons</i>	12,6 ± 4,0 <sup>a,A</sup> (5,2-17,6; n=14)	14,1 ± 4,6 <sup>a,A</sup> (8,0-23,1; n=10)	12,1 ± 12,6 <sup>a,A</sup> (0,08-29,5; n=4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.



**Abbildung 20** Kalziumgehalt [g/kg TS GK] und Körpergewicht [g] untersuchter Schlangen (n=64).

### 2.1.2.2 Phosphor (P)

Der Gesamtkörper der untersuchten Schlangen wies durchschnittlich einen Phosphorgehalt von 39,9 [g/kg TS] ± 11,1 (7,2-70,4; n= 64) auf. Der Phosphorgehalt in der Rohasche betrug durchschnittlich 210,68 [g/kg Ra] ± 71,97 (47,11-459,69); n=25). **Tabelle 22** zeigt den durchschnittlichen Phosphorgehalt im Gesamtkörper [g/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Bei der



## Ergebnisse

statistischen Auswertung ergaben sich weder signifikante Zusammenhänge hinsichtlich des Phosphorgehaltes in den einzelnen Gruppen, noch hinsichtlich des Alters. Allerdings zeigte die Gruppe der untersuchten Nattern einen ansteigenden Trend im Altersverlauf.

**Tabelle 22** Phosphorgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	36,8 $\pm$ 6,9 (29,2-48,8; n=6)	42,5 $\pm$ 1,2 (41,7-43,4; n=2)	50,2 $\pm$ 12,5 (41,7-43,4; n=13)
<i>Boas</i>	39,2 $\pm$ 10,8 (27,1-55,5; n=7)	31,7 $\pm$ 3,3 (29,0-36,6; n=4)	36,0 $\pm$ 14,0 (21,6-52,3; n=4)
<i>Pythons</i>	38,7 $\pm$ 7,9 (23,4-50,8; n=14)	38,2 $\pm$ 5,5 (28,1-44,5; n=10)	31,5 $\pm$ 19,0 (7,21-53,6; n=4)

### 2.1.2.3 Natrium (Na)

Der durchschnittliche Natriumgehalt im Gesamtkörper der untersuchten Schlangen betrug 8,4 [g/kg TS]  $\pm$  4,0 (0,8-19,4; n=64). **Tabelle 23** zeigt den Natriumgehalt im getrockneten Gesamtkörper im Altersverlauf in den einzelnen Gruppen, wobei keine Signifikanz nachgewiesen werden konnte.

**Tabelle 23** Natriumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	9,8 $\pm$ 6,8 (1,8-19,4; n=9)	5,7 $\pm$ 2,3 (4,1-7,4; n=2)	7,5 $\pm$ 3,7 (2,9-15,4; n=13)
<i>Boas</i>	7,1 $\pm$ 5,0 (2,5-13,7; n=7)	8,7 $\pm$ 1,5 (7,6-10,8; n=4)	7,9 $\pm$ 0,6 (7,2-8,8; n=4)
<i>Pythons</i>	8,5 $\pm$ 4,2 (2,3-13,1; n=14)	10,8 $\pm$ 2,0 (6,7-14,3; n=10)	6,2 $\pm$ 3,9 (0,8-9,8; n=4)

## Ergebnisse

### 2.1.2.4 Kalium (K)

Zusammengefasst betrug der Kaliumgehalt des Gesamtkörpers  $10,2 \text{ [g/kg TS]} \pm 3,9$  (1,3-18,5; n=64). In **Tabelle 24** ist der durchschnittliche Kaliumgehalt [g/kg] der Trockensubstanz des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Alter und Gruppe dargestellt. Es konnten nur bei den Pythons signifikante altersabhängige Unterschiede des Kaliumgehaltes festgestellt werden.

**Tabelle 24** Kaliumgehalt [g/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	$8,8 \pm 4,3^{a,A}$ (3,4-13,7; n=9)	$9,2 \pm 4,2^{a,A}$ (6,3-12,2; n=2)	$8,1 \pm 2,8^{a,A}$ (5-14,7; n=13)
Boas	$9,0 \pm 4,0^{a,A}$ (4,5-14,7; n=7)	$12,6 \pm 2,9^{a,A}$ (9,2-16,3; n=4)	$8,5 \pm 1,8^{a,A}$ (5,9-9,9; n=4)
Pythons	$11,5 \pm 4,0^{a,A}$ (4,1-15,8; n=14)	$14,1 \pm 2,0^{a,A}$ (10,6-18,5; n=10)	$7,6 \pm 4,2^{b,A}$ (1,3-10,3; n=4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 2.1.2.5 Magnesium (Mg)

Der Magnesiumgehalt im Schlangenganzkörper betrug im Durchschnitt  $1800 \text{ [mg/kg TS]} \pm 501$  (387-3594; n=64). Die Gehaltsverteilung in Abhängigkeit der unterschiedlichen Altersstufen und Gruppen wird in **Tabelle 25** dargestellt. Für die Magnesiumverteilung konnte keinerlei Signifikanz nachgewiesen werden.

## Ergebnisse

**Tabelle 25** Magnesiumgehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
<i>Nattern</i>	1664 $\pm$ 613 (1015-2562; n=6)	1607 $\pm$ 342 (1365-1849; n=2)	1887 $\pm$ 411 (1324-2664; n=13)
<i>Boas</i>	1947 $\pm$ 739 (1482-3594; n=7)	1610 $\pm$ 395 (1201-2083; n=4)	1420 $\pm$ 367 (898-1699; n=4)
<i>Pythons</i>	2092 $\pm$ 392 (1305-2589; n=14)	1714 $\pm$ 243 (1373-2108; n=10)	1319 $\pm$ 769 (387-2210; n=4)

### 2.1.3 Spurenelemente im Gesamtkörper

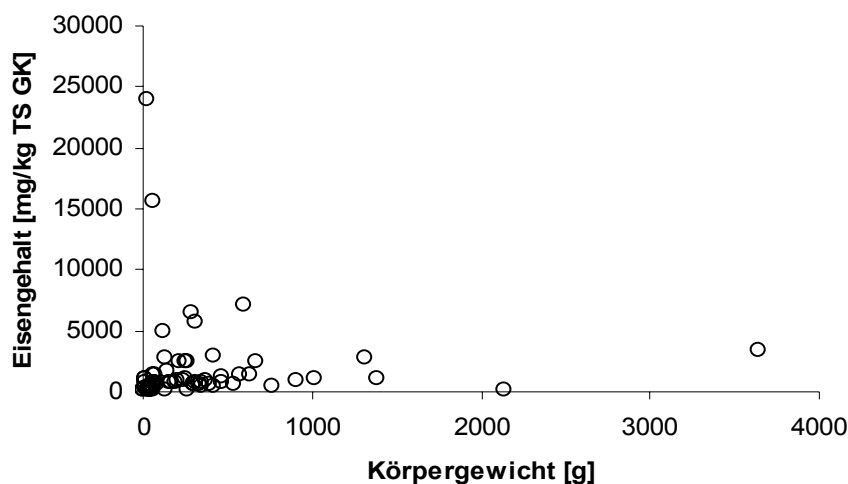
#### **2.1.3.1 Eisen (Fe)**

Der Mittelwert des Eisengehaltes der untersuchten Schlangen im Gesamtkörper betrug 1869,3 [mg/kg TS]  $\pm$  3644,3 (103,1-23973,0; n=64). Der Eisengehalt [mg/kg TS GK] nahm zwar in allen Gruppen mit dem Alter zu (**Tabelle 26**). Dies erwies sich jedoch statistisch als nicht signifikant. Die Verteilung des Eisengehaltes [mg/kg TS GK] zum Körpergewicht [g] der 64 untersuchten Schlangen veranschaulicht **Abbildung 21**.

**Tabelle 26** Eisengehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
<i>Nattern</i>	507,7 $\pm$ 483,0 (136,6-1130,6; n=6)	409,8 $\pm$ 433,7 (103,1-716,5; n=2)	5002,7 $\pm$ 7119,9 (159,3-23973,0; n=13)
<i>Boas</i>	756,9 $\pm$ 774,7 (158,2-2416,6; n=7)	1140,9 $\pm$ 343,4 (868-1643,6; n=4)	1261,0 $\pm$ 992,4 (146,8-2509; n=4)
<i>Pythons</i>	831,2 $\pm$ 675,4 (113,5-2769,6; n=14)	1191,2 $\pm$ 1061,6 (407,1-3339,2; n=10)	3068,9 $\pm$ 2786,0 (1026-7101,3; n=4)

## Ergebnisse



**Abbildung 21** Eisengehalt [mg/kg TS GK] und Körpergewicht [g] untersuchter Schlangen (n=64).

### 2.1.3.2 Kupfer (Cu)

Der Kupfergehalt der Schlangengesamtkörper variierte zwischen 1,93 [mg/kg TS] und 161,61 [mg/kg TS] und betrug im Durchschnitt 26,65 [mg/kg TS]  $\pm$  29,88 (64). Der Kupfergehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter ist in **Tabelle 27** aufgeführt. Für die Kupferverteilung konnte kein Trend nachgewiesen werden.

**Tabelle 27** Kupfergehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
<i>Nattern</i>	21,4 $\pm$ 21,8 (4,5-56,7; n=6)	21,9 $\pm$ 25,6 (3,8-40,0; n=2)	44,6 $\pm$ 52,8 (5,6-161,6; n=13)
<i>Boas</i>	25,8 $\pm$ 14,3 (6,1-47,6; n=7)	20,1 $\pm$ 9,9 (11,0-31,3; n=4)	13,0 $\pm$ 6,5 (4,0-19,4; n=4)
<i>Pythons</i>	21,5 $\pm$ 14,9 (1,9-55,5; n=14)	17,5 $\pm$ 17,1 (7,0-64,7; n=10)	41,3 $\pm$ 42,0 (3,4-94,7; n=4)

## Ergebnisse

### 2.1.3.3 Zink (Zn)

Im Mittel wies der Gesamtkörper der untersuchten Schlangen einen Zinkgehalt von 254,6 [mg/kg TS]  $\pm$  73,7 (77,0-465,9; n=64) auf. **Tabelle 28** zeigt den Zinkgehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers verteilt auf die verschiedenen Altersstufen und Gruppen. Der Gehalt blieb in allen untersuchten Gruppen relativ konstant, so dass keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden konnten.

**Tabelle 28** Zinkgehalt [mg/kg TS] des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetischer Mittelwert [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	197,3 $\pm$ 61,4 (130,3-296,1; n=6)	200,8 $\pm$ 50,5 (165,2-236,5; n=2)	281,6 $\pm$ 81,2 (173,8-466,0; n=13)
Boas	255,6 $\pm$ 85,7 (196,0-435,3; n=7)	228,6 $\pm$ 57,3 (173,6-309,1; n=4)	216,8 $\pm$ 14,7 (195,9-227,5; n=4)
Pythons	266,2 $\pm$ 74,2 (126,1-388,9; n=14)	274,2 $\pm$ 37,7 (212,2-352,8; n=10)	252,2 $\pm$ 133,5 (77,0-398,0; n=4)

### 2.1.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen im Gesamtkörper

#### 2.1.4.1 Kalzium und Phosphor

Das Kalzium-Phosphor-Verhältnis der Trockensubstanz des Gesamtkörpers betrug 0,36  $\pm$  0,1 (0,01-0,75; n=64). In der Rohasche konnte ein Kalzium-Phosphor-Verhältnis von 0,41  $\pm$  0,2 (0,01-0,75; n=25) nachgewiesen werden. Die Nattern wiesen ein Verhältnis von 0,36  $\pm$  0,1 (0,1-0,6; n=21) auf, die Boas eines von 0,43  $\pm$  0,1 (0,3-0,8; n=15) und die Pythons eines von 0,33  $\pm$  0,1 (0,01-0,6; n=28). **Tabelle 29** zeigt das Verhältnis von Kalzium zu Phosphor in der Trockensubstanz des Gesamtkörpers, aufgeteilt in die einzelnen Altersstufen und Gruppen. Nur die Nattern wiesen altersabhängig einen signifikant ansteigendes

## Ergebnisse

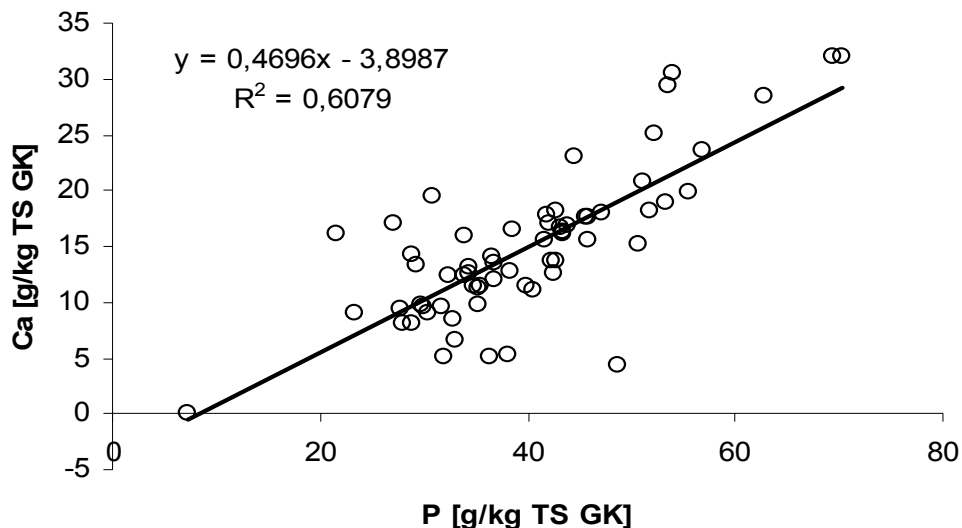
Ca/P-Verhältnis auf. Während sich die Jungtiere und die Adulten der einzelnen Gruppen voneinander unterschieden, wiesen die semiadulten Schlangen keine gruppenspezifischen Unterschiede auf.

**Tabelle 29** Kalzium-Phosphor-Verhältnis in der Trockensubstanz des Gesamtkörpers in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	0,24 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (6)	0,37 $\pm$ 0,0 <sup>a,b,A</sup> (2)	0,42 $\pm$ 0,1 <sup>b,A</sup> (13)
Boas	0,40 $\pm$ 0,1 <sup>a,B</sup> (7)	0,45 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (4)	0,47 $\pm$ 0,2 <sup>a,A</sup> (4)
Pythons	0,32 $\pm$ 0,1 <sup>a,A,B</sup> (14)	0,36 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (10)	0,29 $\pm$ 0,2 <sup>a,B</sup> (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

**Abbildung 22** zeigt das Verhältnis zwischen Kalzium- und Phosphorgehalt [g/kg TS] im Gesamtkörper der 64 untersuchten Schlangen.



**Abbildung 22** Kalzium- und Phosphorgehalt [g/kg TS] im Gesamtkörper untersuchter Schlangen (n=64).

## Ergebnisse

### 2.1.4.2 Kalzium und Magnesium

Die Trockensubstanz des Gesamtkörpers der untersuchten Schlangen wies eine Kalzium-Magnesium-Verhältnis von  $8,2 \pm 3,1$  (0,2-16,3; n=64) auf. Die Werte, die sich für die einzelnen Schlangengruppen in Abhängigkeit zum Alter ergaben, sind in **Tabelle 30** dargestellt. Das Kalzium-Magnesium-Verhältnis stieg bei den Nattern in Abhängigkeit zum Alter stetig an. Besonders auffällig war hier der hochsignifikante Unterschied zwischen den Jungtieren und den ausgewachsenen Nattern. Währenddessen sich für die Riesenschlangen und auch zwischen den einzelnen Gruppen einer Altersstufe keine Auffälligkeiten ergaben.

**Tabelle 30** Das Kalzium-Magnesium-Verhältnis in der Trockensubstanz des Gesamtkörpers, in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

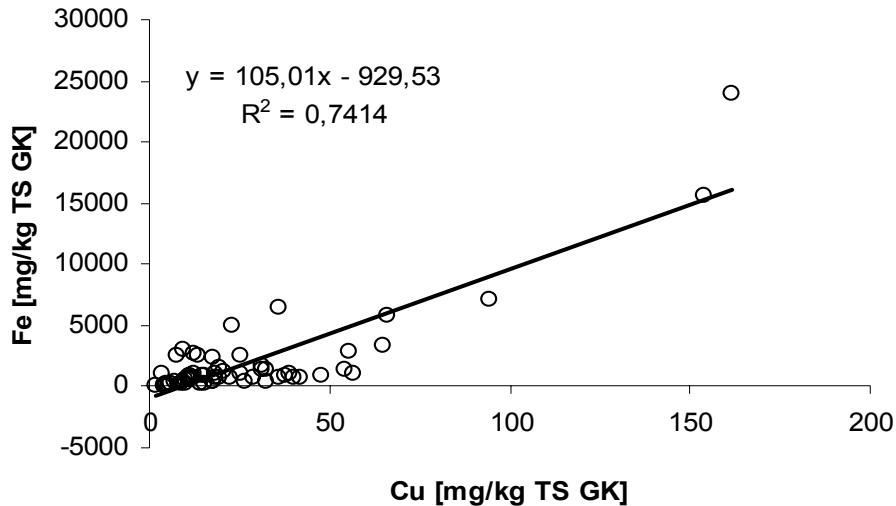
Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	$5,5 \pm 2,9^{a,A}$ (6)	$10,0 \pm 1,9^{b,A}$ (2)	$11,0 \pm 2,4^{b*,A}$ (13)
Boas	$8,1 \pm 1,9^{a,A}$ (7)	$8,8 \pm 1,3^{a,A}$ (4)	$11,3 \pm 3,8^{a,A}$ (4)
Pythons	$6,0 \pm 1,6^{a,A}$ (14)	$8,1 \pm 1,8^{a,A}$ (10)	$6,8 \pm 5,4^{a,A}$ (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 2.1.4.3 Eisen und Kupfer

Die Beziehung zwischen dem Gehalt an Eisen [mg/kg TS] und Kupfer [mg/kg TS] im Gesamtkörper wird in **Abbildung 23** graphisch dargestellt.

## Ergebnisse



**Abbildung 23** Eisen- und Kupfergehalt [mg/kg TS GK] untersuchter Schlangen (n=64).

## 2.2 Restkörper (Ganzkörper abzüglich Leber)

### 2.2.1 Rohnährstoffe des Restkörpers

#### 2.2.1.1 Trockensubstanz (TS)

Der durchschnittliche Trockensubstanzgehalt im Restkörper betrug 28,1 [% uS]  $\pm$  6,5 (15,2-41,9; n=63). Die Nattern wiesen einen Trockensubstanzgehalt von 28,9 [% uS]  $\pm$  6,4 (23) auf, die Boas einen Wert von 30,7 [% uS]  $\pm$  5,9 (13) und die Pythons einen Wert von 26,1 [% uS]  $\pm$  6,5 (27).

#### 2.2.1.2 Rohprotein (Rp)

Der Restkörper wies einen Rohproteingehalt von 18,3 [% uS]  $\pm$  3,7 (11,1-28,2; n=60) auf. Der Rohproteingehalt in der TS des Restkörpers betrug durchschnittlich 65,8 [%TS RK]  $\pm$  10,6 (46,9-91,8; n=60).



### **2.2.1.3 Rohfett (Rfe)**

Der Rohfettgehalt im Schlangenrestkörper betrug durchschnittlich  $3,8 \text{ [\% uS]} \pm 3,6$  (0,2-12,5; n=63). Im Vergleich dazu betrug er in der Trockensubstanz des Restkörpers durchschnittlich  $12,3 \text{ [\%TS RK]} \pm 10,5$  (63). Der kleinste hier gemessene Wert betrug  $1,0 \text{ [\%TS RK]}$ , der größte Wert betrug  $35,9 \text{ [\%TS RK]}$ . Die Nattern wiesen einen Durchschnittswert von  $4,3 \text{ [\% uS]} \pm 3,3$  (23) auf. Bei den Boas betrug er  $6,3 \text{ [\% uS]} \pm 4,2$  (13) und bei den Pythons  $2,2 \text{ [\% uS]} \pm 2,7$  (27).

### **2.2.1.4 Rohasche (Ra)**

Der Restkörper hatte, alle Schlangen zusammengefasst, einen Rohaschewert von  $5,5 \text{ [\% uS]} \pm 2,3$  (55) bei einem Minimum von  $2,6 \text{ [\% uS]}$  und einem Maximum von  $13,6 \text{ [\% uS]}$ . In der getrockneten Substanz variierte der Rohaschegehalt zwischen  $11,8 \text{ [\%TS RK]}$  und  $47,6 \text{ [\%TS RK]}$ . Im Durchschnitt betrug er hier  $19,3 \text{ [\%TS RK]} \pm 6,6$  (25).

## 2.2.2 Mengenelemente im Restkörper

### **2.2.2.1 Kalzium (Ca)**

Durchschnittlich enthielten die untersuchten Schlangenrestkörper einen Kalziumgehalt von  $14,0 \text{ [g/kg TS RK]} \pm 6,8$  (0,9-32,0;n=62). Die Nattern wiesen einen Gesamtwert von  $14,0 \text{ [g/kg TS RK]} \pm 9,0$  (0,9-32,0; n=23) auf, die Boas einen Gesamtwert von  $15,0 \text{ [g/kg TS RK]} \pm 4,9$  (8,9-25,0; n=13) und die Pythons einen Gesamtwert von  $13,5 \text{ [g/kg TS RK]} \pm 5,3$  (5,1-29,3; n=26).

### **2.2.2.2 Phosphor (P)**

Der Phosphorgehalt des Restkörpers der untersuchten Schlangen betrug durchschnittlich 30,3 [g/kg TS]  $\pm$  9,9 (11,1-60,0; n=62). Die Nattern enthielten zusammengefasst einen Gehalt von 33,9 [g/kg TS]  $\pm$  12,0 (11,1-60,0; n=23), die Boas einen Wert von 26,8 [g/kg TS]  $\pm$  10,4 (11,0-44,1; n=13) und die Pythons einen Wert von 28,9 [g/kg TS]  $\pm$  6,3 (17,8-42,5; n=26).

### **2.2.2.3 Natrium (Na)**

Im Durchschnitt enthielten die untersuchten Restkörper einen Natriumgehalt von 8,3 [g/kg TS]  $\pm$  4,3 (1,7-18,9; n=62). Die Nattern enthielten einen Wert von 9,0 [g/kg TS]  $\pm$  5,7 (1,7-18,9; n=23), die Boas einen Wert von 6,9 [g/kg TS]  $\pm$  3,4 (2,1-12,8; n=13) und die Pythons einen Wert von 8,4 [g/kg TS]  $\pm$  3,1 (1,8-12,8; n=26). Nur die Nattern wiesen einen hochsignifikanten Unterschied bezüglich des Natriumgehaltes vom juvenilen zum adulten Tier auf. Bei den Jungtieren konnte zwischen den Nattern und den Riesenschlangen ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden.

### **2.2.2.4 Kalium (K)**

Der durchschnittliche Kaliumgehalt im Restkörper betrug 9,5 [g/kg TS]  $\pm$  3,6 (3,6-17,3; n=62). Während der Kaliumgehalt der Restkörper der Nattern einen Wert von 8,8 [g/kg TS]  $\pm$  3,9 (3,6-17,3; n=23) betrug, enthielten die Boas 8,5 [g/kg TS]  $\pm$  3,5 (3,8-13,9; n=13) und die Pythons 10,7 [g/kg TS]  $\pm$  3,0 (4,5-16,9; n=26). Wie beim Natriumgehalt zeigten auch beim Kaliumgehalt nur die Nattern einen hochsignifikanten Unterschied zwischen Jung- und Alttier. Während die Werte der juvenilen Nattern ähnlich denen der Pythons waren, konnte man bei den Semiadulten einen deutlichen Unterschied zwischen den Werten der Nattern und der Riesenschlangen erkennen.

## Ergebnisse

### 2.2.2.5 Magnesium (Mg)

Der Magnesiumgehalt der untersuchten Restkörper betrug durchschnittlich 1221,0 [mg/kg TS]  $\pm$  378,1 (478,1-2865,0; n=62). Die Nattern enthielten einen Gehalt von 1195,9 [mg/kg TS]  $\pm$  354,9 (478,7-1930,0; n=23), die Boas einen Gehalt von 1221,2 [mg/kg TS]  $\pm$  529,3 (676,1-2865,0; n=13) und die Pythons einen Gehalt von 1243,0 [mg/kg TS]  $\pm$  319,8 (682,8-1760,0; n=26).

### 2.2.3 Spurenelemente im Restkörper

#### 2.2.3.1 Eisen (Fe)

Die Restkörper enthielten zusammengefasst mit 93,5 [mg/kg TS]  $\pm$  31,8 (48,4-200,3; n=62), wesentlich geringere Mengen an Eisen als die Leber. Der Gehalt der Nattern betrug durchschnittlich 111,8 [mg/kg TS]  $\pm$  39,1 (48,3-200,3; n=23), der der Boas 82,6 [mg/kg TS]  $\pm$  26,2 (53,7-131,8; n=13) und der der Pythons 82,8 [mg/kg TS]  $\pm$  17,4 (53,8-131,1; n=26). Die Gehaltsverteilung in Abhängigkeit der unterschiedlichen Altersstufen und Gruppen wird in **Tabelle 31** dargestellt. Es ergab sich sowohl bei den Nattern, als auch bei den Boas ein signifikanter Unterschied zwischen den Jungtieren gegenüber den Semiadulten und Adulten, während die Pythons keinerlei Auffälligkeiten hinsichtlich des Eisengehaltes aufwiesen. Die Jungtiere der Nattern unterschieden sich zudem noch signifikant von denen der Riesenschlangen.

**Tabelle 31** Eisengehalt [mg/kg TS] im Restkörper in Abhängigkeit von Gruppe und Alter. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	137,9 $\pm$ 40,1 <sup>a,A</sup> (10)	80,2 $\pm$ 0,0 <sup>b,A</sup> (1)	92,7 $\pm$ 25,0 <sup>b*,A</sup> (12)
Boas	104,7 $\pm$ 19,5 <sup>a,B</sup> (6)	59,0 $\pm$ 6,0 <sup>b,A</sup> (4)	69,6 $\pm$ 17,0 <sup>b,A</sup> (3)
Pythons	90,5 $\pm$ 18,1 <sup>a,B</sup> (13)	75,9 $\pm$ 14,7 <sup>a,A</sup> (10)	72,3 $\pm$ 6,1 <sup>a,A</sup> (3)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### **2.2.3.2 Kupfer (Cu)**

Im Mittel betrug der Kupfergehalt im Restkörper der untersuchten Schlangen mit  $3,0 \text{ [mg/kg TS]} \pm 1,4$  (0,6-7,3; n=62) eine wesentlich geringere Konzentration, als in der Leber. Für die Nattern betrug er  $3,2 \text{ [mg/kg TS]} \pm 1,6$  (0,6-6,6; n=23), für die Boas  $3,2 \text{ [mg/kg TS]} \pm 1,6$  (1,3-7,3; n=13) und für die Pythons  $2,7 \text{ [mg/kg TS]} \pm 1,0$  (1,8-6,6; n=26).

### **2.2.3.3 Zink (Zn)**

Der Mittelwert des Zinkgehaltes im Restkörper der untersuchten Schlangen betrug  $154,7 \text{ [mg/kg TS]} \pm 39,0$  (74,7-317,8; n=62). In den Nattern wurde ein durchschnittlicher Gehalt von  $147,7 \text{ [mg/kg TS]} \pm 36,7$  (74,7-214,4; n=23) nachgewiesen, in den Boas ein Wert von  $150,6 \text{ [mg/kg TS]} \pm 28,8$  (111,1-216,9; n=13) und in den Pythons ein Wert von  $162,9 \text{ [mg/kg TS]} \pm 44,8$  (87,0-317,8; n=26).

### **2.2.3.4 Selen (Se)**

Da die Leber nicht auf ihren Selengehalt untersucht wurde, ergaben sich nur Werte für den Restkörper der Schlangen. Die Selenwerte aller 10 untersuchten Schlangen betragen  $174,1 \text{ [}\mu\text{g/kg TS RK]} \pm 80,5$  (99,5-352,8; n=10). Für die Nattern wurde kein Wert erhoben. Die untersuchte Boa wies einen Selengehalt von  $111,1 \text{ [}\mu\text{g/kg TS RK]} \pm 0$  (n=1) auf. Bei den Pythons ergab sich durchschnittlich ein Selengehalt von  $181,1 \text{ [}\mu\text{g/kg TS RK]} \pm 82,1$  (99,5-352,8; n=9), davon bei zwei semiadulten ein Gehalt von  $134,8 \text{ [}\mu\text{g/kg TS RK]} \pm 33,9$  (110,9-158,8; n=2). Bei sechs ausgewachsenen Pythons wurde ein Wert von  $207,4 \text{ [}\mu\text{g/kg TS RK]} \pm 89,6$  (99,5-352,8; n=6) nachgewiesen.

## Ergebnisse

### 2.2.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen im Restkörper

#### 2.2.4.1 Kalzium und Phosphor

Das Kalzium-Phosphor-Verhältnis im Restkörper betrug durchschnittlich  $0,5 \pm 0,2$  (0,1-1,5; n=62). Für die Nattern betrug es im Mittel  $0,4 \pm 0,2$  (23), für die Boas  $0,6 \pm 0,3$  (13) und für die Pythons  $0,5 \pm 0,1$  (26).

#### 2.2.5 Fettsäuremuster im Restkörperfett

Das Restkörperfett (Körperrohffett incl. Fettkörper, aber ohne Leberfett) von 23 Schlangen wurde auf sein Fettsäuremuster hin untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass die Palmitinsäure (C 16:0) mit durchschnittlich 30,6 % und die Stearinsäure (C 18:1) mit durchschnittlich 34,9 % die häufigsten Säuren darstellten. Die Analyseergebnisse des Restkörperfettes werden in **Tabelle 32** dargestellt.

**Tabelle 32** Fettsäuremuster des Restkörperfettes (Angabe in %) der untersuchten Schlangen (MIN-MAX).

Gruppe	C 14:0	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 20:1	C 20:4n6	C 20:5	n.i.*
<i>Nattern</i> (n=11)	4,1 (1,5- 9,5)	28,3 (21,1- 37,1)	4,5 (3,5- 5,9)	5,2 (3,2- 6,2)	36,3 (32,2- 43,2)	14,5 (7,6- 19,0)	0,4 (0,0- 0,6)	0,5 (0,0- 1,1)	0,6 (0,0- 1,5)	3,7 (14,8- 0,0)
<i>Boas</i> (n=5)	4,1 (0,9- 9,2)	32,9 (30,0- 36,0)	3,8 (1,4- 6,0)	6,4 (4,3- 8,7)	31,8 (28,8- 40,2)	13,9 (9,8- 19,9)	0,4 (0,3- 0,6)	0,8 (0,0- 1,9)	0,4 (0,2- 0,6)	3,2 (5,5- 1,3)
<i>Pythons</i> (n=7)	1,6 (0,0- 3,6)	32,3 (26,8- 35,0)	2,8 (1,0- 5,0)	10,1 (7,1- 15,2)	34,6 (28,9- 40,1)	13,5 (9,9- 17,8)	0,1 (0,0- 0,4)	1,1 (0,4- 2,4)	0,2 (0,0- 0,5)	2,7 (5,2- 1,1)

\*nicht identifiziert

### 2.3. Leber

#### 2.3.1 Rohnährstoffe der Leber

##### **2.3.1.1 Trockensubstanz (TS)**

Die untersuchten Schlangenlebern wiesen einen durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt von  $22,9 \text{ [\% uS]} \pm 7,6$  (10,8-50,0; n=68) auf.

##### **2.3.1.2 Rohfett (Rfe)**

Der Leber-Rohfettanteil entsprach  $3,7 \text{ [\% uS]} \pm 3,5$  (0,9-13,7; n=21). Der Gewichtsanteil variierte von 0,05 bis 7,10 g Rfe in der Trockensubstanz und betrug hier durchschnittlich  $16,5 \text{ [\%TS]} \pm 11,9$  (3,4-49,8; n=21). Die untersuchten Nattern wiesen mit einem Durchschnittswert von  $18,5 \text{ [\%TS]} \pm 21,3$  (3,4-49,8; n=4) den höchsten Rohfettanteil in der Trockensubstanz der Leber auf, nachfolgend von den Pythons mit  $18,3 \text{ [\%TS]} \pm 12,1$  (5,5-42,1; n=9) und den Boas mit  $13,5 \text{ [\%TS]} \pm 5,1$  (6,8-22,0; n=8). Der Anteil an Rohfett [% TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe wird in **Tabelle 33** dargestellt.

**Tabelle 33** Rohfettgehalt der Schlangenlebern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	$7,5 \pm 0,0$ (1)	$22,2 \pm 24,4$ (3)
<i>Boas</i>	$9,4 \pm 0,0$ (1)	$13,1 \pm 7,2$ (4)	$15,5 \pm 0,1$ (3)
<i>Pythons</i>	$16,6 \pm 12,0$ (3)	$11,6 \pm 4,6$ (4)	$34,1 \pm 11,2$ (2)

## Ergebnisse

### 2.3.1.3 Rohasche (Ra)

Der durchschnittliche Rohaschewert der untersuchten Lebern entsprach  $1,0 \pm 0,3$  [% uS] (0,6-1,9; n=21). Der Gewichtsanteil in Gramm Rohasche variierte von 0,02 g bis 0,55 g. Bezogen auf die Trockensubstanz betrug der Durchschnittswert  $4,7$  [%TS]  $\pm 1,0$  (2,8-6,9; n=21).

Eine Übersicht über den Rohnährstoffgehalt in den Lebern der untersuchten Schlangengruppen, bietet nachfolgende **Tabelle 34**. Zwischen den einzelnen Gruppen ergaben sich außer im Trockensubstanzgehalt [% uS] keine auffälligen Unterschiede.

**Tabelle 34** Rohnährstoffgehalte der Schlangenlebern. Arithmetisches Mittel [% uS]  $\pm$  Standardabweichung (MIN-MAX; n).

Gruppe	TS [% uS]	Rfe [% uS]	Ra [% uS]
<i>Nattern</i>	$27,0 \pm 8,5^A$ (15,8-50,0; n=24)	$4,9 \pm 6,0^A$ (0,9-13,7; n=4)	$1,2 \pm 0,5^A$ (0,8-1,9; n=4)
<i>Boas</i>	$21,1 \pm 6,2^B$ (11,6-33,2; n=16)	$2,7 \pm 1,4^A$ (1,3-5,6; n=8)	$0,9 \pm 0,3^A$ (0,6-1,3; n=8)
<i>Pythons</i>	$20,3 \pm 5,9^B$ (10,8-35,7; n=28)	$4,2 \pm 3,6^A$ (0,9-12,2; n=9)	$0,9 \pm 0,2^A$ (0,6-1,3; n=9)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 2.3.2 Mengenelemente der Leber

#### 2.3.2.1 Kalzium (Ca)

Die Schlangenlebern enthielten durchschnittlich einen Kalziumgehalt von 0,03 [g/kg uS]  $\pm$  0,05 (0,0-0,4; n=63). Bezogen auf die Trockensubstanz betrug der allgemeine Durchschnittswert 0,15 [g/kg TS]  $\pm$  0,19 (0,0-1,6; n=64). Für die Nattern betrug er 0,11 [g/kg TS]  $\pm$  0,08 (0,0-0,3; n=20), für die Boas 0,12 [g/kg TS]  $\pm$  0,05 (0,0-0,2; n=17) und für die Pythons 0,19 [g/kg TS]  $\pm$  0,28 (0,0-1,6; n=27). Der Kalziumgehalt [g/kg TS] der untersuchten Schlangenlebern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe wird in **Tabelle 35** dargestellt. Es ergab sich für die Nattern ein altersabhängiger Trend. Zudem unterschieden sich die Gruppe der juvenilen Nattern deutlich von der der juvenilen Pythons.

**Tabelle 35** Kalziumgehalt [g/kg TS] in der Leber, in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	0,04 $\pm$ 0,07 <sup>a,A</sup> (6)	0,19 $\pm$ 0,0 <sup>a,b,A</sup> (1)	0,14 $\pm$ 0,07 <sup>b,A</sup> (13)
Boas	0,10 $\pm$ 0,05 <sup>a,A,B</sup> (7)	0,13 $\pm$ 0,03 <sup>a,A</sup> (5)	0,14 $\pm$ 0,06 <sup>a,A</sup> (5)
Pythons	0,16 $\pm$ 0,09 <sup>a,B</sup> (13)	0,28 $\pm$ 0,45 <sup>a,A</sup> (10)	0,10 $\pm$ 0,04 <sup>a,A</sup> (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

#### 2.3.2.2 Phosphor (P)

In den untersuchten Lebern fand sich ein durchschnittlicher Phosphorgehalt von 2,3 [g/kg uS]  $\pm$  0,7 (1,0-4,8; n=63). Der Durchschnittswert bezogen auf die Trockensubstanz betrug für alle Schlangen 10,2 [g/kg TS]  $\pm$  1,6 (5,9-13,1; n=64), für die Nattern 10,5 [g/kg TS]  $\pm$  1,8 (5,9-12,5; n=20), für die Boas 10,0 [g/kg TS]  $\pm$  1,6 (7,0-12,6; n=17) und für die Pythons 10,1 [g/kg TS]  $\pm$  1,5 (7,2-13,1; n=27).



## Ergebnisse

**Tabelle 36** zeigt den Phosphorgehalt [g/kg TS] in den Lebern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe, wobei sich statistisch keine signifikanten Trends ergaben.

**Tabelle 36** Phosphorgehalt [g/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg uS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	10,8 $\pm$ 2,0 (6)	11,6 $\pm$ 0,0 (1)	10,3 $\pm$ 1,8 (13)
Boas	9,9 $\pm$ 2,1 (7)	9,6 $\pm$ 1,2 (5)	10,6 $\pm$ 1,1 (5)
Pythons	10,5 $\pm$ 1,5 (13)	10,1 $\pm$ 1,2 (10)	8,9 $\pm$ 1,6 (4)

### 2.3.3.3 Natrium (Na)

Der Natriumgehalt in den untersuchten Schlangenlebern war, alle Werte zusammengefasst, 0,2 [g/kg uS]  $\pm$  0,1 (0,0-0,5; n=63). Bezogen auf die Trockensubstanz betragen die Werte aller Schlangen 1,1 [g/kg TS]  $\pm$  0,5 (0,0-2,3; n=64). Für die Nattern konnte ein Gehalt von 0,8 [g/kg TS]  $\pm$  0,6 (0,0-1,8; n=20) ermittelt werden, für die Boas 1,2 [g/kg TS]  $\pm$  0,5 (0,3-2,3; n=17) und für die Pythons 1,1 [g/kg TS]  $\pm$  0,3 (0,6-2,3; n=27). Der Natriumgehalt [g/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe wird in **Tabelle 37** dargestellt. Es ergab sich für die Nattern ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den juvenilen Tieren und den anderen Altersgruppen. Die juvenilen Nattern differierten zudem noch von den Jungtieren der Boas und Pythons.

**Tabelle 37** Natriumgehalt [g/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	0,4 $\pm$ 0,6 <sup>a,A</sup> (6)	1,5 $\pm$ 0,0 <sup>b,A</sup> (1)	1,0 $\pm$ 0,4 <sup>b,A</sup> (13)
Boas	1,1 $\pm$ 0,7 <sup>a,B</sup> (7)	1,2 $\pm$ 0,2 <sup>a,A</sup> (5)	1,5 $\pm$ 0,5 <sup>a,A</sup> (5)
Pythons	1,2 $\pm$ 0,4 <sup>a,B</sup> (13)	1,2 $\pm$ 0,1 <sup>a,A</sup> (10)	0,9 $\pm$ 0,3 <sup>a,A</sup> (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

## Ergebnisse

### 2.3.3.4 Kalium (K)

Durchschnittlich enthielten die Lebern  $0,3 \text{ [g/kg uS]} \pm 0,2 \text{ (0,0-0,7; n=63)}$  Kalium. Die Gehalte bezogen auf die Trockensubstanz ergaben  $1,6 \text{ [g/kg TS]} \pm 0,7 \text{ (0,0-2,6; n=64)}$  im Allgemeinen,  $1,2 \text{ [g/kg TS]} \pm 0,9 \text{ (0,0-2,4; n=20)}$  für die Nattern,  $1,7 \text{ [g/kg TS]} \pm 0,5 \text{ (0,5-2,4; n=17)}$  für die Boas und  $1,9 \text{ [g/kg TS]} \pm 0,4 \text{ (0,9-2,6; n=27)}$  für die Pythons. **Tabelle 38** zeigt den Kaliumgehalt [g/kg TS] in den untersuchten Lebern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Auch in den Kaliumwerten unterschieden sich die Gruppe der juvenilen Nattern deutlich von den anderen juvenilen Gruppen. Für die Nattern konnte zudem ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Jungtieren und den anderen Altersgruppen festgestellt werden.

**Tabelle 38** Kaliumgehalt [g/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	$0,5 \pm 0,9^{a,A} \text{ (6)}$	$1,7 \pm 0,0^{b,A} \text{ (1)}$	$1,5 \pm 0,6^{b,A} \text{ (13)}$
Boas	$1,5 \pm 0,7^{a,B} \text{ (7)}$	$1,8 \pm 0,4^{a,A} \text{ (5)}$	$1,7 \pm 0,3^{a,A} \text{ (5)}$
Pythons	$1,9 \pm 0,5^{a,B} \text{ (13)}$	$2,0 \pm 0,2^{a,A} \text{ (10)}$	$1,6 \pm 0,4^{a,A} \text{ (4)}$

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 2.3.3.5 Magnesium (Mg)

Der durchschnittliche Magnesiumgehalt aller untersuchten Schlangenlebern betrug  $138,5 \text{ [mg/kg uS]} \pm 48,3 \text{ (60,0-359,2; n=63)}$ . Für die Trockensubstanz ergab sich ein Durchschnittsgehalt von  $631,7 \text{ [mg/kg TS]} \pm 128,5 \text{ (332,0-947,6; n=64)}$ . Der Magnesiumgehalt der Nattern betrug  $650,7 \text{ [mg/kg TS]} \pm 135,1 \text{ (389,0-947,0; n=20)}$ , der der Boas  $569,9 \text{ [mg/kg TS]} \pm 119,5 \text{ (332,0-826,0; n=17)}$  und der der Pythons  $657,9 \text{ [mg/kg TS]} \pm 119,3 \text{ (387,0-884,0; n=27)}$ . Der Magnesiumgehalt [mg/kg TS] in den untersuchten Lebern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe wird

## Ergebnisse

in **Tabelle 39** dargestellt. Für die Nattern und Pythons ergab sich zwischen den nicht ausgewachsenen Schlangen und den Adulten eine statistisch signifikante Magnesiumabnahme. Dieser deutliche Trend konnte bei den Boas nicht nachgewiesen werden, obwohl auch hier der Magnesiumgehalt vom juvenilen zum adulten Tier abnahm. Die Gruppe der adulten Nattern unterschied sich zudem noch statistisch signifikant von den anderen adulten Gruppen.

**Tabelle 39** Magnesiumgehalt [mg/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	710,4 $\pm$ 153,7 <sup>a,A</sup> (6)	679,0 $\pm$ 0,0 <sup>b,A</sup> (1)	261,0 $\pm$ 127,5 <sup>b,A</sup> (13)
Boas	574,6 $\pm$ 162,6 <sup>a,A</sup> (7)	582,9 $\pm$ 109,4 <sup>a,A</sup> (5)	543,6 $\pm$ 66,2 <sup>a,B</sup> (5)
Pythons	701,2 $\pm$ 124,8 <sup>a,A</sup> (13)	655,7 $\pm$ 54,9 <sup>a,A</sup> (10)	522,5 $\pm$ 139,0 <sup>b,B</sup> (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 2.3.3 Spurenelemente der Leber

#### **2.3.3.1 Eisen (Fe)**

Der Eisengehalt entsprach im Durchschnitt 511,5 [mg/kg uS]  $\pm$  1036,5 (31,3-6820,0; n=63). Bezogen auf den Trockensubstanzgehalt ergaben sich Gehalte von 2080,7 [mg/kg TS]  $\pm$  3616,9 (94,5-23870,0; n=64) für alle untersuchten Schlangen, 3786,6 [mg/kg TS]  $\pm$  5889,9 (98,7-23870,0; n=20) für die Nattern, 1388,4 [mg/kg TS]  $\pm$  1291,5 (94,5-5622,5; n=17) für die Boas und 1252,9 [mg/kg TS]  $\pm$  1434,4 (160,9-7028,0; n=27) für die untersuchten Pythons. Obwohl sich nur zwischen den Gruppen der juvenilen und semiadulten Pythons zur Gruppe der adulten Pythons ein statistisch signifikanter Unterschied ergab, konnte auch für

## Ergebnisse

die Nattern und Boas ein ansteigender Eisengehalt [mg/kg TS] in Altersverlauf festgestellt werden. Die Gruppe der juvenilen Nattern unterschied sich zudem noch statistisch signifikant von den juvenilen Gruppen der Riesenschlangen. Es konnte keine Korrelation zwischen dem Eisengehalt in der Leber und dem relativen Lebergewicht nachgewiesen werden. Die Werte der einzelnen Gruppen im altersabhängigen Verlauf werden in **Tabelle 40** dargestellt.

**Tabelle 40** Eisengehalt [mg/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	2352,4 $\pm$ 2144,4 <sup>a,A</sup> (6)	636,3 $\pm$ 0,0 <sup>a,A</sup> (1)	4690,9 $\pm$ 7090,1 <sup>a,A</sup> (13)
Boas	824,1 $\pm$ 759,5 <sup>a,B</sup> (7)	1052,2 $\pm$ 300,2 <sup>a,A</sup> (5)	2514,5 $\pm$ 1852,7 <sup>a,A</sup> (5)
Pythons	816,7 $\pm$ 674,2 <sup>a,A</sup> (13)	1115,3 $\pm$ 1052,2 <sup>a,A</sup> (10)	3014,6 $\pm$ 2768,9 <sup>b,A</sup> (4)

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 2.3.3.2 Kupfer (Cu)

Der Kupfergehalt der Lebern wies durchschnittlich einen Wert von 6,6 [mg/kg uS]  $\pm$  8,4 (0,7-44,7; n=63) auf. In der Trockensubstanz wiesen die Lebern einen durchschnittlichen Kupfergehalt von 28,0 [mg/kg TS]  $\pm$  29,7 (3,4-156,5; n=64) auf. Die Nattern hatten einen Gehalt von 36,8 [mg/kg TS]  $\pm$  42,5 (3,6-156,5; n=20), die Boas einen Gehalt von 28,8 [mg/kg TS]  $\pm$  21,1 (9,7-86,0; n=17) und die Pythons einen Gehalt von 21,1 [mg/kg TS]  $\pm$  21,0 (3,4-92,1; n=27) in der Leber. Auch für den Kupfergehalt [mg/kg TS] in den Schlangenlebern konnten bezüglich des Alters und der Gruppen keinerlei Trends nachgewiesen werden (**Tabelle 41**).

## Ergebnisse

**Tabelle 41** Kupfergehalt [mg/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	24,7 $\pm$ 19,0 (6)	38,3 $\pm$ 0,0 (1)	42,2 $\pm$ 51,0 (13)
<i>Boas</i>	25,3 $\pm$ 9,6 (7)	27,3 $\pm$ 22,5 (5)	35,0 $\pm$ 32,5 (5)
<i>Pythons</i>	20,0 $\pm$ 13,3 (13)	15,2 $\pm$ 16,8 (10)	39,3 $\pm$ 41,3 (4)

### 2.3.3.3 Zink (Zn)

Insgesamt konnte in allen untersuchten Lebern ein durchschnittlicher Zinkgehalt von 25,5 [mg/kg uS]  $\pm$  12,2 (8,7-72,4; n=63) nachgewiesen werden. Bezogen auf die Trockensubstanz konnte ein Durchschnittswert von 115,4 [mg/kg TS]  $\pm$  40,9 (49,2-251,5; n=64) ermittelt werden. Er betrug für die Nattern 126,7 [mg/kg TS]  $\pm$  51,6 (55,6-251,5; n=20), für die Boas 104,0 [mg/kg TS]  $\pm$  47,4 (49,2-218,4; n=17) und für die Pythons 114,1 [mg/kg TS]  $\pm$  23,0 (77,0-163,8; n=27). Den Zinkgehalt [mg/kg TS] in den untersuchten Schlangenlebern zeigt **Tabelle 42**. Es ergaben sich hier keinerlei Trends.

**Tabelle 42** Zinkgehalt [mg/kg TS] der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	116,6 $\pm$ 20,4 (6)	103,0 $\pm$ 0,0 (1)	133,1 $\pm$ 62,4 (13)
<i>Boas</i>	107,3 $\pm$ 58,9 (7)	93,4 $\pm$ 30,0 (5)	109,9 $\pm$ 52,0 (5)
<i>Pythons</i>	116,9 $\pm$ 24,1 (13)	116,3 $\pm$ 20,6 (10)	99,7 $\pm$ 25,9 (4)

### 2.3.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen in der Leber

#### 2.3.4.1 Kalzium und Phosphor

Das Kalzium-Phosphor-Verhältnis in den Lebern betrug durchschnittlich  $0,02 \pm 0,02$  (0,0-0,2; n=63). Das Verhältnis in den Lebern der Nattern betrug  $0,01 \pm 0,0$  (0,00-0,02; n=19), das in den Lebern der Boas  $0,01 \pm 0,0$  (0,00-0,03; n=17) und in den Pythonlebern  $0,02 \pm 0,0$  (0,0-0,2; n=27). Für das Kalzium-Phosphor-Verhältnis der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe (**Tabelle 43**) ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

**Tabelle 43** Kalzium-Phosphor-Verhältnis der Leber in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	$0,00 \pm 0,01$ (6)	$0,02 \pm 0,00$ (1)	$0,01 \pm 0,01$ (13)
Boas	$0,01 \pm 0,01$ (7)	$0,01 \pm 0,00$ (5)	$0,01 \pm 0,01$ (5)
Pythons	$0,02 \pm 0,01$ (13)	$0,03 \pm 0,06$ (10)	$0,01 \pm 0,01$ (4)

### 2.3.4.2 Eisen und Kupfer

Abbildung 24 zeigt graphisch die Beziehung zwischen dem Eisen- und dem Kupfergehalt [mg/kg uS] der Leber.

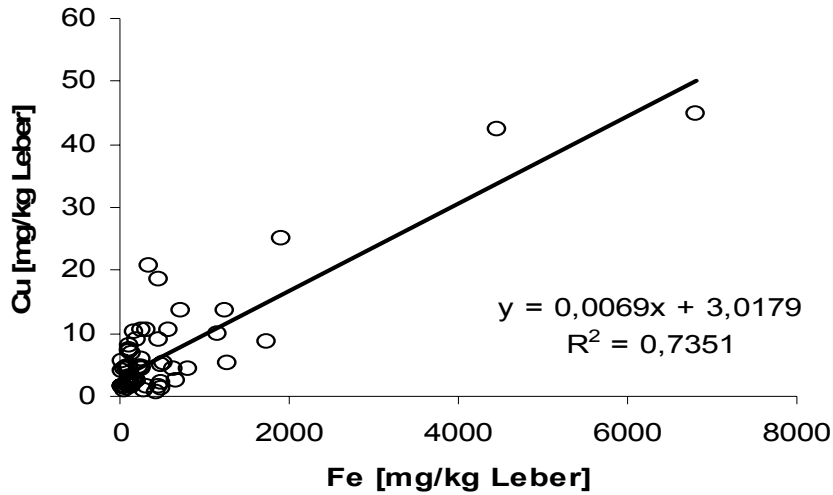


Abbildung 24 Eisen- und Kupfergehalt [mg/kg uS] untersuchter Schlangenlebern (n=63).

### 2.3.4.3 Zink und Kupfer

Abbildung 25 stellt das Zink-Kupfer-Verhältnis der untersuchten 63 Schlangenlebern dar.

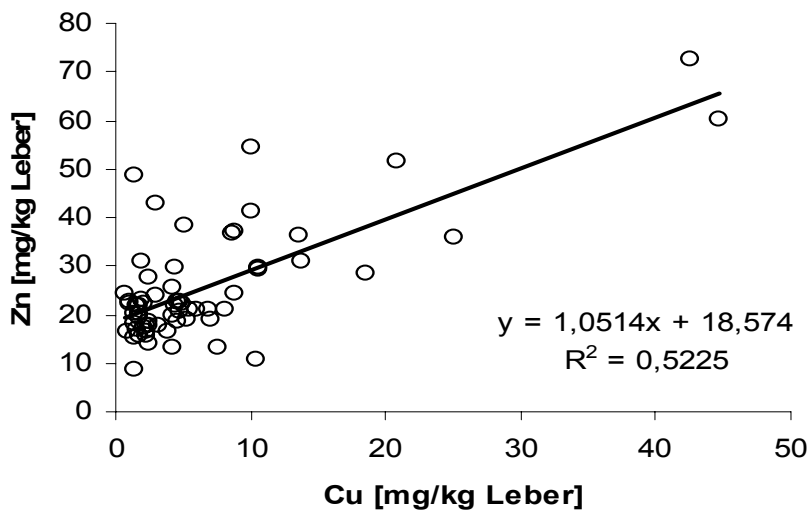


Abbildung 25 Zink- und Kupfergehalt [mg/kg uS] untersuchter Lebern (n=63).

## Ergebnisse

### 2.3.5 Die Spurenelementzusammensetzung in Abhängigkeit vom Ernährungszustand

Nachfolgend (**Tabelle 44**) wird die Spurenelementzusammensetzung der Leber in Abhängigkeit vom Ernährungszustand der einzelnen Tiere dargestellt. Die Einteilung in die einzelnen Gruppen (1-6) wurde bereits im Kapitel Material und Methoden beschrieben.

**Tabelle 44** Spurenelementzusammensetzung der Leber in Abhängigkeit vom Ernährungszustand (EZ). Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung.

<i>EZ</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
1 ( <i>n</i> =5)	8959,9 $\pm$ 10260,1 <sup>A</sup>	79,0 $\pm$ 66,8 <sup>A</sup>	160,5 $\pm$ 67,7 <sup>A</sup>
2 ( <i>n</i> =4)	4839,7 $\pm$ 3033,4 <sup>C</sup>	48,6 $\pm$ 31,0 <sup>A,C</sup>	138,7 $\pm$ 46,7 <sup>A,B</sup>
3 ( <i>n</i> =14)	1129,5 $\pm$ 1244,9 <sup>B</sup>	22,1 $\pm$ 12,3 <sup>B,C</sup>	123,1 $\pm$ 24,5 <sup>A,B</sup>
4 ( <i>n</i> =21)	1075,1 $\pm$ 896,0 <sup>B</sup>	19,0 $\pm$ 17,1 <sup>B</sup>	116,4 $\pm$ 40,6 <sup>B</sup>
5 ( <i>n</i> =15)	1333,8 $\pm$ 1376,2 <sup>B</sup>	23,5 $\pm$ 22,6 <sup>B,C</sup>	90,3 $\pm$ 26,5 <sup>B</sup>
6 ( <i>n</i> =5)	2121,5 $\pm$ 925,0 <sup>B,C</sup>	28,5 $\pm$ 26,5 <sup>B,C</sup>	100,6 $\pm$ 38,4 <sup>B</sup>

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.



### 2.4. Haut

Es wurden die Häute von insgesamt 11 Schlangen untersucht, darunter drei adulte Nattern, fünf Boas (2 juvenil, 1 semiadult, 2 adult) und drei Pythons (2 juvenil, 1 adult).

#### 2.4.1 Rohnährstoffe der Haut

##### **2.4.1.1 Trockensubstanz (TS)**

Die Haut der untersuchten Tiere wies einen Trockensubstanzgehalt (TS) von 36,7 [% uS]  $\pm$  10,7 (24,1-58,0; n=11) auf. Während der Gehalt der Nattern durchschnittlich einen Wert von 36,8 [% uS]  $\pm$  12,6 (26,9-51,0; n=3) betrug, konnte bei den Boas ein Trockensubstanzgehalt von 40,4 [% uS]  $\pm$  12,1 (26,7-58,0; n=5) und bei den Pythons ein Gehalt von 30,6 [% uS]  $\pm$  5,7 (24,1-34,8; n=3) nachgewiesen werden.

##### **2.4.1.2 Rohprotein (Rp)**

Im Durchschnitt wiesen die untersuchten Schlangenhäute einen Rohproteingehalt von 33,6 [% uS]  $\pm$  8,4 (22,4-50,2; n=8) auf. Der Proteingehalt in den Häuten der Nattern betrug 36,5 [% uS]  $\pm$  12,8 (25,1-50,2; n=3). Der Gehalt in den Boahäuten betrug 36,0 [% uS]  $\pm$  1,3 (35,1-36,9; n=2) und der in den Häuten der Pythons 29,3 [% uS]  $\pm$  6,2 (22,4-34,4; n=3). Der durchschnittliche Rohproteingehalt in der Trockensubstanz betrug 98,4 [% TS]  $\pm$  6,0 (88,9-105,1; n=11). Für die Nattern konnte ein Gehalt von 98,9 [% TS]  $\pm$  6,0 (93,0-105,1; n=3), für die Boas ein Gehalt von 101,6 [% TS]  $\pm$  0,5 (101,3-102,0; n=2) und für die Pythons ein Gehalt von 95,7 [% TS]  $\pm$  8,3 (88,9-104,9; n=3) nachgewiesen werden.

### 2.4.1.3 Rohfett (Rfe)

Der Rohfettgehalt der Häute betrug zusammengefasst  $0,73 \text{ [\% uS]} \pm 0,69$  (0,13-1,66; n=11). Während sich bei den Nattern Werte von  $0,69 \text{ [\% uS]} \pm 0,74$  (0,13-1,53; n=3) ergaben, zeigten die Boas Werte von  $0,81 \text{ [\% uS]} \pm 0,72$  (0,17-1,66; n=5) und die Pythons Werte von  $0,65 \text{ [\% uS]} \pm 0,87$  (0,13-1,66; n=3) Gehalt Rohfett in der Haut. Der durchschnittliche Rohfettgehalt in der Trockensubstanz betrug  $1,8 \text{ [\% TS]} \pm 1,5$  (0,4-4,8; n=11). Bezogen auf die Trockensubstanz wiesen die Nattern einen Gehalt von  $1,6 \text{ [\% TS]} \pm 1,3$  (0,4-3,0; n=3), die Boas einen Gehalt von  $1,8 \text{ [\% TS]} \pm 1,3$  (0,7-3,6; n=5) und die Pythons einen Wert von  $1,9 \text{ [\% TS]} \pm 2,4$  (0,4-4,8; n=3) auf.

### 2.4.1.4 Rohasche (Ra)

Der Rohaschegehalt betrug durchschnittlich  $1,1 \text{ [\% uS]} \pm 0,5$  (0,7-2,2; n=8). Die Nattern wiesen einen Gehalt von  $1,1 \text{ [\% uS]} \pm 0,4$  (0,9-1,4; n=2) auf, die Boas einen Gehalt von  $1,2 \text{ [\% uS]} \pm 0,7$  (0,7-2,2; n=4) und die Pythons einen Gehalt von  $0,9 \text{ [\% uS]} \pm 0,04$  (0,8-0,9; n=2) Rohasche. Bezogen auf die Trockensubstanz betrug der Durchschnittwert der untersuchten Schlangen  $3,1 \text{ [\% TS]} \pm 0,8$  (2,5-4,8; n=8). Für die Nattern betrug er  $2,7 \text{ [\% TS]} \pm 0,1$  (2,6-2,8; n=2), für die Boas  $3,3 \text{ [\% TS]} \pm 1,0$  (2,7-4,8; n=4) und für die Pythons  $3,1 \text{ [\% TS]} \pm 0,8$  (2,5-3,7; n=2).

Die Rohnährstoffe der Haut aller 11 untersuchten Schlangen sind zusammengefasst in **Tabelle 45** dargestellt.

**Tabelle 45** Rohnährstoffgehalt der Haut aller 11 untersuchten Schlangen. Arithmetisches Mittel  $[\% \text{ uS}] \pm$  Standardabweichung (n).

<i>TS</i> $[\% \text{ uS}]$	<i>Rfe</i> $[\% \text{ TS}]$	<i>Rp</i> $[\% \text{ TS}]$	<i>Ra</i> $[\% \text{ TS}]$
$36,7 \pm 10,7$ (11)	$1,8 \pm 1,5$ (11)	$98,4 \pm 6,0$ (8)	$3,1 \pm 0,8$ (8)

## Ergebnisse

### 2.4.2 Mengenelemente der Haut

Die Mengenelementgehalte der untersuchten Haut gehen aus **Tabelle 46** hervor. Sie zeigt eine Zusammenfassung der Werte für alle untersuchten Schlangen.

**Tabelle 46** Mengenelemente der Haut. Arithmetisches Mittel [pro TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

<i>Ca [g/kg]</i>	<i>P [g/kg]</i>	<i>Na [g/kg]</i>	<i>K [g/kg]</i>	<i>Mg [mg/kg]</i>
0,4 $\pm$ 0,2 (11)	2,1 $\pm$ 0,8 (11)	1,8 $\pm$ 0,8 (11)	2,7 $\pm$ 1,0 (11)	205,7 $\pm$ 86,3 (11)

### 2.4.3 Spurenelemente der Haut

In **Tabelle 47** wird eine Übersicht über die durchschnittlichen Spurenelementgehalte der untersuchten Schlangenhäute dargestellt.

**Tabelle 47** Spurenelementgehalte der Haut. Arithmetisches Mittel [pro TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

<i>Fe [mg/kg]</i>	<i>Cu [mg/kg]</i>	<i>Zn [mg/kg]</i>	<i>Se [<math>\mu</math>g/kg]</i>
28,9 $\pm$ 11,1 (11)	1,1 $\pm$ 0,6 (11)	35,4 $\pm$ 9,4 (11)	718,3 $\pm$ 828,5 (5)

#### **2.4.3.1 Selen (Se)**

In fünf untersuchten Häuten konnte ein durchschnittlicher Selenwert von 94,8 [ $\mu$ g/kg uS]  $\pm$  96,3 (28,8-255,5; n=5) gemessen werden. Zwei der untersuchten Natternhäute wiesen dabei einen Selenwert von 77,4 [ $\mu$ g/kg uS]  $\pm$  52,1 (40,6-114,3; n=2) auf. Der Selenwert in den Häuten der untersuchten Boas betrug 145,1 [ $\mu$ g/kg uS]  $\pm$  156,1 (34,8-255,5; n=2) und in der Pythonhaut betrug er 28,8

## Ergebnisse

---

[ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS]  $\pm 0,0$  (n=1). Durchschnittlich betrug der Selengehalt bezogen auf die Trockensubstanz 254,1 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS]  $\pm 275,8$  (87,7-737,8; n=5). Bei den Nattern wurde ein Gehalt von 174,4 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS]  $\pm 70,3$  (124,7-224,1; n=2), bei den Boas ein Wert von 416,9 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS]  $\pm 453,7$  (96,1-737,8; n=2) und für die Python ein Selengehalt von 87,7 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS]  $\pm 0,0$  (n=1) ermittelt.

### 2.4.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen in der Haut

#### **2.4.4.1 Kalzium und Phosphor**

Das Kalzium-Phosphor-Verhältnis in der Haut betrug durchschnittlich  $0,2 \pm 0,1$  (0,1-0,3; n=11). In der Natternhaut betrug es insgesamt  $0,2 \pm 0,1$  (0,2-0,3; n=3), in der Haut der untersuchten Boas  $0,1 \pm 0,0$  (0,1-0,2; n=5) und in den Pythonhäuten  $0,2 \pm 0,0$  (0,1-0,2; n=3).

### 2.5. Knochen

#### 2.5.1 Rohnährstoffe

##### 2.5.1.1 Trockensubstanz (TS)

Die Trockensubstanz der untersuchten Schädelknochen betrug  $88,8$  [% uS]  $\pm 4,6$  (78,6-92,0; n=7). Die Trockensubstanz der untersuchten Wirbelkörper betrug  $89,1$  [% uS]  $\pm 3,1$  (83,3-92,6; n=11). **Tabelle 48** zeigt den Trockensubstanzgehalt der Wirbelkörper der untersuchten Gruppen mit zunehmendem Alter.

**Tabelle 48** Trockensubstanzgehalt [% uS] im Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% uS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	$89,7 \pm 1,9$ (3)
Boas	$87,5 \pm 0,0$ (1)	$90,2 \pm 0,0$ (1)	$91,9 \pm 0,6$ (3)
Pythons	$83,7 \pm 0,5$ (2)	-	$90,5 \pm 0,0$ (1)

##### 2.5.1.2 Rohfett (Rfe)

Die Wirbelkörper enthielten durchschnittlich einen Rohfettgehalt von  $0,4$  [% TS]  $\pm 0,6$  (0,0-1,9; n=11). Der Rohfettgehalt der untersuchten Schlangenschädel betrug zusammengefasst einen Wert von  $1,6$  [% TS]  $\pm 1,1$  (0,0-3,6; n=7). Der Rohfettgehalt in den Wirbelknochen abhängig von Alter und Gruppe wird in **Tabelle 49** dargestellt.

## Ergebnisse

**Tabelle 49** Rohfettgehalt [% TS] im Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% TS] ± Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	-	0,24 ± 0,32 (3)
<i>Boas</i>	0,73 ± 0,00 (1)	0,21 ± 0,00 (1)	0,09 ± 0,02 (3)
<i>Pythons</i>	1,17 ± 1,06 (2)	-	0,57 ± 0,00 (1)

### 2.5.1.3 Rohasche (Ra)

Bezogen auf die Trockensubstanz betrug der Rohaschegehalt der Schädelknochen 61,4 [% TS] ± 4,9 (51,5-65,1; n=7) und der Gehalt in den Wirbelkörpern 63,9 [% TS] ± 3,7 (56,6-68,9; n=11). **Tabelle 50** stellt den Rohaschegehalt in den Wirbelkörpern dar, unterteilt nach Gruppe und in die verschiedenen Altersgruppen.

**Tabelle 50** Rohaschegehalt [% TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [% TS] ± Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	-	65,2 ± 2,0 (3)
<i>Boas</i>	61,1 ± 0,0 (1)	66,6 ± 0,0 (1)	66,4 ± 2,4 (3)
<i>Pythons</i>	57,8 ± 1,7 (2)	-	64,9 ± 0,0 (1)

### 2.5.2 Mengenelemente

#### 2.5.2.1 Kalzium (Ca)

Der Kalziumgehalt in der Trockensubstanz lag in den Schädelknochen bei 208,6 [g/kg TS]  $\pm$  52,2 (94,2-242,5; n=7) und in den Wirbelknochen bei 227,5 [g/kg TS]  $\pm$  43,7 (102,9-260,4; n=11). Während die Schädelknochen im Durchschnitt einen Kalziumgehalt von 335,7 [g/kg Ra]  $\pm$  68,1 (182,8-372,5; n=7) enthielten, betrug der Gehalt an Kalzium in den Wirbelkörpern durchschnittlich 353,9 [g/kg Ra]  $\pm$  58,9 (181,7-392,8; n=11). Die Ergebnisse bezüglich Alter und Gruppe sind in **Tabelle 51** dargestellt.

**Tabelle 51** Kalziumgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	235,4 $\pm$ 6,1 (3)
Boas	240,1 $\pm$ 0,0 (1)	260,4 $\pm$ 0,0 (1)	248,0 $\pm$ 2,9 (3)
Pythons	204,6 $\pm$ 0,0 (1)	-	243,7 $\pm$ 0,0 (1)

#### 2.5.2.2 Phosphor (P)

Der Phosphorgehalt bezogen auf die Trockensubstanz betrug in den Schädelknochen 94,8 [g/kg TS]  $\pm$  23,1 (43,0-109,4; n=7) und in den Wirbelknochen 93,5 [g/kg TS]  $\pm$  22,9 (30,6-114,9; n=11). Während die Schädelknochen im Durchschnitt einen Phosphorgehalt von 152,8 [g/kg Ra]  $\pm$  31,0 (83,5-169,3; n=7) enthielten, betrug der Gehalt an Kalzium in den Wirbelkörpern durchschnittlich 145,3 [g/kg Ra]  $\pm$  33,2 (54,0-174,8; n=11). Die Ergebnisse bezüglich Alter und Gruppe sind in **Tabelle 52** dargestellt.

## Ergebnisse

**Tabelle 52** Phosphorgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] ± Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	-	108,7 ± 6,1 (3)
<i>Boas</i>	80,7 ± 0,0 (1)	94,4 ± 0,0 (1)	99,4 ± 9,2 (3)
<i>Pythons</i>	103,1 ± 0,0 (1)	-	95,6 ± 0,0 (1)

### 2.5.2.3 Natrium (Na)

In der Trockensubstanz betrug der durchschnittliche Natriumgehalt der Schädelknochen 27,0 [g/kg TS] ± 12,5 (17,1-47,7; n=7) und der Wirbelknochen 17,5 [g/kg TS] ± 21,8 (0,5-72,1; n=11). Während die Schädelknochen im Durchschnitt einen Natriumgehalt von 44,1 [g/kg Ra] ± 20,5 (26,5-81,1; n=7) enthielten, betrug der Gehalt an Natrium in den getrockneten Wirbelkörpern durchschnittlich 28,6 [g/kg Ra] ± 36,5 (0,7-118; n=11). Die Ergebnisse bezüglich Alter und Gruppe sind in **Tabelle 53** dargestellt.

**Tabelle 53** Natriumgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS] ± Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	-	14,7 ± 1,5 (3)
<i>Boas</i>	72,1 ± 0,0 (1)	5,1 ± 0,0 (1)	1,3 ± 0,7 (3)
<i>Pythons</i>	32,1 ± 11,9 (2)	-	2,4 ± 0,0 (1)

### 2.5.2.4 Kalium (K)

Während der Kaliumgehalt in den Schädelknochen 7,8 [g/kg TS] ± 11,8 (0,0-33,2; n=7) betrug, wurde in den Wirbelknochen ein Wert von 13,8 [g/kg TS] ± 28,9 (0,0-95,6; n=11) nachgewiesen. Der Kaliumgehalt der Schädelknochen betrug in der



## Ergebnisse

Rohasche einen Wert von 13,0 [g/kg Ra]  $\pm$  20,1 (0-56,4; n=7). Der Gehalt in den Wirbelkörpern war 20,8 [g/kg Ra]  $\pm$  43,3 (0-143,5; n=11). In **Tabelle 54** wird der Kaliumgehalt der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe dargestellt.

**Tabelle 54** Kaliumgehalt [g/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [g/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	0,9 $\pm$ 0,8 (3)
Boas	0,0 $\pm$ 0,0 (1)	95,6 $\pm$ 0,0 (1)	11,1 $\pm$ 19,2 (3)
Pythons	4,7 $\pm$ 6,6 (2)	-	11,0 $\pm$ 0,0 (1)

### 2.5.2.5 Magnesium (Mg)

In den untersuchten Schädeln wurde, bezogen auf die Trockensubstanz, ein Magnesiumgehalt von 3644,4 [mg/kg TS]  $\pm$  829,5 (2077-4799; n=7) ermittelt. In den Wirbelkörpern betrug er 3549,6 [mg/kg TS]  $\pm$  680,3 (2037-4486; n=11). Der Magnesiumgehalt der Schlangenschädel betrug durchschnittlich 5917,1 [mg/kg Ra]  $\pm$  1270,4 (4030-8150; n=7). Der Gehalt in den getrockneten Wirbelkörpern betrug 5547,3 [mg/kg Ra]  $\pm$  1034,8 (3600-7340; n=11). Der Magnesiumgehalt in den untersuchten Wirbelkörpern, sortiert nach Alter und Gruppe wird in **Tabelle 55** dargestellt.

**Tabelle 55** Magnesiumgehalt [mg/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	3360,4 $\pm$ 371,6 (3)
Boas	3447,8 $\pm$ 0,0 (1)	4216,8 $\pm$ 0,0 (1)	3482,3 $\pm$ 39,9 (3)
Pythons	4329,3 $\pm$ 0,0 (1)	-	4486,0 $\pm$ 0,0 (1)

### 2.5.3 Spurenelemente

#### 2.5.3.1 Eisen (Fe)

Bezogen auf die Trockensubstanz wurde in den Schlangenschädeln ein Eisengehalt von 25,7 [mg/kg TS]  $\pm$  12,2 (14,0-48,1; n=7) ermittelt und für die Wirbelkörper ein Wert von 28,4 [mg/kg TS]  $\pm$  11,8 (6,6-49,2). Der Eisengehalt in den untersuchten Schlangenschädeln betrug durchschnittlich 42,3 [mg/kg Ra]  $\pm$  20,1 (21,9-77,1; n=7); in den untersuchten Wirbelkörpern betrug er 45,2 [mg/kg Ra]  $\pm$  20,0 (9,6-80,5; n=11). **Tabelle 56** zeigt den Eisengehalt in den Wirbelkörpern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe.

**Tabelle 56** Eisengehalt im Wirbelkörper [mg/kg TS] in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS]  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	26,5 $\pm$ 3,2 (3)
Boas	49,2 $\pm$ 0,0 (1)	17,8 $\pm$ 0,0 (1)	23,7 $\pm$ 15,9 (3)
Pythons	43,6 $\pm$ 0,0 (1)	-	25,1 $\pm$ 0,0 (1)

#### 2.5.3.2 Kupfer (Cu)

Der Kupfergehalt in den untersuchten Schädeln betrug durchschnittlich 32,5 [mg/kg TS]  $\pm$  10,8 (19,5-45,3; n=7). In den Wirbelkörpern konnte ein Durchschnittswert von 15,5 [mg/kg TS]  $\pm$  8,7 (2,3-31,2; n=11) nachgewiesen werden. Der Kupfergehalt betrug in den Schädeln durchschnittlich 53,0 [mg/kg Ra]  $\pm$  16,6 (30,2-72,2; n=7). Der Gehalt in den Wirbelkörpern betrug 24,7 [mg/kg Ra]  $\pm$  14,4 (3,4-52,9; n=11). Der Kupfergehalt in Abhängigkeit von Alter und Gruppe wird in **Tabelle 57** dargestellt.

## Ergebnisse

**Tabelle 57** Kupfergehalt [mg/kg TS] im Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	-	18,3 ± 9,9 (3)
<i>Boas</i>	19,8 ± 0,0 (1)	16,2 ± 0,0 (1)	7,7 ± 4,7 (3)
<i>Pythons</i>	20,0 ± 15,9 (2)	-	16,7 ± 0,0 (1)

### 2.5.3.3 Zink (Zn)

In der Trockensubstanz konnte für die Schlangenschädel ein Zinkgehalt von 163,2 [mg/kg TS] ± 54,8 (92,0-253,5; n=7) und für die Wirbelkörper ein Gehalt von 130,9 [mg/kg TS] ± 91,3 (22,2-350,6; n=11). Der Zinkgehalt in den untersuchten Schädeln betrug zusammengefasst 263,6 [mg/kg Ra] ± 78,3 (178,4-389,3; n=7); der in den Wirbelkörpern betrug durchschnittlich 209,0 [mg/kg Ra] ± 150,8 (32,1-573,5; n=11). Den Zinkgehalt [mg/kg Ra] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe zeigt **Tabelle 58**.

**Tabelle 58** Zinkgehalt [mg/kg TS] der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel [mg/kg TS] ± Standardabweichung (n).

<i>Gruppe</i>	<i>juvenil</i>	<i>semiadult</i>	<i>adult</i>
<i>Nattern</i>	-	-	150,5 ± 43,3 (3)
<i>Boas</i>	350,6 ± 0,0 (1)	89,7 ± 0,0 (1)	52,7 ± 29,5 (3)
<i>Pythons</i>	199,3 ± 0,0 (1)	-	70,8 ± 0,0 (1)

## Ergebnisse

### 2.5.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen im Knochen

#### **2.5.4.1 Kalzium und Phosphor**

Das Kalzium-Phosphor-Verhältnis in den Schädelknochen betrug  $2,2 \pm 0,1$  (2,1-2,4; n=7). In den Wirbelkörpern betrug das Kalzium-Phosphor-Verhältnis  $2,5 \pm 0,4$  (2,0-3,4; n=11). **Tabelle 59** veranschaulicht das Kalzium-Phosphor-Verhältnis in den untersuchten getrockneten Wirbelkörpern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe.

**Tabelle 59** Kalzium-Phosphor-Verhältnis in den Wirbelkörpern in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	$2,2 \pm 0,1$ (3)
Boas	$3,0 \pm 0,0$ (1)	$2,7 \pm 0,0$ (1)	$2,5 \pm 0,2$ (3)
Pythons	$2,7 \pm 1,0$ (2)	-	$2,5 \pm 0,0$ (1)

### 2.5.5 Knochendichte

Die Knochendichte der Wirbelkörper betrug durchschnittlich  $1,5 \text{ [g/cm}^3] \pm 0,2$  (1,1-1,7; n=11). Die Nattern hatten durchschnittlich eine Knochendichte von  $1,5 \text{ [g/cm}^3] \pm 0,2$  (1,4-1,7; n=3). Der Dichtewert der Boas betrug im Mittel  $1,5 \text{ [g/cm}^3] \pm 0,1$  (1,4-1,7; n=5), der Wert der Pythons betrug  $1,2 \text{ [g/cm}^3] \pm 0,1$  (1,1-1,4; n=3). **Tabelle 60** zeigt die Knochendichte der Wirbelkörper der untersuchten Tiere in Abhängigkeit von Alter und Gruppe.

**Tabelle 60** Knochendichte  $\text{[g/cm}^3]$  der Wirbelkörper in Abhängigkeit von Alter und Gruppe. Arithmetisches Mittel  $\text{[g/cm}^3] \pm$  Standardabweichung (n).

Gruppe	juvenil	semiadult	adult
Nattern	-	-	$1,5 \pm 0,2$ (3)
Boas	$1,4 \pm 0,0$ (1)	$1,4 \pm 0,0$ (1)	$1,6 \pm 0,1$ (3)
Pythons	$1,2 \pm 0,0$ (2)	-	$1,4 \pm 0,0$ (1)

# V. Diskussion

## *1. Kritik der Methodik*

### **1.1 Art des Probenmaterials**

Eine der Hauptfragen, die sich bei dem in dieser Studie untersuchten Probenmaterial ergibt, ist, inwiefern die analysierten Tiere repräsentativ sind. Da bei den meisten Tieren die Herkunft bekannt war und es sich sowohl um Wildfänge, als auch um in menschlicher Obhut gehaltene Schlangen handelte, kann davon ausgegangen werden, dass sie weder unter gleichen Bedingungen aufgewachsen und gehalten worden sind, noch einheitlich gefüttert wurden. Wie bereits im Literaturteil beschrieben, kann die Körperzusammensetzung von Schlangen durch Fütterungs- und Umweltbedingungen beeinflusst werden (ALEKSIUK und STEWART, 1971; HOPKINS et al., 1999; LOURDAIS et al., 2004). Ein systematischer Effekt ist daher nicht zu erwarten.

Trotz aller Nachteile erschien es auch aus wissenschaftlicher Sicht sinnvoll, zuerst auf das vorhandene Probenmaterial zurückzugreifen. Bisher wurden kaum Untersuchungen über die Zusammensetzung des Schlangenkörpers und seiner Organe durchgeführt. Daher soll diese Arbeit einen Überblick schaffen, um so eine Grundlage für weitere Studien zu bilden. Aus Tier- und Artenschutzgründen sollten Untersuchungen an klinisch gesunden Tieren eines einheitlichen Bestandes erst dann durchgeführt werden, wenn auf Grund dieser Arbeit Fragen ersichtlich werden, für deren Beantwortung dies zwingend erforderlich ist.

### 1.2 Zustand der Tierkörper vor der Sektion

Das Ergebnis der Sektionsbefunde zeigte, dass die Schlangen der eigenen Studie, die sich in einem guten und sehr guten Ernährungszustand befanden, über 50 % der untersuchten Tiere betrug. Daher liegt die Vermutung nahe, dass die Mehrzahl der Schlangen nicht chronisch krank war. Dafür spräche auch der in vielen Fällen gefüllte Gastrointestinaltrakt der seziierten Tiere. Da chronisch kranke Schlangen in den meisten Fällen die Futteraufnahme verweigern (KÖLLE, 2003), kann auf Grund des Füllungszustandes des Gastrointestinaltraktes darauf geschlossen werden, dass es sich in den Fällen mit Magen-Darm-Inhalt aller Wahrscheinlichkeit nach um akut erkrankte und plötzlich gestorbene Tiere handelte. Dies wiederum lässt erwarten, dass sich die Körperzusammensetzung bei diesen Tieren kaum verändert hat.

Da ein Großteil der Tierkörper auf dem Postweg eintraf, konnten Autolysevorgänge nicht verhindert werden. Ein Teil der Schlangen war bereits für einen unbestimmten Zeitraum, sicher aber für einige Monate, tiefgefroren, andere wurden frischtot angeliefert. Stark autolytierte Tierkörper wurden komplett verworfen und gingen nicht in die Studie ein. Da einigen Tieren zuvor für Diagnostikzwecke Organ- oder Körperteile entnommen worden waren, konnten sie nicht mehr für die Ganzkörperanalyse, sondern nur für die Untersuchungen der Haut und der Knochen herangezogen werden. Sowohl die Autolyse, als auch lange Zeiten des Einfrierens könnten eine Veränderung des Rohwasseranteils und damit eine Erhöhung der Trockensubstanzwerte zur Folge haben (NEESSE, 1975). Andererseits kann eine Änderung des Mengen- und Spurenelementanteils ausgeschlossen werden, da sich diese Werte auf die Trockensubstanz beziehen und die Elemente nicht flüchtig sind. Auch die Rohproteindaten könnten durch die Abbauvorgänge beeinflusst worden sein, da ein Entweichen von mikrobiell gebildeten Ammoniak nicht ausgeschlossen werden kann. Es ergaben sich aber für die untersuchten Tierkörper trotz unterschiedlicher Vorbedingungen vergleichbare Ergebnisse, so dass es relativ unwahrscheinlich ist, dass durch die gesamten Faktoren eine signifikante Beeinflussung der Ergebnisse vorlag.

Die prozentuale Verteilung der erhobenen pathologischen Befunde zeigt, dass die Schlangen vor allem an Lungenerkrankungen litten. Dies deckt sich mit den von

SINN (2004) ermittelten Daten, die zeigten, dass fast 50 % aller von ihr seziierten Schlangen eine Lungenerkrankung aufwiesen. An Pneumonie erkrankte Schlangen weisen häufig einen akuten Krankheitsverlauf auf, so dass sich noch keine Kachexie entwickeln konnte. Dies wiederum lässt vermuten, dass keine signifikante Veränderung in der Körperzusammensetzung im Vergleich zu gesunden Schlangen erfolgte. In der eigenen Studie konnte gezeigt werden, dass viele Schlangen neben einer Erkrankung des Respirationstraktes eine Erkrankung der inneren Organe, insbesondere des Gastrointestinaltraktes, der Nieren und der Leber aufwiesen. Die Nieren waren meist entzündlich verändert. Fünf Schlangen (davon zwei Wildfänge) litten an einer Nierengicht (**Abbildung 10**), eine an einer Viszeralgicht. WILL (1975) sieht die Ätiologie von Lebererkrankungen bei Reptilien meist infolge Infektionen und Erkrankungen anderer Organsysteme. Die Fettleber trat in der eigenen Studie als häufigste Lebererkrankung auf (**Abbildung 27**). Dieses Ergebnis deckt sich mit den Angaben von SINN (2004). Während bei DENNERT (1999) ernährungsbedingte Erkrankungen in der Praxis bei Schlangen nur 4 % ausmachten, lag das Ergebnis der eigenen Untersuchungen etwas höher. Nutritiv bedingte Veränderungen wurden vor allem bei Nattern gefunden. Zwei Jungtiere litten unter einem Ösophagusabriss infolge zu großer Futtertiere. Bei den adulten Nattern zeigten vor allem die Weibchen Adipositas, teils in Kombination mit Legenot. Auf die Ursachen und Folgen von Adipositas und Leberverfettung wird im Folgenden noch genauer eingegangen.

### 1.3 Sektion und Präparation der Schlangenkörper

Die Geschlechtsbestimmung konnte, insbesondere bei den Jungtieren, nicht in allen Fällen erfolgreich durchgeführt werden. Grund war eine mangelnde Ausprägung der Gonaden und eine nicht eindeutige bzw. nicht mögliche Sondierung infolge der geringen Größe der Tiere. Bei den Adulten konnte zwar das Geschlecht bestimmt werden, die Datenverteilung ließ jedoch eine eindeutige Differenzierung nach Geschlecht nicht zu.

Durch Verlust von Körperflüssigkeiten im Laufe der Sektion und durch die Raumtemperatur könnte der gemessene Trockensubstanzgehalt eventuell

## Diskussion

---

beeinflusst worden sein. Deshalb wurden die Tiere vor dem Aufschneiden gewogen. Ausgetretene Körperflüssigkeit wurde berücksichtigt. Besonders große Tiere, die ein schnelles Ausnehmen und Abwiegen der Organe nicht erlaubten, wurden mit einer trockenen Plastikfolie abgedeckt und partiell präpariert.

Die für die Knochenanalyse bestimmten Schlangen wurden, wie bereits in Material und Methoden beschrieben, mit Hilfe Afrikanischer Speckkäfer (*Dermestes maculatus*) von anderem Gewebe gereinigt. Diese Art der Präparation wurde gewählt, weil sich eine rein manuelle Säuberung der Wirbelkörper als zu aufwändig herausstellte (**Abbildung 26**). Ein Einlegen in spezielle Präparationsbäder oder in Wasser konnte nicht vorgenommen werden, da sie unmittelbar zu einer Veränderung der Knochenzusammensetzung geführt hätten. Trotz anschließender gründlicher manueller Reinigung kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich noch minimale Chitinreste der Käferlarven an den Knochen befanden. Das Chitin, ein stickstoffhaltiges Polysaccharid, beeinflusst auf Grund seiner chemischen Zusammensetzung den Mineralstoffgehalt der Knochen nicht.



**Abbildung 26** Skelett einer Regenbogenboa (*Epicrates cenchria cenchria*) nach Einsatz von Speckkäfern (*Dermestes maculatus*) vor manueller Reinigung.



Die Dichtebestimmung mit Hilfe einer hydrostatischen Waage gibt Hinweise auf die relative Dichte eines Festkörpers bei zuvor definierten Bedingungen (siehe Material und Methoden). Da bei Knochen, auf Grund ihrer porösen Stofflichkeit, nicht ausgeschlossen werden kann, dass geringe Mengen an Luft eingeschlossen sind, wird der ermittelte Wert auch als Rohdichte bezeichnet. Obwohl alternative Meßmethoden, wie zum Beispiel die quantitative computertomographische Knochendichtebestimmung (DXA-Messung) beim lebenden Tier häufig angewandt werden, ist das Verfahren nach dem „Archimedischen Prinzip“ eine einfache, kostengünstige und genaue Alternative.

Die Häutung der für die Hautanalyse bestimmten Schlangen erwies sich insbesondere bei den Königpythons (*Python regius*) als problematisch, während sich die Haut der Nattern sehr einfach abziehen ließ. Trotz manueller Reinigung könnten zurückgebliebene Reste der Muskulatur an der Haut haften geblieben sein. Dies könnte in den Analysen zu einem vermehrten Stickstoffanteil führen und somit den Rohproteingehalt der Haut fälschlicherweise erhöhen. Da die Rohproteinergebnisse der Haut von Königpythons (*Python regius*) den Werten der anderen Schlangen ähnelten, erscheint dies jedoch eher unwahrscheinlich.

### 1.4 Messungen

Vor allem von den Schlüpflingen konnte auf Grund einer sehr geringen Körpermasse nur sehr wenig Probenmaterial gewonnen werden. Dies traf auf 4 juvenile Regenbogenboas (*Epikrates cenchria cenchria*) und 13 juvenile Kornnattern (*Pantherophis guttatus*) zu. Wie bereits in Material und Methoden erläutert, wurden deshalb die Lebern einiger Kornnattern gepoolt. In solchen Fällen wurde aus Praktikabilitätsgründen nur eine Einfachbestimmung durchgeführt.

## **2. Besprechung der Ergebnisse**

### **2.1 Sektionsergebnisse**

#### 2.1.1 Körpermaße

KRAUSE et al. (2003) konnten anhand zweier Strumpfbandnatterpopulationen (*Thamnophis sirtalis*) zeigen, dass diese Natterart bezüglich ihrer Körperlänge und Schädelgröße einen deutlichen Sexualdimorphismus aufweist. Die weiblichen Tiere fielen durch eine größere Körperlänge und Schädelgröße auf. Des Weiteren zeigten Untersuchungen von KING et al. (1999), dass diverse Nattern bereits als Schlüpflinge deutliche Geschlechtsdifferenzen bezüglich ihrer Schädelgröße aufwiesen, obwohl der Unterschied in den einzelnen Körperlängen noch nicht ausgeprägt war. AUBRET et al. (2004) stellten in Versuchen an zwei Tigerpythonpopulationen (*Python molurus*) fest, dass sich das äußere Erscheinungsbild von Schlangen, wie zum Beispiel die Maulgröße und die Schädellänge durch genetische und äußere Faktoren, zum Beispiel die Größe potentieller Beutetiere, beeinflussen lässt. Demnach könnte man annehmen, dass sich die Maulbreite mit zunehmender Körpergröße der Tiere auch vergrößert. Lässt man die Schwanzlänge, um geschlechts- und artspezifische Differenzen auszuschließen, außer acht, ließ sich in der eigenen Studie zeigen, dass sich für das Verhältnis von Maulbreite zur Schnauzen-Kloaken-Länge zwischen den verschiedenen Altersgruppen und den unterschiedlichen Spezies keine statistisch signifikanten Abweichungen ergaben. Dieses Ergebnis deckt sich mit Erkenntnissen aus Fütterungsversuchen von SCHUETT et al. (2005). Einheitlich gehaltene Boas (*Boa constrictor*) wurden hier mit verschiedenen großen Futtertieren gefüttert. Bezüglich der Schädelgrößen ergaben sich hier keinerlei Unterschiede. Aber es zeigten sich Hinweise auf einen Geschlechtsdimorphismus bezüglich der Gesamtkörperlängen. Die weiblichen Schlangen wurden in der Regel größer als die Männchen.

AUBRET et al. (2005) untersuchten 1250 Königpythons (*Python regius*). Die 603 Tiere der neonatalen Altersgruppe wiesen eine durchschnittliche

Gesamtkörperlänge von 38,3 [cm]  $\pm$  2,7 bei den weiblichen Tieren, bzw. 38,3 [cm]  $\pm$  3,0 bei den männlichen Tieren auf. Für die weiblichen Juvenilen geben sie Werte von 72,0 [cm]  $\pm$  18,0, für die männlichen Juvenilen von 73,4 [cm]  $\pm$  18,4 an. Im Mittel betragen die Gesamtkörperlängen der erwachsenen Weibchen 116,2 [cm]  $\pm$  10,3, die der adulten Männchen 111,3 [cm]  $\pm$  10,3. Die in der eigenen Studie gewonnenen Daten zeigen, dass die adulten Pythons in ihrer Gesamtkörperlänge durchaus mit den Werten von AUBRET et al. (2005) vergleichbar sind. Die Differenzen in den Ergebnissen der nicht ausgewachsenen Tiere sind mit einer unterschiedlichen Einteilung in die einzelnen Altersgruppen erklärbar. Der Mittelwert der Gesamtkörperlängen juveniler und semiadulter Pythons betrug 71,3 cm. Dieser stimmt mit den zuvor genannten Daten von AUBRET et al. (2005) überein.

### 2.1.2 Ernährungszustand und Fettkörperanteil

Die starke Variabilität bezüglich des prozentualen Fettkörperanteiles in den untersuchten Schlangen der eigenen Studie sind einerseits mit dem unterschiedlichen Ernährungszustand und dem Alter erklärbar. Andererseits gibt es nach Angaben von AUBRET et al. (2002) gerade bei gut genährten Schlangen auch deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Die eigenen gemittelten Fettkörperanteile im Verhältnis zum Körpergewicht sind niedriger als die Angaben von 8,1 bis 10,9 % von NAULLEAU und BONNET (1996). Allerdings untersuchten NAULLEAU und BONNET (1996) nur weibliche adulte Aspivipern (*Vipera aspis*). Die Maximalwerte der eigenen Studie zeigen, dass die prozentualen Fettkörperanteile einiger Schlangen höher liegen, als die angegebenen Durchschnittswerte von NAULLEAU und BONNET (1996). Da aber zur Berechnung der Mittelwerte in der eigenen Studie sehr viele Jungtiere und Schlüpflinge mit geringem bis gar keinem Fettkörperanteil eingingen und auch keine Differenzierung zwischen den Geschlechtern stattfand, ist der insgesamt geringere Durchschnittswert erklärbar. Des Weiteren beziehen sich die Werte der eigenen Studie auf eine große Anzahl von Schlangenarten, so dass artspezifische Unterschiede nicht auszuschließen sind. Außerdem konnte bei den weiblichen

Tieren der eigenen Studie in den meisten Fällen keine Dotterbildung nachgewiesen werden. Die als adipös eingestuft Tiere zeigten einen überdurchschnittlichen prozentualen Fettkörperanteil, unabhängig von einer Dotterbildung. Untersuchungen von NAULLEAU und BONNET (1996) zeigten, dass weibliche Aspispipern (*Vipera aspis*) kurz vor und während der Vitellogenese deutlich schwerer waren als Weibchen, die sich in einem anderen Zyklusstadium befanden. Sie wiesen bei den in Dotterbildung befindlichen Weibchen einen um durchschnittlich 2,8 % höheren Fettkörperanteil im Verhältnis zum Körpergewicht nach. SANTOS und LLORENTE (2004) konnten zudem nachweisen, dass die Fettreserven im Laufe der Dotterbildung bis hin zur Eiablage deutlich abnehmen. Ein Zusammenhang zwischen Zyklusstadium und Fettreserven wurde bereits von DERICKSON (1974) bei Stachelleguanen (*Sceloporus graciosus*) beschrieben.

### 2.1.3 Gastrointestinaltrakt (GIT)

Wie im Kapitel Schrifttum bereits erläutert, ändert sich die Länge und das Gewicht des Gastrointestinaltraktes bei Schlangen je nach Fütterungsintervallen und Futteraufnahme (HOLMBERG et al., 2003; SECOR et al., 2002; SECOR und DIAMOND, 2000; SECOR et al., 1994). Die Adaptation des Gastrointestinaltraktes an die Futteraufnahme konnte, außer bei Schlangen, auch bei verschiedenen Anurenarten der Familien *Bufo*idae, *Leptodactylidae* und *Ranidae* nachgewiesen werden (SECOR, 2005). Nachfolgend wird in **Tabelle 61** eine vergleichende Übersicht über das relative Gewicht des Gastrointestinaltrakts (GIT) in % zum Körpergewicht verschiedener Tierarten dargestellt.

Die Übersicht (**Tabelle 61**) veranschaulicht, dass sich die prozentuale Gewichtsentwicklung des Gastrointestinaltrakts bezogen auf das Körpergewicht ähnlich der Entwicklung bei der Katze verhält. Sowohl in der eigenen Studie, als auch bei KOPSCH (2006) und STRATMANN (1988) zeigte sich, dass bei juvenilen Schlangen, Schildkröten und Katzen im Verhältnis zu Adulten der Gastrointestinaltrakt [% KGW] größer ist. Da das Fütterungsintervall bei juvenilen Schlangen in der Regel häufiger und regelmäßiger ist, als bei Adulten, könnte dies die Ergebnisse von SECOR et al. (2002) bezüglich einer Adaptation des

## Diskussion

Gastrointestinaltrakts an die Fütterung bestätigen. Andererseits zeigten die Schlangen der eigenen Studie, die eindeutig längere Zeit keine Nahrung aufgenommen hatten, keinen signifikanten Unterschied in Länge und Gewicht des Gastrointestinaltrakts im Vergleich zu den anderen Schlangen.

**Tabelle 61** Das relative Gewicht des Gastrointestinaltrakts (GIT) in % zum Körpergewicht verschiedener Tierarten.

<i>Spezies</i>	<i>Alter</i>	<i>n</i>	<i>GIT % Lebendmasse</i>	<i>Quelle</i>
<i>Schlange</i>	juvenil	14	7,1	(1)
<i>Schlange</i>	semiadult	13	4,6	(1)
<i>Schlange</i>	adult	10	4,8	(1)
<i>Gr. Landschildkröte</i>	juvenil	4	3,7	(2)
<i>Gr. Landschildkröte</i>	semidadult	4	5,8	(2)
<i>Gr. Landschildkröte</i>	adult	2	2,1	(2)
<i>Katze</i>	1-4 Wochen	17	7,8	(3)
<i>Katze</i>	adult	35	4,6	(3)
<i>Hund (bis 10 kg)</i>	adult	20	6,2	(4)
<i>Hund (bis 20 kg)</i>	adult	14	5,4	(4)
<i>Hund (&gt; 20 kg)</i>	adult	10	3,9	(4)

(1) Eigene Studie; (2) KOPSCH (2006); (3) STRATMANN (1988); (4) STADTFELD (1978)

### 2.1.4 Leber

Für Lebergröße und –gewicht war ein systematischer Alterseffekt im Gegensatz zu vielen Säugern nicht erkennbar, allenfalls eine Tendenz zu höheren Werten bei juvenilen Nattern. Dies war insofern zu erwarten, als juvenile Säugetiere durch hohe Glykogengehalte eine im Verhältnis zum Körpergewicht sehr große Leber aufweisen. Reptilien dagegen beziehen wie Vögel ihre Energiereserven aus dem Dotter. Ähnlich den Vögeln ziehen Reptilien während, beziehungsweise bis kurz nach dem Schlupf, ihren Dottersack in die Körperhöhle ein (KÖHLER, 2003) und verfügen dadurch über eine Energiequelle für die ersten Tage bis Wochen. Die Trockensubstanz des Dotters von Hühnerküken (*Gallus gallus*) besteht beispielsweise zu ca. 60 % aus Lipoproteinen (BELL, 2002). Somit ist erklärbar, weshalb sich keine altersabhängige Tendenz für die Schlangenlebern nachweisen ließ. AUBRET et al. (2002) konnten Korrelationen zwischen dem prozentualen Anteil der Leber am Körpergewicht, dem Ernährungszustand und dem Reproduktionszustand weiblicher Schlangen feststellen. Ein geschlechtsabhängiger Vergleich wurde jedoch aufgrund der geringen Anzahl adulter Weibchen in den eigenen Untersuchungen nicht einbezogen. Nachfolgend zeigt **Tabelle 62** das relative Lebergewicht verschiedener Tierarten.

### 2.1.5 Haut

Die von BONNET und NAULLEAU (1996) angegebenen prozentualen Hautanteile von 24 % des Körpergewichtes bei 40 männlichen Nattern (*Coluber viridiflavus*) ähneln den Ergebnissen der eigenen Studie. Obwohl man annehmen könnte, dass der prozentuale Hautanteil von Nattern zum Körpergewicht etwas größer, als der von Riesenschlangen ist, da diese im Verhältnis zur Körperlänge in der Regel einen geringeren Körperdurchschnitt haben und somit ihre Körperoberfläche im Verhältnis zum Volumen relativ betrachtet etwas größer erscheint, wurden in den eigenen Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen. Dies kann zum Einen daran liegen, dass nicht zwischen den einzelnen Altersgruppen differenziert wurde, zum Anderen an der unterschiedlichen Körperform der verschiedenen Arten.

## Diskussion

**Tabelle 62** Relatives Lebergewicht (g Leber / g Körpergewicht %) verschiedener Tierarten.

Spezies	n	Leber [% KGW]			Quelle
		juvenil	semiadult	adult	
<i>Nattern</i>	13/2/14	2,4	3,6	3,0	(1)
<i>Boas</i>	7/5/7	3,0	2,3	2,5	(1)
<i>Pythons</i>	15/10/5	3,2	2,6	2,8	(1)
<i>Vipera aspis</i> (weiblich [♀], EZ gut)	-	-	-	7,5	(2)
<i>Vipera aspis</i> (♀, EZ schlecht)	-	-	-	6,2	(2)
<i>Vipera aspis</i> (♀, in Vitellogenese)	84	-	-	7,2	(3)
<i>Vipera aspis</i> (♀, nicht in Vitellogenese)	45	-	-	6,2	(3)
<i>Natrix maura</i> (♂)	47		4,3		(4)
<i>Natrix maura</i> (♀)	37		5,4		(4)
<i>Landschildkröten</i>	10/23/5	3,6	2,7	4,2	(5)
<i>Wasserschildkröten</i>	5/11/12	2,6	3,3	4,8	(5)
<i>Sumpfschildkröten</i>	3/2	3,7	5,0	-	(5)
<i>Nymphensittich</i>	9	-	-	2,5	(6)
<i>Amazone</i>	3	-	-	2,2	(6)
<i>Huhn</i>	20/49	2,7		2,9	(7)/(8)
<i>Mäusebussard</i>	12		2,2		(9)
<i>Rotmilan</i>	2		3,5		(9)
<i>Wespenbussard</i>	3		2,5		(9)
<i>Ratte</i>	10	-	-	3,3	(10)
<i>Hund</i>	36	8,2	-	-	(11)
<i>Katze</i>	20/39	4,5	-	2,5	(12)
<i>Eichhörnchen</i>	12	-	-	3,1	(13)

(1) Eigene Studie; (2) AUBRET et al. (2002); (3) NAULLEAU und BONNET (1996); (4) SANTOS und LLORENTE (2004); (5) KOPSCH (2006); (6) RABEHL (1995); (7) YILDIRIM (2005); (10) CAREW et al. (2005); (9) HEIDBRINK (2003); (10) ROSENBERG von (2006); (11) MEYER (1985); (12) STRATMANN (1988); (13) RENSCH und RENSCH (1956)

### 2.1.6 Knochen

Die durchschnittliche Knochendichte von 1,5 [g/cm<sup>3</sup>] der untersuchten Schlangenwirbel lag höher als der von VOGES (1988) beschriebene Wert von 1,3 [g/cm<sup>3</sup>] in Schwanzwirbeln von Pferden und der von KOPSCH (2006) ermittelte Wert von 1,2 [g/cm<sup>3</sup>] in Femurknochen von Schildkröten. Während VOGES (1988) einen altersabhängigen Anstieg nachweisen konnte, gelang dies in der eigenen Studie nicht.

Die Knochendichte gibt Hinweise auf den Grad der Knochenmineralisation (DENNERT, 1999; VOGES, 1988). Demnach verfügen Schlangen bereits als Jungtier über einen höheren Mineralisationsgrad als andere Tierarten. Möglicherweise liegt dies am besonderen Körperbau der Schlangen. Die Reduktion der Gliedmaßen führte zu spezialisierten Fortbewegungsweisen. Diese und auch die Würge- und Schlingbewegungen bei der Tötung und Futteraufnahme setzen stabile Ansatzpunkte für die Muskulatur voraus. Folgedessen muss die große Festigkeit der Schlangenknochen von Anfang an gewährleisten, dass es infolge starker Muskelkontraktionen nicht zu Wirbelsäulenverletzungen kommt.



### 2.2 Analysenergebnisse

#### 2.2.1 Rohnährstoffe

##### **2.2.1.1 Trockensubstanz**

Der durchschnittliche Trockensubstanzgehalt von 27,4 [% uS] der eigenen Studie deckt sich mit den Angaben von BENEDIKT (1932), THORSON (1968) und VITT (1978). SECOR und NAGY (2003) hingegen geben mit 54,6 [% uS] einen höheren Wert an (siehe **Tabelle 1**). Für einen erhöhten Trockensubstanzgehalt gibt es verschiedene mögliche Ursachen. Zum Einen kann er auf einen erhöhten Rohfettgehalt, zum Anderen auf einen erhöhten Rohaschegehalt zurückzuführen sein. Vergleicht man nur die verschiedenen Schlangenarten untereinander, ist es denkbar, dass Spezieseffekte zu den unterschiedlich hohen Trockensubstanzgehalten führten. Bei den von SECOR und NAGY (2003) untersuchten Schlangen handelte es sich um Wassernattern (*Nerodia rhombifer*). Als Ursache ihres höheren Trockensubstanzgehaltes ist der vermehrte Rohfettgehalt dieser Schlangen denkbar (siehe **Tabelle 1**). Dies deckt sich mit Angaben von KOPSCH (2006). Auch hier zeigten die untersuchten Wasserschildkröten höhere Trockensubstanzgehalte bei gleichzeitig höheren Rohfettgehalten als vergleichbare terrestrisch lebende Arten.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Rohfett und Trockensubstanz konnte in der eigenen Studie allerdings nicht dargestellt werden. Stattdessen fiel eine positive Korrelation zwischen dem Trockensubstanzgehalt und dem Rohaschegehalt des Ganzkörpers auf. Demnach wird der Trockensubstanzgehalt terrestrisch lebender Schlangen vor allem durch den Rohaschegehalt im Gesamtkörper bestimmt.

Für den Trockensubstanzgehalt der Leber gibt KOPSCH (2006) 14,4 % für die Landschildkröten und 21,4 % für die Wasserschildkröten an, während die Werte für die Lebern von Säugetieren höher liegen. Bei der Katze beträgt der durchschnittliche Trockensubstanzgehalt 28,8 % (STRATMANN, 1988). Dies ähnelt Werten vom Rind mit 28 % und Schaf und Schwein mit 29 % (KAMPHUES et al., 2004). Die Ergebnisse der eigenen Studie gleichen mit 22,9 % den Werten der Wasserschildkröten von KOPSCH (2006).

### 2.2.1.2 Rohprotein

Auf die Berechnung des Rohproteingehaltes aus den gemessenen Stickstoffanteilen wurde bereits eingegangen.

GESTRICH (1972) konnte in ihrer Arbeit über die Körperzusammensetzung von Mäusen eine Zunahme des Proteingehaltes bis zum 30. Lebenstag feststellen, der bis zum 120. Lebenstag wieder absank. Im Gegensatz hierzu wurde in den eigenen Untersuchungen keine altersabhängige Korrelation nachgewiesen. Die wenige Tage alten Kornnatterschlüpflinge (*Pantherophis guttatus*) wiesen durchschnittlich einen vergleichbaren Proteingehalt wie Adulte auf.

Es zeigte sich, dass der Rohproteingehalt der eigenen Studie mit durchschnittlich 61,7 [% TS] den Werten anderer Reptilien gleicht. Die von DIERENFELD et al. (2002) analysierten Anolis (*Anolis carolinensis*) wiesen einen Gehalt von 63,6 [% TS] auf. Die Untersuchungen von COSGROVE et al. (2002) ergaben einen Wert von 67,4 [% TS] bei Anolis (*Anolis carolinensis*) und 61,1 bis 63,9 [% TS] Rohprotein bei Bartagamen (*Pogona vitticeps*). KOPSCH (2006) gibt einen durchschnittlichen Rohproteingehalt von 69,5 [% TS RK] bei Schildkröten an.

Auch im Vergleich zu anderen Tierarten, wiesen die eigenen Ergebnisse keine auffälligen Unterschiede auf (**Tabelle 63**). Regenbogenforellen zeigten z. B. 63,2 [% TS] Rohprotein im Gesamtkörper (KARAGÖZ, 1985).

Der Rohproteingehalt der in der eigenen Studie untersuchten Schlangenhäute fiel sehr hoch aus. Im Einzelergebnis wurde teilweise ein Gehalt von über 100 % gemessen. Dieser Wert ist folgendermaßen erklärbar: Rohprotein ist definitionsgemäß der gemessene Stickstoffanteil mal 6,25. Der Wert 6,25 unterstellt einen 16 %-igen Stickstoffanteil in der Haut. Dieser kann in Abhängigkeit von der Aminosäurezusammensetzung variieren. Je nach Aminosäureanteil kann demnach der Multiplikationsfaktor etwas kleiner oder größer sein. Des Weiteren beinhaltet der mit Hilfe des Kjeldahlverfahrens gemessene Stickstoff noch zusätzlich Nicht-Protein-Stickstoff-Anteile, die mit in die Berechnung eingehen.

Die eigenen Ergebnisse weisen demnach auf eine besondere Aminosäurezusammensetzung der Haut von Schlangen hin und/oder auf einen

Gehalt an Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen, zum Beispiel Glukosaminglykane wie sie in bestimmten Bindegewebsschichten vorkommen können.

### **2.2.1.3 Rohfett**

Die Rohfettgehalte im Gesamtkörper von Schlangen variieren stark. So stellte Benedikt (1932) für einen Python einen Rohfettgehalt von 8,3 [% TS] fest, während der Gehalt der von SECOR und NAGY (2003) untersuchten Diamant-Wasserschlangen (*Nerodia rhombifer*) mit durchschnittlich 30,9 [% TS] deutlich höher lag. Im Vergleich hierzu lag in der eigenen Studie der Durchschnittswert bei 16,7 [% TS] Rohfett.

Der von SECOR und NAGY (2003) ermittelte Wert könnte, wie bereits im Abschnitt Trockensubstanz diskutiert, mit einem Spezieseffekt erklärt werden, da auch KOPSCH (2006) für Wasserschildkröten höhere Rohfettgehalte als für Landschildkröten nachwies. Obwohl in den eigenen Untersuchungen der Rohfettgehalt zwischen 2,3 und 42,8 [% TS] variierte, konnte keine statistisch signifikante Tendenz nachgewiesen werden. Stattdessen zeigte sich eine deutlich lineare Korrelation zwischen dem Rohfett- und dem Fettkörperanteil im Gesamtkörper. Dies bestätigt, dass der Hauptanteil des körpereigenen Fettes im Fettkörper gespeichert wird (SCHILDGER, 1999). Wie bereits im Kapitel Schrifttum beschrieben, ändert sich der Rohfettgehalt des Körpers in Abhängigkeit von äußeren Einflüssen, wie Jahreszeit, Nahrungsspektrum und Sonnenscheindauer, und wird zudem beeinflusst durch Fortpflanzungszyklus und Gesundheitsstatus (ALEKSIUK und STEWART, 1971; LOURDAIS et al. 2004; SANTOS und LLORENTE, 2004).

Die Analyse des Rohfettes der untersuchten Schlangen ergab ein mit den Ergebnissen von GRÜNBERG et al. (1975) vergleichbares Fettsäuremuster. Wie bei GRÜNBERG et al. (1975) lag der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren in der eigenen Studie höher als der an gesättigten, mit einer hohen Konzentration an Palmitinsäure. Ein ähnliches Ergebnis gab JOSEPH et al. (1985) für das

## Diskussion

---

Fettsäuremuster von Meeresschildkröten (*Chelonia mydas*) an. Die Resultate von GRÜNBERG et al. (1975) zeigten einen Zusammenhang zwischen dem Fettsäuremuster des aufgenommenen Futters und dem körpereigenen Fettsäuremuster. Die karnivore Ernährungsweise von Schlangen hat zur Folge, dass ihr Körperfett im Großen und Ganzen ähnlich dem ihrer Beutetiere zusammengesetzt ist (CRISSEY et al., 1999; GRÜNBERG et al., 1975).

Der Rohfettgehalt in der Leber der Schlangen ist mit durchschnittlich 3,7 [% uS] mit dem Gehalt von 3,9 [% uS] in adulten Katzen (STRATMANN, 1988) vergleichbar. Bereits während der Sektionen fielen drei Schlangen mit einer hochgradigen Fettleber auf. Die Analysen ergaben für die betreffenden Tiere die höchsten Rohfettgehalte unter den untersuchten Lebern. Ihr Rohfettgehalt in der Trockensubstanz des Restkörpers war mit 23 bis 30 % höher als der Durchschnittswert von 16,7 %. Diese drei Schlangen litten unter Adipositas bzw. wiesen einen sehr guten Ernährungszustand auf (siehe Material und Methoden: Einteilung des Ernährungszustandes). Zwei dieser Tiere litten an Legenot, bevor sie verstarben. Die dritte Schlange war männlich und wies entzündliche Veränderungen der Nieren und des Darmes auf.

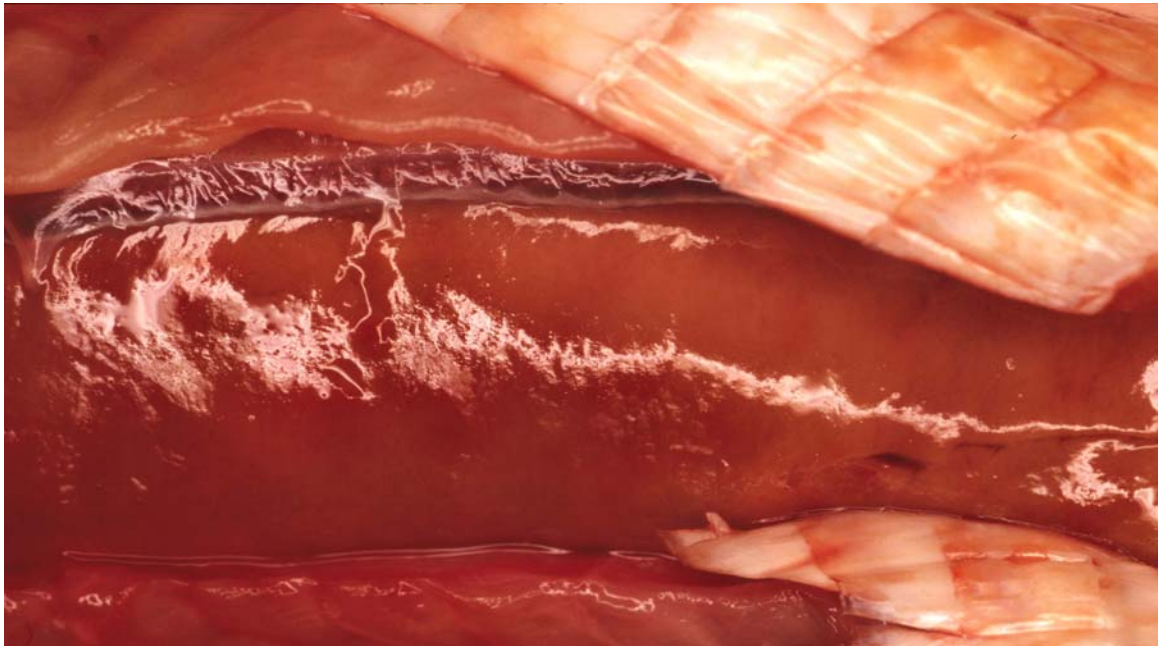
Ein Übermaß an Futter, kombiniert mit Bewegungsmangel, wird als Ursache für die Fettleber (**Abbildung 27**) von Schlangen angesehen (BEYNON et al., 1997; FRYE, 1991b). Es bleibt die Frage, ob nicht auch andere Gründe zu einer Fettleber bei Schlangen führen. Zum Einem könnte es sich auch um ein Fettsyntheseproblem, ähnlich der „fatty liver disease“ des Legehuhns, zum Anderen um ein Lipomobilisations-Syndrom, ähnlich der „hepatic lipidosis“ der Hauskatze handeln. Bei der Fettsynthesestörung handelt es sich um eine multifaktoriell verursachte Stoffwechsellentgleisung beim übergewichtigen Legehuhn. Eine kohlenhydratreiche Fütterung führt bei gleichzeitig hohem Östrogenspiegel (in der Legeperiode) zu einer zunehmenden Leberverfettung. Dies kann bis zu einer Leberruptur führen (LÜDERS und SIEGMANN, 2005). Obwohl sich zwei Schlangen der eigenen Studie im Legestadium befanden, erscheint eine Fettsynthesestörung eher unwahrscheinlich. Zum Einem, da eine kohlenhydratreiche Diät bei Schlangen wegen der Aufnahme ganzer Futtertiere eher ausgeschlossen werden kann, zum Anderen da auch ein Männchen eine Fettleber aufwies und hier ein hoher Östrogenspiegel unwahrscheinlich ist. Unter der Annahme, dass bei allen drei Schlangen die gleiche Ursache zu einer

## Diskussion

---

Fettleber führte, kommt ein Lipomobilisations-Syndrom eher in Betracht. Nach BLANCHARD et al. (2004) und HERMANN (1999) tritt dieses Krankheitsbild vor allem bei adipösen Tieren auf (**Abbildung 28**), die in eine negative Energiebilanz geraten. Sie führen als Beispiel hierfür plötzliche Hungerzustände oder hohe Leistungsanforderungen, wie z. B. eine Trächtigkeit, auf. Letzteres könnte für die zwei an Legenot leidenden Schlangen zutreffen. Der Gastrointestinaltrakt des dritten Tieres wies keine Füllung auf, was auf einen Hungerzustand schließen lässt. Da Fettlebererkrankungen bisher nur bei in menschlicher Obhut gehaltenen Schlangen beschrieben wurden, könnte dies als ein weiteres Indiz dafür gewertet werden, dass auch Schlangen an einem Lipomobilisations-Syndrom erkranken können. Sollte das der Fall sein, müsste dies bei der Therapie erkrankter Tiere, die in eine negative Energiebilanz geraten könnten, mit berücksichtigt werden.

Der Rohfettgehalt in den Schlangenknochen erwies sich als wesentlich geringer, als bei 18 kg schweren Mastlämmern mit einem Gehalt von 9,2-10,6 [% uS] in (BELLOF et al., 2003). Während VOGES (1988) einen Anstieg des Knochenrohffettes mit zunehmenden Alter verzeichnen konnte, wurde dies in der eigenen Studie nicht nachgewiesen.



**Abbildung 27** Fettleber einer Kornnatter (*Pantherophis guttatus*).



**Abbildung 28** Königspython (*Python regius*) mit stark ausgeprägtem Fettkörper.

### 2.2.1.4 Rohasche

Auf die Korrelation von Trockensubstanzgehalt und Rohascheanteil im Ganzkörper wurde im Abschnitt Trockensubstanz bereits hingewiesen. Es zeigte sich, dass sich die Ergebnisse der eigenen Studie mit den von VITT (1978) ermittelten Daten decken. Auffallend ist, dass sich der Rohaschegehalt der in der eigenen Studie untersuchten juvenilen Schlangen mit dem Gehalt in den von SECOR und NAGY (2003) untersuchten Wassernattern (*Nerodia rhombifer*) vergleichen lässt (siehe **Tabelle 1**), während der Gehalt der in der eigenen Studie untersuchten adulten Schlangen eher dem Wert von 23,8 [% TS] der von BENEDIKT (1932) untersuchten Python ähnelt. Demnach weisen Wassernattern geringere Rohaschegehalte als terrestrisch lebende Schlangen, bei gleichzeitig höherem Trockensubstanzgehalt auf. Da die Schlangen in der eigenen Untersuchung eine sehr hohe Knochendichte aufwiesen, sind möglicherweise die Knochen terrestrisch lebender Schlangen in einem höheren Grad mineralisiert als die semiaquatisch lebender Arten. Die hohe Knochendichte würde die Differenz der Rohaschegehalte der unterschiedlichen Schlangenarten erklären. Womöglich ist ein Grund hierfür in der andersartigen Beanspruchung des Bewegungsapparates an Land und im Wasser zu sehen. So erwürgen zum Beispiel semiaquatisch lebende Schlangen ihre Beutetiere nicht, sondern schlucken sie im Ganzen mit dem Kopf voran lebend ab. Des Weiteren wird ihre Fortbewegung im Wasser durch den Auftrieb erleichtert. Dies unterstreicht nochmals die Theorie einer in Abhängigkeit zum Lebensraum unterschiedlichen Körperzusammensetzung. **Tabelle 63** zeigt einen Überblick über die Rohnährstoffgehalte in verschiedenen Tierarten.

## Diskussion

**Tabelle 63** Rohnährstoffgehalte im Ganzkörper verschiedener Tierarten.

Tierart	TS		Rfe		Rp		Ra		Quelle
	[%uS]	n	[%TS]	n	[%TS]	n	[%TS]	n	
Schlangen	27,4	72	16,7	28	61,7	9	17,8	25	(1)
Echse ( <i>Sceloporus undulatus</i> )	23,4	37	18,4	37	-	-	-	-	(2)
Anolis ( <i>Anolis carolinensis</i> )	29,4	19	-	-	67,4	13	-	-	(3)
Bartagamen ( <i>Pogona vitticeps</i> )	17,9	17	-	-	63,7	17	-	-	(3)
Landschildkröten*	19,0	8	3,2	8	75,3	8	20,0	6	(4)
Wasserschildkröten*	24,7	6	11,8	6	62,8	6	18,3	6	(4)
Sumpfschildkröten*	17,1	4	6,9	4	67,4	4	14,6	4	(4)
Regenbogenforelle ( <i>Salmo gairdneri rich.</i> )	-	-	20,2	-	64,0	-	10,0	-	(5)
Eintagsküken	24,0	-	21,0	-	67,0	-	5,0	-	(6)
Huhn (juvenil)	22,8	11	16,5	11	67,7	11	8,2	11	(7)
Huhn (adult)	40,5	1	51,1	1	45,0	1	6,2	1	(7)
Hamster	30,0	-	35,0	-	50,0	-	8,0	-	(6)
Hausmaus (adult)	32,6	7	23,5	7	56,9	7	11,3	7	(7)
Ratte ( <i>Rattus norvegicus</i> )	30,2	5	24,0	5	60,1	5	15,9	5	(8)
Hundewelpen (3,6 kg)	-	-	14,4	-	13,0	-	-	-	(9)
Hund (adult)	43,9	53	51,1	53	36,7	53	8,1	53	(10)

\*Werte beziehen sich auf den Schildkrötenkörper ohne Panzer.

(1) Eigene Studie; (2) ANGILETTA (1999); (3) COSGROVE et al. (2002); (4) KOPSCH (2006); (5) KARAGÖZ (1985); (6) TABAKA et al. (1996); (7) DIERENFELD, et al. (2002); (8) DOUGLAS et al. (1994); (9) KIENZLE et al. (1998); (10) STADTFELD (1978)



### 2.2.2 Mengenelemente

#### **2.2.2.1 Kalzium**

Eine Zunahme der Kalziumgehalte im Gesamtkörper wachsender Säugetiere wurde bereits von verschiedenen Autoren beschrieben (KIENZLE et al., 1998; VOGES, 1988). Während der Kalziumgehalt im Gesamtkörper der untersuchten Riesenschlangen in allen Altersgruppen relativ unverändert blieb, konnte bei den Nattern im Altersverlauf ein statistisch signifikanter Anstieg verzeichnet werden. Dies spricht dafür, dass Nattern, im Gegensatz zu den Riesenschlangen, erst im Laufe des Wachstums ihre Mineralisation abschließen. Sollte dies tatsächlich der Fall sein, könnten Nattern empfindlicher auf Imbalancen in der Kalziumversorgung reagieren als andere Schlangen.

Die im Gesamtkörper der untersuchten Schlangen ermittelten Kalziumwerte von durchschnittlich 14,8 [g/kg TS] ähneln den Kalziumkonzentrationen in Krokodilen (*Crocodylus porosus*) (JEFFREE et al., 2001), sind aber niedriger als die Gehalte in den von KOPSCH (2006) analysierten Schildkrötenkörper ohne Panzer (**Tabelle 64**). Auch typische Beutetiere wiesen zu den Schlangen der eigenen Studie vergleichbare Kalziumwerte auf. DIERENFELD et al. (1996) geben zum Beispiel für juvenile Mäuse mit einem Kalziumgehalt von 15,0 [g/kg TS] einen fast identischen Wert an.

Für den Kalziumgehalt in der Leber konnte bei den in der eigenen Studie untersuchten Schlangen mit 0,2 [g/kg TS] ein wesentlich geringerer Durchschnittswert nachgewiesen werden, als bei den von (KOPSCH, 2006) untersuchten Schildkrötenlebern. KOPSCH (2006) gibt für die Lebern von Landschildkröten (ohne Schlüpflinge) 1,7 [g/kg TS] und für Wasserschildkröten 3,9 [g/kg TS] Kalzium an. Eine Erklärung hierfür könnte ein geringerer Fettgehalt in den Schildkrötenlebern sein. Dieser wurde von KOPSCH (2006) nicht analysiert.

Der Kalziumgehalt in der fettfreien Trockensubstanz der Schlangenswirbel lag mit durchschnittlich 228,3 [g/kg TS] ähnlich wie in Schwanzwirbeln einjähriger Pferde mit 227,4 (VOGES,1988). Dem steht nicht entgegen, dass die Dichte der Schlangenswirbel wesentlich höher war, da die Pferdeknochen einen höheren Fettgehalt aufwiesen.

### **2.2.2.2 Phosphor**

Der ermittelte Phosphorgehalt im Gesamtkörper der untersuchten Schlangen lag im Vergleich zu anderen Tierarten deutlich höher (**Tabelle 64**). Nur die von KOPSCH (2006) analysierten Landschildkröten zeigten mit durchschnittlich 32,0 [g/kg TS] in ihren Restkörpern ähnliche Gehalte wie die in der eigenen Studie untersuchten Riesenschlangen. Der hohe Phosphorgehalt stellt sich auch im umgekehrten Kalzium-Phosphor-Verhältnis von 0,4 im Gesamtkörper der untersuchten Schlangen dar. Es stellt sich die Frage, ob Schlangen in ihrer Muskulatur über mehr energiereiche Phosphate verfügen, als andere Tiere. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Schlangen über sehr viel schnelle Muskulatur verfügen.

Der Phosphorgehalt in der Leber von Schlangen ist mit 2,3 [g/kg uS] vergleichbar dem anderer Tierarten, wie z. B. dem in den Lebern adulter Katzen von durchschnittlich 2,8 [g/kg uS] (STRATMANN, 1988) und stellt somit keine Besonderheit dar. Für die Wirbelknochen konnte ein Phosphorgehalt von durchschnittlich 93,8 [g/kg ffTS] nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis ähnelt den von VOGES (1988) angegebenen Gehalten von 91,1 bis 104,1 [g/kg ffTS] Phosphor in Schwanzwirbeln von Pferden.

### **2.2.2.3 Natrium**

Die Natriumwerte der Schlangen der eigenen Untersuchung liegen etwas höher als die ihrer Futtertiere. So wiesen DIERENFELD et al. (2002) für domestizierte Mäuse Natriumgehalte von 4,3 bis 5,1 [g/kg TS] im Gesamtkörper nach und für Kaninchen 4,4 bis 5,4 [g/kg TS]. Die in der eigenen Studie ermittelten Werte gleichen denen von jungen Hühnern, die mit 8,2 [g/kg TS] einen nahezu identischen Natriumgehalt im Gesamtkörper aufwiesen (DIERENFELD et al., 2002). Verglichen mit anderen Reptilien lagen die Schlangen mit einem durchschnittlichen Natriumgehalt von 8,4 [g/kg TS] zwischen den von DIERENFELD et al. (2002) analysierten Anolis mit einem Gehalt von 5,0 [g/kg TS] und den von KOPSCH (2006) nachgewiesenen Werten von 5,2 bis zu 15,0 [g/kg TS] bei Schildkröten. Im Gegensatz zu den von KOPSCH (2006) bei Landschildkröten ermittelten Werten konnte in der eigenen Studie keine

altersabhängige Änderung der Natriumkonzentration im Gesamtkörper festgestellt werden.

Der Natriumgehalt in den Wirbelknochen der in der eigenen Studie untersuchten Schlangen betrug durchschnittlich 17,5 [g/kg TS]. Dieser Wert erwies sich als deutlich höher, als der von KOPSCH (2006) nachgewiesene Gehalt von 8,4 [g/kg TS] in den Femurknochen von Schildkröten und der von BELLOF et al. (2006) angegebene Gehalt von 5,2 bis 6,0 [g/kg TS] in den Knochen von deutschen Merino Landschafen.

### **2.2.2.4 Kalium**

Insgesamt gleichen die Kaliumwerte des Gesamtkörpers von Schlangen denen ihrer Futtertiere und stellt somit keine Besonderheit dar. So geben zum Beispiel DIERENFELD et al. (2002) für Mäuse einen Durchschnittswert von 10,7 [g/kg TS] Kalium im Gesamtkörper an. Einen Überblick über den Kaliumgehalt im Ganzkörper weiterer Tierarten zeigt **Tabelle 64**. Im Gegensatz zu den von KOPSCH (2006) untersuchten Schildkröten, konnte keine signifikante Altersabhängigkeit des Kaliumgehaltes in den Schlangen der eigenen Studie nachgewiesen werden.

Der Kaliumgehalt in den untersuchten Schlangenlebern lag mit 1,6 [g/kg TS] deutlich unter den von KOPSCH (2006) bei Schildkröten ermittelten Werten von durchschnittlich 10,3 [g/kg TS]. SOUCI et al. (2000) geben für die Leber von Rindern eine durchschnittliche Kaliumkonzentration von 16,8 [g/kg TS] und für Schweinelebern einen Durchschnittswert von 12,9 [g/kg TS] an.

Der nachgewiesene Kaliumgehalt in den Wirbelknochen unterschied sich nur unwesentlich von den von VOGES (1988) untersuchten Schwanzwirbeln von Pferden.

### **2.2.2.5 Magnesium**

Der in den untersuchten Schlangen ermittelte Magnesiumgehalt unterscheidet sich nur unwesentlich von dem in anderen Tierarten (**Tabelle 64**).

## Diskussion

**Tabelle 64** Mengenelementgehalte im Ganzkörper verschiedener Tierarten.

<i>Tierart</i>	<i>Alter</i>	<i>n</i>	<i>Ca</i> [g/kg TS]	<i>P</i> [g/kg TS]	<i>Na</i> [g/kg TS]	<i>K</i> [g/kg TS]	<i>Mg</i> [mg/kg TS]	<i>Quelle</i>
<i>Nattern</i>	<i>adult</i>	13	21,2	50,2	7,5	8,1	1887	(1)
<i>Boas</i>	<i>adult</i>	4	15,8	36,0	7,9	8,5	1420	(1)
<i>Pythons</i>	<i>adult</i>	4	12,1	31,5	6,2	7,6	1319	(1)
<i>Landschildkröten</i> <sup>1</sup>	<i>adult</i>	5	56,1	32,0	7,8	7,0	1755	(2)
<i>Wasserschildkröten</i> <sup>1</sup>	<i>adult</i>	13	63,1	26,9	6,0	5,6	1328	(2)
<i>Sumpfschildkröten</i> <sup>1</sup>	<i>semiadult</i>	2	39,0	20,8	9,7	6,7	1050	(2)
<i>Bartagame</i>	<i>juvenil</i>	6	34,2	23,6	7,0	12,0	1470	(3)
<i>Krokodil (Crocodylus porosus)</i> <sup>2</sup>	<i>adult</i>	35	20,2	-	-	10,7	823	(4)
<i>Amsel</i>	<i>flügge</i>	-	7,0	18,0	27,0	12,6	1300	(5)
<i>Haushuhn</i>	<i>juvenil</i>	11	17,3	13,0	2,6	5,3	900	(6)
<i>Rundblattnasen-Fledermaus (Aselliscus tricuspidatus)</i>	<i>adult</i>	10	16,7	-	4,5	9,9	905	(7)
<i>Langflügelfledermaus (Miniopterus sp.)</i>	<i>adult</i>	9	18,6	-	4,6	9,8	961	(7)
<i>Hausmaus</i>	<i>adult</i>	7	26,4	19,1	4,3	10,2	1300	(5)
<i>Ratte</i>	<i>adult</i>	22	34,5	19,1	4,3	10,5	1500	(5)
<i>Kaninchen</i>	-	1	23,5	16,8	5,4	9,4	1600	(5)
<i>Hund</i>	<i>adult</i>	53	24,1	13,1	2,8	3,9	620	(6)

<sup>1</sup> Angaben beziehen sich auf den Schildkrötenkörper ohne Panzer. <sup>2</sup> Angaben beziehen sich auf Fleischproben.

(1) Eigene Studie; (2) KOPSCH (2006); (3) COSGROVE et al. (2002); (4) JEFFREE et al. (2001); (5) BILBY und WIDDOWSON (1971); (5) DIERENFELD, et al. (2002); (7) STUDIER et al. (1994); (6) STADTFELD (1978)

### 2.2.3 Spurenelemente

#### **2.2.3.1 Eisen**

Der tierische Organismus enthält Eisen vor allem in Form von Enzymbestandteilen und als Zentralatom des Hämoglobins. Damit spielt Eisen neben seiner Mitwirkung bei der Energiegewinnung eine entscheidende Rolle beim Sauerstofftransport (FLACHOWSKY, 1999). Bei Säugetieren erfolgt die Resorption von Eisen im Duodenum durch aktiven Transport, wobei vorausgesetzt ist, dass Eisen in  $Fe^{2+}$ -Form vorliegt (SCHARRER und WOLFFRAM, 1999). Überschüssiges Eisen wird in Form von Ferritin und Hämosiderin in Leber, Milz und Knochenmark gespeichert (MERTZ, 1987; MORRIS, 1987; WIESNER und RIBBECK, 1991).

Der Ganzkörper der in der eigenen Studie untersuchten Schlangen enthielt mit durchschnittlich 1869 [mg/kg TS] einen überaus hohen Eisengehalt (**Tabelle 66**). Da der Schlangenrestkörper nur noch einen Gehalt von durchschnittlich 94 [mg/kg TS] enthielt und in den Lebern ein Gehalt von durchschnittlich 2081 [mg/kg TS] ermittelt wurde, wird das Spurenelement Eisen von Schlangen offensichtlich zu einem überwiegenden Teil in der Leber gespeichert. Die Diskrepanz zum Gesamteisenanteil kann durch hohe Schwankungen und die geringe Anzahl der untersuchten Lebern erklärt werden.

Es stellt sich die Frage, inwiefern der hohe Eisengehalt in den Schlangenlebern pathologischer oder physiologischer Natur ist. Für einen physiologischen Zustand spräche, dass alle untersuchten Schlangen hohe Werte aufwiesen. Zudem konnte auch KOPSCH (2006) für Schildkrötenlebern sehr hohe Eisenwerte von durchschnittlich 7938 [mg/kg TS] nachweisen.

Eine pathologische Eisenüberladung äußert sich bei Säugern in zwei verschiedenen Krankheitsbildern: in der Hämosiderose und in der Hämochromatose (HERMANNNS, 1999; PETRIDES, 1998).

Als Ursachen einer Hämosiderose sieht HERMANNNS (1999) Hämolysen unterschiedlicher Genese. Hämochromatosen hingegen werden in der Regel durch eine genetisch bedingte gesteigerte enterale Resorption verursacht.

## Diskussion

---

Physiologischerweise ist die Eisenaufnahme an den Bedarf eines Individuums adaptiert, wobei der Organismus Eisen nur in sehr geringen Mengen ausscheidet (PETRIDES, 1998). Einzelne Tierarten scheinen eine durchlässigere Darmbarriere zu besitzen. Dies wurde vor allem bei Wildtieren, wie z. B. Tapiren beobachtet, deren natürliche Nahrung nur über geringe Mengen Eisen verfügt (WOOD und CLAUSS, 2004). Für diese Spezies ist eine höhere Eisenaufnahme toxisch. Eine gesteigerte enterale Resorption ist auf Grund der karnivoren Ernährungsweise von Schlangen aber unwahrscheinlich.

Des Weiteren können Erkrankungen der Leber, wie zum Beispiel Leberzirrhosen (PETRIDES, 1998), zu einer gesteigerten Eisenspeicherung führen. Bei Ratten (ALFARO und HEATON, 1974), Schweinen und Hühnern (MERTZ, 1987) konnte zudem noch ein vermehrter Eisengehalt in Leber und Milz in Zusammenhang mit einem Kupfermangel nachgewiesen werden. Die Kupfergehalte der untersuchten Schlangen deuten nicht auf einen Kupfermangel hin, so dass diese mögliche Ursache unwahrscheinlich erscheint.

Während der Sektion fielen zwei Tiere mit einem sehr schlechten Ernährungszustand und einer Leberhypotrophie auf. Es zeigte sich, dass die Lebern dieser Schlangen mit Werten von 23870 [mg/kg TS] und 15520 [mg/kg TS] weit über dem durchschnittlichen Eisengehalt lagen. Daraus ergibt sich die Frage, inwiefern der hohe Eisengehalt möglicherweise mit einer Lebererkrankung die ihrerseits Ursache des schlechten Ernährungszustands sein kann in Verbindung gebracht werden könnte. Einen engen Zusammenhang zwischen Ernährungszustand und Eisengehalt in der Leber von Reptilien beobachtete auch ZWART (1985). Er vermutete, dass es infolge einer Muskelatrophie zur Freisetzung von Eisen aus Myoglobin kommt, welches im Anschluss vermehrt in der Leber abgelagert wird. Dieser Theorie widersprechen die enorm hohen in den Lebern gefundenen Eisengehalte, die quantitativ nicht aus dem Myoglobin der Muskulatur stammen können.

Die Abhängigkeit des Lebereisens vom körperlichen Befinden der Schlangen wird besonders deutlich, wenn die in der eigenen Studie untersuchten Lebern zu den zuvor definierten Ernährungszuständen in Relation gesetzt werden. So zeigten alle Tiere mit schlechtem bis sehr schlechtem Ernährungszustand einen überaus

hohen Eisengehalt in der Leber, während die Werte für die Schlangen mit mäßigem bis sehr gutem Ernährungszustand deutlich niedriger lagen (**Tabelle 44**).

Für die in der eigenen Studie untersuchten Schlangen kommen demnach mehrere Ursachen einer gesteigerten Eisenspeicherung in Betracht.

Wie bereits beschrieben fielen vor allem Tiere mit sehr schlechtem Ernährungszustand durch hohe Eisenwerte auf. Die Sektionsbefunde lassen darauf schließen, dass diese Tiere an unterschiedlichsten Krankheiten litten. Ein enger Zusammenhang zwischen einem schlechtem Ernährungszustand und einer vermehrten Eisenspeicherung in der Leber könnte in einer parasitären Infektion begründet liegen. Mehrfach wurden Anämien infolge parasitärer Genese diagnostiziert. Aus einem parasitären Befall können sowohl Kachexien, als auch infektiöse Hämolysen folgen. Laut HERMANN (1999) führen solche Hämolysen unter Umständen nachfolgend zu Hämosiderosen. Des Weiteren ist nicht auszuschließen, dass Blutbildungsstörungen infolge anderer Krankheiten bei den untersuchten Schlangen zu Hämosiderosen führten.

Obwohl für den Eisengehalt keine Korrelation zum relativen Lebergewicht nachgewiesen wurde, ist zu beachten, dass in den Lebern kranker Schlangen ein Abbau von gesundem Gewebe stattgefunden haben könnte.

### **2.2.3.2 Kupfer**

Kupfer ist ein wesentlicher Bestandteil verschiedenster Enzymsysteme. Zudem besitzt es einen starken Einfluss auf den Eisenstoffwechsel (ALFARO und HEATON, 1974; PETRIDES, 1998; SCHÜTTE, 1965; WIESNER, 1967).

Der Kupfergehalt im Gesamtkörper der in den eigenen Untersuchungen analysierten Schlangen liegt, wie in **Tabelle 66** dargestellt, im Vergleich zu anderen Reptilien, Säugetieren und Vögel höher.

Es fiel auf, dass Schlangen mit schlechtem Ernährungszustand, analog zu den Eisengehalten, höhere Kupfergehalte in der Leber aufwiesen, als Schlangen mit gutem Ernährungszustand (siehe **Tabelle 44**). Auch dies könnte im Abbau von

## Diskussion

---

Lebergewebe bei kranken Schlangen begründet liegen. Die in der eigenen Studie gemittelten Leberwerte von [28,0 mg/kg TS] sind direkt mit denen anderer Reptilien vergleichbar. Landschildkröten wiesen einen Gehalt von 27,0 [mg/kg TS] (KIENZLE et al. 2006) und Mittelmeerschildkröten (*Caretta caretta*) 37,3 [mg/kg TS] Kupfer (MAFFUCCI et al., 2005) in der Leber auf. Für Säugetiere und Vögel gibt SOUCI et al. (2000) folgende Kupfergehalte in der Leber an: Kalb: 190,9 [mg/kg TS], Rind: 185,2 [mg/kg TS], Schwein: 46,3 [mg/kg TS] und Huhn 10,8 [mg/kg TS].

Der Kupfergehalt der Schlangenhaut betrug durchschnittlich 1,1 [mg/kg TS]. Dieser Wert ist äußerst gering, wenn man ihn mit den Daten von HOPKINS et al. (2001) vergleicht. HOPKINS et al. (2001) konnten in Versuchen mit Wassernattern (*Nerodia fasciata*) in ihrer Kontrollgruppe Gehalte von 103,8 [mg/kg TS] und in ihrer Vergleichsgruppe, der hohe Spurenelementgaben oral verabreicht wurden, 82,5 [mg/kg TS] in der Schlangenhaut nachweisen. Eventuell handelt es sich auch hier um artspezifische Differenzen, bzw. um Unterschiede, die sich aus den unterschiedlichen Lebensräumen der untersuchten Schlangen ergeben. Da die eigenen Ergebnisse sogar um eine Zehnerpotenz niedriger lagen, als der Kupfergehalt in Katzenhäuten (STRATMANN, 1988), bleibt die Frage, ob die ermittelten Werte als extrem niedrig oder die Daten von HOPKINS et al. (2001) als extrem hoch anzusehen sind. Ein Kupfermangel erscheint bei Schlangen eher unwahrscheinlich, da die Leber gut gefütterter Beutetiere ausreichend Kupfer enthalten müsste. Außerdem wiesen die untersuchten Schlangen ja einen im Vergleich zu Säugetieren hohen Kupfergehalt auf.

Die ermittelten Kupfergehalte von 15,5 [mg/kg TS] in den Wirbelknochen der in der eigenen Studie untersuchten Schlangen liegen deutlich höher, als die von KOPSCH (2006) angegebenen Werte von durchschnittlich 6,5 [mg/kg TS] in Femurknochen von Schildkröten.



### 2.2.3.3 Zink

Reptilien scheinen im Gesamtkörper mit 245,5 [mg/kg TS] höhere Zinkgehalte als andere Tierarten aufzuweisen. So fanden sich in den von KOPSCH (2006) untersuchten Landschildkröten Gehalte von durchschnittlich 151,4 [mg/kg TS], in Wasserschildkröten 122,7 [mg/kg TS] und in Sumpfschildkröten 128,2 [mg/kg TS] Zink. BURGER et al. (2006) gibt für die Schwanzmuskulatur von verschiedenen Wasserschlangenarten Zinkgehalte von 141,0 bis 151,0 [mg/kg TS] an. Im Vergleich dazu betrug der Zinkgehalt in Hausmäusen 77,0 bis 96,5 [mg/kg TS], in Ratten 92,1 [mg/kg TS] und in ganzen Kaninchen durchschnittlich 70,7 [mg/kg TS] (DIERENFELD et al., 2002) (siehe **Tabelle 66**).

Weder für den ganzen Körper noch für die Lebern der in der eigenen Untersuchung analysierten Schlangen konnte eine signifikante Tendenz nachgewiesen werden. Dies deckt sich mit Ergebnissen von STADTFELD (1978). Auch hier konnte sowohl in der Ganzkörperanalyse, als auch in der Leberanalyse von Hunden kein altersabhängiger Einfluss auf die Zinkkonzentration beobachtet werden. Obwohl der Gehalt der in der eigenen Studie untersuchten Schlangenlebern in ähnlicher Konzentration in Schildkrötenlebern ermittelt werden konnte (KOPSCH, 2006), lag er deutlich über den in Lebern anderer Tierarten nachgewiesenen Werten. STADTFELD (1978) gibt z. B. für Hundelebern einen Zinkgehalt von 13,7 bis 74,3 [mg/kg uS], HOFSTÄTTER (1979) für Schweinelebern einen Zinkgehalt von durchschnittlich 10,5 [mg/kg uS] an. Weitere Vergleichswerte sind aus **Tabelle 65** zu entnehmen.

Auch die Zinkgehalte in den Wirbelknochen von Schlangen scheinen höher als die in Säugerknochen zu sein. BALÁZS (1979) ermittelte einen Gehalt von 39,1 [mg/kg uS] in Hundeknochen und TRAUNWIESER (1979) einen Gehalt von 55,6 [mg/kg uS] in Katzenknochen. Die von KOPSCH (2006) untersuchten Schildkröten hingegen zeigten vergleichbar hohe Zinkkonzentrationen in ihren Knochen.

## Diskussion

**Tabelle 65** Zinkgehalt in der Leber verschiedener Tierarten.

<i>Tierart</i>	<i>n</i>	<i>Zink [mg/kg TS]</i>	<i>Zink [mg/kg uS]</i>	<i>Quelle</i>
<i>Schlange</i>	63	254,6	71,2	(1)
<i>Landschildkröte</i>	17	299,5	-	(2)
<i>Wasserschildkröte</i>	16	146,5	-	(2)
<i>Krokodil (aus Kafua)</i>	4	-	18,0	(3)
<i>Krokodil (aus Luangwa)</i>	5	-	31,0	(3)
<i>Schwein</i>	-	158,1	10,5	(4)
<i>Hund</i>	23	-	29,1	(5)
<i>Katze</i>	31	-	37,1	(6)
<i>Katze (1. Lebenswoche)</i>	16	-	42,4	(7)
<i>Katze (adult)</i>	24	-	42,3	(7)
<i>Huhn</i>	28	-	37,6	(8)
<i>Seefisch (Makrele)</i>	5	157,0	-	(9)

(1) Eigene Studie; (2) KOPSCH (2006); (3) ALMLI et al. (2005); (4) HOFSTÄTTER (1979); (5) BALÁZS (1979); (6) TRAUNWIESER (1979); (7) STRATMANN (1988); (8) WAIDMAYR (1979); (9) AGUSA et al. (2005)

### 2.2.3.4 Selen

Das Spurenelement Selen ist unter anderem Bestandteil des Enzyms Glutathion-Peroxidase und dient zusammen mit Vitamin E dem Schutz körpereigener Zellen vor peroxidativer Schädigung (KIRCHGESSNER, 2004; MEYER und COENEN, 2002). Nach intestinaler Resorption findet man die höchsten Konzentrationen im tierischen Organismus in den Nieren und der Leber (WOLFFRAM, 1991).

Da nicht ausreichend Probenmaterial aus der Leber für eine Selenbestimmung zur Verfügung stand, wurde in der eigenen Studie nur der Gehalt im Restkörper und in der Haut einzelner Schlangen untersucht. Die Konzentration in den untersuchten Restkörpern betrug durchschnittlich 174,1 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS], bzw. 42,3 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS] Selen. Diese Resultate ähneln den von BURGER et al. (2006) ermittelten Werten von 200 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS] in Braunen Wassernattern (*Nerodia taxispilota*). Im Vergleich hierzu wiesen BURGER (1992) 2745,0 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS] Selen bei Kiefernatterschlüpflingen (*Pituophis melanoleucus*) und STORELLI et al. (1998) in der Muskulatur Blauweißer Delphine (*Stenella coeruleoalba*) einen Selengehalt von 1090,0 bis 7750,0 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS] nach. Für Mittelmeerschildkröten (*Caretta caretta*) konnte ein Gehalt von 680 bis 2300 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS] Selen in der Muskulatur ermittelt werden (STORELLI et al. 2005) und in der Abdominalmuskulatur von Mississippialligatoren (*Alligator mississippiensis*) betrug der Selengehalt 119000 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS] (BURGER et al., 2000). In der Muskulatur von Säugetieren fanden sich folgende Selengehalte: Kaninchen (incl. Knochen) 100 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS], Pferd 30 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS], Rind 54 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS] und Schwein 120 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  uS] (SOUCI et al., 2000).

Da bei toxischer Zufuhr bei Säugetieren und Vögeln ein hoher Selengehalt in Haaren, bzw. in Federn nachgewiesen werden kann (FRANK, 2001; KIRCHGESSNER, 2004) und sich, wie bereits im Abschnitt Schrifttum beschrieben, Schlangen durch hohe Toleranzgrenzen auszeichnen, fiel ein besonderes Augenmerk auf den Selengehalt in den untersuchten Schlangenhäuten. Der in der eigenen Studie ermittelte Wert von 718,3 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS] Selen lag unter den von BURGER (1992) nachgewiesenen Werten von 1947 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS] Selen in den Häuten von Kiefernattern (*Pituophis melanoleucus*). Studien von HOPKINS et al. (1999), HOPKINS et al. (2001) und CAMPBELL et al.

## Diskussion

---

(2005) zeigten, dass Wassernattern (*Nerodia spp.*) je nach Region noch wesentlich höhere Selenkonzentrationen in der Haut aufweisen können. Desgleichen ergab sich bei der Untersuchung der Häute von Alligatoren (*Alligator mississippiensis*) (BURGER et al. 2000).

Die Tiere der eigenen Studie wiesen also wesentlich niedrigere Selenkonzentrationen auf, als die aus den Untersuchungen von CAMPBELL et al. (2005), HOPKINS et al. (1999) und HOPKINS et al. (2001). Dieser Unterschied liegt möglicherweise darin begründet, dass die Tiere der eigenen Studie aus menschlicher Obhut stammten, während die Schlangen der anderen Untersuchungen der freien Wildbahn entnommen worden sind. Eine vermehrte Selenaufnahme über ihre Beutetiere ist in freier Wildbahn, bei den untersuchten Wasserschlängen, gerade in Gebieten mit hohem Selenvorkommen, wahrscheinlich. Wie bereits im Abschnitt Schrifttum erläutert wird vermutet, dass Schlangen gute Bioindikatoren sind.

## Diskussion

**Tabelle 66** Spurenelementgehalt im Ganzkörper verschiedener Tierarten.

<i>Tierart</i>	<i>Alter</i>	<i>n</i>	<i>Fe</i> [mg/kg TS]	<i>Cu</i> [mg/kg TS]	<i>Zn</i> [mg/kg TS]	<i>Se</i> [µg/kg TS]	<i>Quelle</i>
<i>Nattern</i>	<i>adult</i>	13	5002,7	44,6	281,6	-	(1)
<i>Boas</i>	<i>adult</i>	4	1261,0	13,0	216,8	111,1 <sup>1</sup>	(1)
<i>Pythons</i>	<i>adult</i>	4	3068,9	41,3	252,2	181,1 <sup>1</sup>	(1)
<i>Braune Wassernatter</i> <sup>2</sup>	<i>adult</i>	10	1779,0	3,0	151,0	200,0	(2)
<i>Landschildkröten</i> <sup>1</sup>	<i>adult</i>	5	686,5	7,4	143,5	-	(3)
<i>Wasserschildkröten</i> <sup>1</sup>	<i>adult</i>	13	673,6	6,2	123,0	-	(3)
<i>Sumpfschildkröten</i> <sup>1</sup>	<i>Semi-adult</i>	2	321,3	3,3	123,9	-	(3)
<i>Bartagame (Pogona vitticeps)</i>	<i>17 d</i>	5	145,4	11,3	154,7	-	(4)
<i>Krokodil (Crocodylus porosus)</i> <sup>2</sup>	<i>adult</i>	35	88,7	-	81,4	993,0	(5)
<i>Chinesischer Alligator (Alligator sinensis)</i> <sup>2</sup>	<i>adult</i>	2	67,0	6,4	124,6	-	(6)
<i>Makrele (Indian)</i>	<i>adult</i>	5	-	1,9	23,2	2500,0	(7)
<i>Kaspisches Rotauge</i> <sup>2</sup>	<i>adult</i>	22	-	1,5	55,6	4200,0	(8)
<i>Haushuhn</i>	<i>juvenil</i>	11	157,4	4,0	93,9	-	(9)
<i>Hausmaus</i>	<i>adult</i>	7	251,0	8,0	89,4	-	(9)
<i>Ratte</i>	<i>adult</i>	22	194,9	7,5	92,1	-	(9)
<i>Hauskaninchen</i>	-	1	302,0	16,0	86,0	-	(9)

<sup>1</sup> Angabe bezieht sich auf Restkörper. <sup>2</sup> Angabe bezieht sich auf Muskelprobe.

(1) Eigene Studie; (2) BURGER, et al. (2006); (3) KOPSCH (2006); (4) COSGROVE et al. (2002); (5) JEFFREE et al. (2001); (6) XU et al. (2006); (7) AGUSA et al. (2005); (8) ANAN et al. (2005); (9) DIERENFELD, et al. (2002)

### VI. Zusammenfassung

#### **Annita Eberle: Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Schlangen**

In der vorliegenden Arbeit wurden 86 Schlangen (31 Pythons, 32 Nattern und 23 Boas) 21 verschiedener Arten und aller Altersgruppen mit einem Körpergewicht von 3 g bis 4.900 g untersucht.

Während der Sektion wurden die anatomischen Maße des Körpers und einiger innerer Organe (Leber, Nieren, Herz und Gastrointestinaltrakt) in einem standardisierten Protokoll erfasst. Es wurde die Leber von 69 Schlangen, die Haut und die Wirbelknochen von 11 Schlangen separiert. Folgende Parameter des Körpers, der Leber, Haut und Knochen wurden bestimmt: Rohnährstoffgehalt (Trockensubstanz, Rohasche, Rohfett und Rohprotein) mittels Weender Analyse; Fettsäuremuster des Ganzkörperfettes (gaschromatographisch); Knochendichte (mit hydrostatischer Waage); Kalzium, Natrium und Kalium (flammenphotometrisch); Phosphor (im Spektralphotometer); Kupfer, Zink, Magnesium und Eisen (im Atomabsorptionsspektrometer (AAS)) und Selen (im AAS mit Graphit-Rohr-Technik).

Durchschnittlich betrug das Gewicht des Gastrointestinaltrakts 6 % des Körpergewichtes, mit einer altersabhängig abnehmenden Tendenz. Seine Länge lag im Mittel bei 98 % der Körperlänge, bzw. 218 % der Schnauzen-Kloaken-Länge. Es ergab sich ein Leberanteil von 3 % des Körpergewichtes. Der Schlangenkörper enthielt durchschnittlich 27 %uS Trockensubstanz, die bei Nattern und Pythons altersabhängig anstieg. Die Trockensubstanz teilte sich in 62 % Rohprotein, 18 % Rohasche und 17 % Rohfett auf.

Für nachfolgende Parameter wurden keine alters- oder spezieabhängigen Zusammenhänge festgestellt, mit Ausnahme von Kalzium und Phosphor. Für Kalzium konnte bei Nattern von der juvenilen zur adulten Schlange eine starke Zunahme verzeichnet werden. Mit durchschnittlich 15 g/kg TS im Gesamtkörper entspricht der Kalziumgehalt dem in Kleinnagern. Der Phosphorgehalt im Ganzkörper erwies sich als außerordentlich hoch, wobei Nattern mit

## Zusammenfassung

---

durchschnittlich 50 g/kg TS einen noch höheren Wert als Riesenschlangen mit 34 g/kg TS zeigten. Das Kalzium-Phosphor-Verhältnis von 0,4 im Gesamtkörper ist im Gegensatz zu vielen anderen Tierarten umgekehrt, während es in den Knochen durchschnittlich 2,5 betrug. Außerdem zeichneten sich die untersuchten Schlangen durch eine sehr hohe Knochendichte 1,5 g/cm<sup>3</sup> aus. Die durchschnittlichen Konzentrationen von Kalium (10 g/kg TS), Natrium (8,4 g/kg TS) und Magnesium (1800 g/kg TS) unterschieden sich nur unwesentlich von denen anderer Tiere. Eisen, Zink und Kupfer hingegen zeigten höhere Gehalte im Gesamtkörper. Der auffallend hohe Eisengehalt betrug durchschnittlich 1869 mg/kg TS im Gesamtkörper und 2081 mg/kg TS in der Leber. Der Zinkgehalt lag bei 255 mg/kg TS im Gesamtkörper und 115 mg/kg TS in der Leber; der Kupfergehalt bei 27 mg/kg TS im Gesamtkörper und 28 mg/kg TS in der Leber. Die Selenkonzentrationen im Restkörper betrugen 174 µg/kg TS, in der Haut 254 µg/kg TS.

### VII. Summary

#### **Annita Eberle: Investigations on the body composition of snakes**

In the present study 86 snakes (31 pythons, 32 colubrids and 23 boas) were analysed - 21 different species of various ages with a body weight ranging from 3 g to 4,900 g.

During necropsy, biometrical measurements of bodies and internal organs (liver, kidney, heart and gastrointestinal tract), were performed by means of standardized protocols. Thereafter 69 livers, as well as skin and vertebral bones of 11 snakes were separated. The following parameters of body, liver, skin and bones were examined by Weende analysis: dry matter (DM), crude ash, crude fat and crude protein. Body fat was determined by gas chromatography; bone density by hydrostatic balance; calcium, sodium and potassium by means of flame photometry; spectrophotometry was used for phosphorus analysis; copper, zinc, magnesium and iron were determined by atomic absorption spectrometry (AAS) and selenium by graphite tubing technology in the AAS.

The average percentage of the gastrointestinal tract was 6 % of the body weight (BW) with an age-related decreasing tendency. Its average length was 98 % of the body length, resp. 218 % of the snout-cloaca-length. The liver amounted to 3 % of the body weight. DM content of the complete body averaged 27 % oS DM, increasing with age in colubrids and pythons. Dry matter consisted of 62 % crude protein, 18 % crude ash and 17 % crude fat.

For the following parameters, except calcium and phosphorus, no correlations were shown between age and species. There was a considerable increase of calcium from juvenil to adult colubrids. With an average of 15 g calcium/kg DM in the whole body, the calcium content in snakes corresponds to the calcium content in small rodents. The phosphorus concentration in the whole body was extraordinary high. With an average of 50 g/kg DM colubrids showed a higher value than giant snakes with 34 g/kg DM. The calcium-phosphorus-ratio in the whole body of 0.4 was inverted in contrast to many other species, in the bones it was 2.5. Additionally, the examined snakes were characterised by a very high bone density of 1.5 g/cm<sup>3</sup>. The average concentrations of potassium (10 g/kg DM), sodium (8.4 g/kg DM) and magnesium (1,800 g/kg DM) did not differ considerably



## Summary

---

from most other species. Iron, zinc and copper, however, showed high concentrations in the whole body. The remarkably high content of iron had an average of 1,869 mg/kg DM in the whole body and 2,081 mg/kg DM in liver. Zinc revealed a content of 255 mg/kg DM in the whole body and 115 mg/kg DM in liver. Copper showed a content of 27 mg/kg DM and 28 mg/kg DM in liver. The selenium concentrations in the rest of the body were 174 µg/kg DM and 254 µg/kg DM in the skin.

## VIII. Literaturverzeichnis

AGUSA, T., KUNITO, T., YASUNAGA, G., IWATA, H., SUBRAMANIAN, A., ISMAIL, A. und TANABE, S. (2005) Concentrations of trace elements in marine fish and its risk assessment in Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 16 S.

AHNE, W., LIEBICH, H.-G., STOHRER, M., WOLF, E. und KÖNIG, H. (2000) Zoologie. Schattauer, Stuttgart

ALEKSIUK, M. und STEWART, K. W. (1971) Seasonal Changes in the Body Composition of the Garter Snake (*Thamnophis Sirtalis Parietalis*) at Northern Latitudes. *Ecology*, Vol. 52, 3, 485-490

ALFARO, B. und HEATON, F. W. (1974) The subcellular distribution of copper, zinc and iron in liver and kidney. Changes during copper deficiency in the rat. *Br J Nutr*, 32, 435-445

ALMLI, B., MWASE, M., SIVERTSEN, T., MUSONDA, M. M. und FLÅØYEN, A. (2005) Hepatic and renal concentrations of 10 trace elements in crocodiles (*Crocodylus niloticus*) in the Kafue and Luangwa rivers in Zambia. *Science of the Total Environment*, 337, 75-82

ANAN, Y., KUNITO, T., TANABE, S., MITROFANOV, I. und AUBREY, D. G. (2005) Trace element accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 1-7

ANGILETTA, M. J. (1999) Estimating Body Composition of Lizards from Total Body electrical conductivity and Total Body Water. *Copeia*, 33, 587-595

AUBRET, F., BONNET, X., HARRIS, M. und MAUMELAT, S. (2005) Sex Differences in Body Size and Ectoparasite Load in the Ball Python (*Python regius*). *Journal of Herpetology*, Vol. 39, 2, 312-315

AUBRET, F., BONNET, X., SHINE, R. und LOURDAIS, O. (2002) Fat is sexy for Females but not Males: The influence of body reserves on reproduction in snakes (*Vipera aspis*). *Hormones and Behavior*, 42, 135-147

AUBRET, F., SHINE, R. und BONNET, X. (2004) Adaptive developmental plasticity in snakes. *Nature*, Vol. 431, 261-262

BALÀZS, G. (1979) Über den Blei-, Cadmium- und Zinkgehalt in Hundeorganen. *Wiener- Tierärztl. Monatsschrift*, 66, 2, 63-64

BAUCHOT, R. (1998) Schlangen. Weltbild Verlag GmbH, Augsburg

## Literaturverzeichnis

---

BELL, D. D. (2002) Formation of the Egg. In: Bell, D. D. und Weaver, W. D., Commercial Chicken Meat and Egg Production, 5 th Edition, Kluwer Academic Publishers, USA

BELLAIRS, A. (1969) Die Reptilien. In: Die Enzyklopädie der Natur. R. Löwit, Wiesbaden, 767 S.

BELLOF, G., MOST, E. und PALLAUF, J. (2006) Concentration of Ca, P, Mg, Na and K in muscle, fat and bone tissue of lambs of the breed German Merino Landsheep in the course of the growing period. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 90, 385-393

BELLOF, G., WOLF, A., SCHUSTER, M. und HOLLWICH, W. (2003) Nährstoffgehalte von Muskel-, Fett- und Knochengewebe des Schlachtkörpers im Wachstumsverlauf von Lämmern der Rasse Merinolandschaf bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 87, 347-358

BENEDIKT, F. G. (1932) The Physiologie of Large Reptiles. Carnegie Institution of Washington

BEYNON, P. H., LAWTON, M. C. und COOPER, J. E. (1997) Kompendium der Reptilienkrankheiten. Schlütersche, Hannover, 240 S.

BILBY, L. W. und WIDDOWSON, E. M. (1971) Chemical composition of growth in nestling blackbirds and thrushes. Br J Nutr, 25, 127-134

BILLING, H. (1987) Vergleichend anatomische und histologische Untersuchungen zur adaptiven Radiation des Verdauungstraktes bei Schlangen. Diss. Phil., Universität Zürich

BLANCHARD, G., PARAVON, B. M., SÉROUGNE, J., MILLIAT, F. und LUTTON, C. (2004) Plasma lipids, lipoprotein composition and profile during induction and treatment of hepatic lipidosis in cats and the metabolic effect of one daily meal in healthy cats. J Anim Physiol a Anim Nutr, 88, 73-87

BONNET, X. und NAULLEAU G. (1996) Are body reserves important for reproduction in male dark green snakes (Colubridae: *Coluber viridiflavus*)? Herpetologica, 52 (2), 137-146

BURGER, J. (1992) Trace element levels in pine snake hatchlings: tissue and temporal differences. Arch Environ Contam Toxicol, 22 (2), 209-213

BURGER, J., GOCHFELD, M., ROONEY, A. A., ORLANDO, E. F., WOODWARD, A. R. und GUILLETTE, L. J. (2000) Metals and Metalloids in Tissues of American Alligators in Three Florida Lakes. Arch Environ Contam

Toxicol, 38, 501-508

BURGER, J., MURRAY, S., GAINES, K. F., NOVAK, J. M., PUNSHON, T., DIXON, C. und GOCHFELD, M. (2006) Element Levels in Snakes in South Carolina: Differences between a Control Site and Exposed Site on the Savannah River Site. *Environmental Monitoring and Assessment*, 112, 35-52

CAMPBELL, K. R., CAMPBELL, T. S. und BURGER, J. (2005) Heavy Metal Concentrations in Northern Water Snakes (*Nerodia sipedon*) from East Fork Poplar Creek and the Little River, East Tennessee, USA. *Arch Environ Contam Toxicol*, 49, 239-248

CAREW, L., MC MURTRY, J., ALSTER, F. (2005) Effects of Lysine Deficiencies on Plasma Levels of Thyroid Hormones, Insulin-like Growth Factors I and II, Liver and Body Weights, and Feed Intake in Growing Chickens. *Poultry Science*, 84, 1045-1050

COOPER, J. E. (2006) Section IV Medicine, Dermatology, in: Mader, D. R. (Hrsg.) *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Company, Philadelphia

COSGROVE, J. J., BEERMANN, D. H., HOUSE, W. A., TODDES, B. D. und DIERENFELD, E. S. (2002) Whole-Body Nutrient Composition of Various Ages of Captive-Bred Bearded Dragons (*Pogona vitticeps*) and Adult Wild Anoles (*Anolis carolinensis*). *Zoo Biology*, 21, 489-497

CRISSEY, S. D., SLIFKA, K. A. und LINTZENICH, B. A. (1999) Whole body cholesterol, fat, and fatty acid concentrations of mice (*Mus domesticus*) used as a food source. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 30, 2, 222-227

DAVIES, R. und DAVIES, V. (1998) *Das BLV Terrarien Buch*. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, Wien, Zürich, 208 S.

DENNERT, C. (1999) Beitrag zur Ernährung Europäischer Landschildkröten. *Reptilia*, 17, 4, 3

DERICKSON, W. K. (1974) Lipid deposition and utilization in the Sagerbrush Lizard, *Sceloporus graciosus*: Its significance for reproduction and maintenance. *Comp Biochem Physiol*, 49 A, 267-272

DIAZ-FIGUEROA, O. und MITCHELL, M. A. (2006) Section III Anatomy, Physiology and Behavior, Gastrointestinal Anatomy and Physiology, in: Mader, D. R. (Hrsg.) *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Company, Philadelphia

DIERENFELD, E. S., ALCORN H. L. und JACOBSEN, K. L. (2002) Nutrient composition of whole vertebrate prey (excluding fish) fed in zoos. *Nutrition*

Advisory Group Handbook

DIERENFELD, E. S., FITZPATRICK, M. P., DOUGLAS, T. C. und DENNISON, S. A. (1996) Mineral concentrations in whole mice and rats used as food. *Zoo Biol*, 15, 83-88

DIESENER, G. und REICHHOLF, J. (1985) *Lurche und Kriechtiere*. Mosaik Verlag GmbH, München, 190-192

DONOGHUE, S. (2006) Section IV Medicine, Nutrition, in: Mader, D. R. (Hrsg.) *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Company, Philadelphia

DOUGLAS, T. C., PENNINO, M. und DIERENFELD, E. S. (1994) Vitamins E and A, and proximate composition of whole mice and rats used as feed. *Comp Biochem Physiol*, 107 A, 2, 419-424

ENGELMANN, W. E. und OBST, F. J. (1981) *Mit gespaltener Zunge*. Herder-Verlag, Freiburg im Breisgau

FLACHOWSKY, G. (1999) Spurenelemente, in: Engelhardt v., W. und Breves, G. (Hrsg.) *Physiologie der Haustiere*. Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart

FOWLER, M. E. und MILLER, R. E. (2003) *Zoo and wild animal medicine*. Elsevier Science, USA, 82-91

FRANK, T. (2001) *Versorgung von Pferden in Oberbayern mit den Spurenelementen Zink, Kupfer und Selen – Eine Feldstudie*. Diss. Vet. Med., Tierärztl. Fakultät der LMU München

FRYE, F. L. (1991a) *Reptile Care. An Atlas of Diseases and Treatments*. Volume I, T. F. H. Publications, Inc., New Jersey

FRYE, F.L. (1991b) *Reptile Care. An Atlas of Diseases and Treatments*. Volume II, T. F. H. Publications, Inc., New Jersey

FUNK, R. S. (2006) Section II Biology and Husbandry, Snakes in: Mader D. R. (Hrsg.) *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Company, Philadelphia

GABRISCH, K. und ZWART, P. (2001) *Krankheiten der Heimtiere*. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 751-807

GANS, C. (1969) Vertebrae and ribs of modern reptiles, in: *Biology of the reptilia*. Academic Press, London, New York, Morphology A, Vol. 1

## Literaturverzeichnis

---

GANS, C. (1977) The urinogenital system of reptiles, in: Biology of the reptilia. Academic Press, London, New York, Morphology E, Vol. 6

GANS, C. (1978) Physiology of the digestive tract, in: Biology of the reptilia. Academic Press, London, New York, Physiology B, Vol. 8

GESTRICH, R. (1972) Untersuchungen zur Gewichtsentwicklung und Körperzusammensetzung der Maus. Diss. Vet. Med., FU Berlin

GÖBEL, T., SCHILDGER, B. J. und SPÖRLE, H. (1990) Die häufigsten Erkrankungen bei Echsen und Schlangen in der tierärztlichen Praxis. Prakt. Tierarzt, 71 (10), 47-54

GOSLOW, H. (2004) Vergleichende und funktionelle Anatomie der Wirbeltiere. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

GREENE, H. W. (1997) The evolution of mystery in nature, in: Snakes. University of California Press, London

GRÜNBERG, W., KAISER, E. und NOVAK, A. (1975) Fettsäuremuster der Fettkörperlipide der Schlangen. Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 62, 245-249

GUARD, C. L. (1980) Comparative gut physiology and diets for reptiles. AAZU, 32-33

HEIDBRINK, S. (2003) Morphologische Untersuchungen des Verdauungsapparates verschiedener Greifvögel unter Berücksichtigung ihrer Ernährungsstrategie. Diss. Vet. Med., FU Berlin

HERMANN, W. (1999) Kap. 6 Leber, Stoffwechselstörungen der Leber, in: DAHME, E. und WEISS, E. (Hrsg.) Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

HOFSTÄTTER, A. (1979) Über den Blei-, Cadmium- und Zinkgehalt in Schweineorganen. Wiener- Tierärztl. Monatsschrift, 66, 2, 63

HOLMBERG, A., KAIM, J., PERSSON, A., JENSEN, J., WANG, T. und HOMGREN, S. (2003) Effects of digestive status on the reptilian gut. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 133, 499 – 518

HOLZ, P. (2006) Section III Anatomy, Physiology and Behavior, Renal Anatomy and Physiology, in: Mader, D. R. (Hrsg.) Reptile Medicine and Surgery. WB Saunders Company, Philadelphia

## Literaturverzeichnis

---

HOPKINS, W. A., ROE, J. H., SNODGRASS, J. W., JACKSON, B. P., KLING, D. E., ROWE, C. L. und CONGDON, J. D. (2001) Nondestructive indices of trace element exposure in squamate reptiles. *Environmental Pollution*, 115, 1-7

HOPKINS, W. A., ROWE, C. L. und CONGDON, J. D. (1999) Elevated trace element concentrations and standard metabolic rate in Banded water snakes (*Nerodia fasciata*) exposed to coal combustion wastes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 18 (6), 1258-1263

HOPKINS, W. A., STAUB, B. P., BAIONNO, J. A., JACKSON, B. P., ROE, J. H. und FORD, N. B. (2004) Trophic and maternal transfer of selenium in brown house snakes (*Lamprophis fuliginosus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58, 285-293

HUBER, F. (2005) <http://www.taxonomie.hayawani.de/>

IPPEN, R., SCHRÖDER, H. D. und ELZE K. (1985) Handbuch der Zootierkrankheiten. Reptilien, Band I, Akademie-Verlag, Berlin

JACOBSON, E. R. und KOLLIAS, G. V. (1988) Exotic animals. Churchill Livingstone, New York, Edingburgh, London, Melbourne

JAROFKE, D. und LANGE, J. (1993) Schlangen in: Reptilien - Krankheiten und Haltung. Tierärztliche Heimtierpraxis 3, Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg

JEFFREE, R. A., MARKICH, S. J. und TWINING, J. R. (2001) Element Concentration in the Flesh and Osteoderm of Estuarine Crocodiles (*Crocodylus porosus*) from the Alligator Rivers Region, Northern Australia: Biotic and Geographic Effects. *Arch Environ Contam Toxicol*, 40, 236-245

JOSEPH, J. D., ACKMAN, R. G. und SEABORN, G. T. (1985) Effect of diet on depot fatty acid composition in the Green Turtle (*Chelonia mydas*). *Comp Biochem Physiol*, 80 B, 1, 15-22

KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O. und ZENTEK, J. (2004) Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Verlag M. & H. Schaper, Alfeld-Hannover

KARAGÖZ, H. (1985) Untersuchungen zu Wachstum und Körperzusammensetzung der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri rich.*) unter den Bedingungen einer hochgelegenen Teichwirtschaft im Schwarzwald. Diss. biol., Fakultät für Biologie, Freiburg

## Literaturverzeichnis

---

KEIL, R. (1990) Beitrag zur Organtopographie und den wesentlichen Erkrankungen bei ungiftigen Schlangen der Familien Boidae, Colubridae und Xenopeltidae. Diss. Vet. Med., Tierärztl. Hochschule Hannover

KEIL, R. und WISSDORF, H. (1992) Beiträge zur Organotopographie bei ungiftigen Schlangen der Familien Boidae (Boas und Phytons) und Colubridae (Nattern). Tierärztliche Praxis, 20, 647-56

KIENZLE, E., KOPSCH, G., KÖLLE, P. und CLAUSS, M. (2006) Chemical Composition of Turtles and Tortoises. American Society for Nutrition, J Nutr, 136, 2053-2054

KIENZLE, E., ZENTEK, J. und MEYER, H. (1998) Body Composition of Puppies and Young Dogs. American Society for Nutritional Sciences, J Nutr, 128, 2680-2683

KING, G. (1996) Reptiles and Herbivory. Chapman & Hall, London, 13-14

KING, R. B., BITTNER, T. D., QUERAL-REGIL, A. und CLINE, J. H. (1999) Sexual dimorphism in neonate and adult snakes. J Zool Lond, 247, 19-28

KIRCHGESSNER, M. (2004) Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. DLG-Verlag, Frankfurt am Main

KIRMAIR, R. (1994) Untersuchungen zur Terrarienhaltung von Reptilien unter besonderer Berücksichtigung des Tier- und Artenschutzes. Diss. Vet. Med., Tierärztl. Fakultät der LMU München

KÖHLER, G. (2003) Inkubation von Reptilieneiern. Herpeton, Verlag Elke Köhler, Offenbach

KÖLLE, P. (2003) Schlangen Inappetenz. Kleintier konkret, Vol. 6, 3, 12-15

KÖLLE, P. (2004) Schlangen. Kosmos Verlag, Stuttgart, 122 S.

KÖLLE, P. (2005) Fütterung bei Reptilien. In: Zusammenfassungen der Vorträge des Seminars „Ernährung Heimtiere und Exoten“, Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik, Oberschleißheim

KÖLLE, P. und MORITZ, J. (2006) Futtertiere in der Terraristik. Datz 4, 38-42

KOPSCH, G. (2006) Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Schildkröten. Diss. Vet. Med., Tierärztl. Fakultät der LMU München



## Literaturverzeichnis

---

KRAUSE, M. A., BURGHARDT, G. M. und GILLINGHAM, J. C. (2003) Body size plasticity and local variation of relative head and body size sexual dimorphism in garter snakes (*Thamnophis sirtalis*). J Zool Lond, 261, 399-407

LEJA, M. und SCHILDGER, B. J. (1991) Bemerkungen zur Anatomie und Pathologie der Lungen einiger häufig gehaltener Schlangengruppen (Reptilia: Squamata: Serpentes). DVG, 4. Internationales Colloquium für Pathologie und Therapie der Reptilien und Amphibien, Bad Nauheim, 273-289

LOURDAIS, O., BRISCHOUX, F., DE NARDO, D. und SHINE, R. (2004) Protein catabolism in pregnant snakes (*Epicrates cenchria maurus* Boidae) compromises musculature and performance after reproduction. J Comp Physiol [B], 174, 5, 383-391

LÜDERS, H. und SIEGMANN, O. (2005) Fettleber. In: Siegmann, O. und Neumann, U., Kompendium der Geflügelkrankheiten, Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover

MAFFUCCI, F., CAURANT, F., BUSTAMANTE, P. und BENTIVEGNA, F. (2005) Trace element (Cd, Cu, Hg, Se, Zn) accumulation and tissue distribution in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the Western Mediterranean Sea (southern Italy). Chemosphere, 58, 535-542

MARCUS, L. C. (1983) Amphibien und Reptilien in Heim, Labor und Zoo. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 184 S.

MC DOWELL, L. R. (2003) Minerals in animal and human nutrition. Elsevier Science B. V., Amsterdam

MERTZ, W. (1987) Trace Elements in Human and Animal Nutrition. Vol.1, Academic Press., London, 79-127

MEYER, H. (1985) Untersuchungen zum Energie- und Nährstoffbedarf von Zuchthündinnen und Saugwelpen. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin

MEYER, H. und COENEN, M. (2002) Pferdefütterung. Parey Buchverlag, Berlin

MORRIS, E. R. (1987) Iron in animal tissues and fluids, in: Mertz, W. (Hrsg.) Trace Elements in Human and Animal Nutrition – Fifth Edition, Vol. 1. Academic Press Inc., London, New York

MURRAY, M. J. (2006) Section III Anatomy, Physiology and Behavior, Cardiopulmonary Anatomy and Physiology, in: Mader, D. R. (Hrsg.) Reptile Medicine and Surgery. WB Saunders Company, Philadelphia

## Literaturverzeichnis

---

NAULLEAU, G. und BONNET, X. (1996) Body condition threshold for breeding in a viviparous snake. *Oecologia*, 107, 301-306

NAUMANN, C. und BASSLER, R. (1997) Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. In: Methodenbuch Band III. Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik. J. Naumann Verlag, Neudamm

NEESSE, K. R. (1975) Experimentelle Untersuchungen zur stofflichen und energetischen Veränderung der Körperzusammensetzung beim Mastkalb. Diss., Agr., Fachbereich für Landwirtschaft und Gartenbau der TU München

NIETZKE, G. (2002) Krokodile und Schlangen, in: Die Terrarientiere 3. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 374 S.

O'MALLEY, B. (2005) Clinical anatomy and Physiology of Exotic Species. Elsevier Verlag, 320 S.

PETRIDES, P. E. (1998) Spurenelemente, in: Löffler, G. und Petrides, P.E. (Hrsg.) Biochemie und Pathobiochemie. Springer Verlag, Berlin

PREISSLER, D. (2004) Alles über Schlangen, in: Schlangen: Biologie, Haltung, Nachzucht., Draco. Jahrgang 5, 17, 4-21

RABEHL, N. (1995) Untersuchungen zur Körperzusammensetzung und deren Entwicklung bei verschiedenen Ziervogelarten (Kanarien, Wellensittiche, Agaporniden, Nymphensittiche, Amazonen und Graupapageien). Diss Vet. Med., Tierärztl. Hochschule Hannover

RENSCH, I. und RENSCH, B. (1956) Relative Organmaße bei tropischen Warmblütern. Sonderdruck, Zoologischer Anzeiger, Leipzig, 156, 5/6, 110-124

ROSENBERG von, S. (2006) Untersuchungen zur knochenprotektiven Wirkung von Trisetum flavescens Solanum malacoxylon im Osteoporosemodell von der ovariektomierten Ratte. Diss Vet. Med., Tierärztl. Fakultät der LMU München

SANTOS, X. und LLORENTE, G.A. (2004) Lipid dynamics in the viperine snake, *Natrix maura*, from the Ebro Delta (NE Spain). *Oikos*, 105, 132-140

SCHARRER, E. und WOLFFRAM, S. (1999) Funktionen des Dünndarmes und seiner Anhangsdrüsen, in: Engelhardt v., W. und Breves, G. (Hrsg.) Physiologie der Haustiere. Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart

SCHILDGER, B. J. (1999) Endoskopie bei Reptilien. Im Vergleich zur röntgenologischen und sonographischen Untersuchung. Habil. Vet. Med.,

Büchse der Pandora Verlags-GmbH, Wetzlar

SCHMIDT, D. (1989) Schlangen, in: Vermehrung von Terrarientieren. Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin

SCHMIDT, D. (2001) Atlas der Schlangen. Bede-Verlag GmbH, Ruhmannsfelden

SCHUETT, G. W., HARDY SR, D. L., EARLEY, R. L. und GREENE, H. W. (2005) Does prey size induce head skeleton phenotypic plasticity during early ontogeny in the snake *Boa constrictor*? *J Zool Lond*, 267, 363-369

SCHÜTTE, K. H. (1965) Biologie der Spurenelemente. BLV GmbH, München, 119-121

SECOR, S. M. (2000) Regulation of digestive performance: a proposed adaptive response. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 128, 565-577

SECOR, S. M. (2005) Physiological responses to feeding, fasting and estivation for anurans. *The Journal of Experimental Biology*, 208, 2595-2608

SECOR, S. M. und DIAMOND, J. (1998) A vertebrate model of extreme physiological regulation. *Nature*, 395, 659-662

SECOR, S. M. und DIAMOND, J. (2000) Evolution of regulatory responses to feeding in snakes. *Physiological and Biochemical Zoology*, 73, 2, 123-141

SECOR, S. M. und NAGY, T. R. (2003) Non-invasive measure of body composition of snakes using dual-energy X-ray absorptiometry. *Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136, 2, 379-389

SECOR, S. M., LANE, J. S., WHANG, E. E., ASHLEY, S. W. und DIAMOND, J. (2002) Luminal nutrient signals for intestinal adaptation in pythons. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 283, G1298-G1309

SECOR, S. M., STEIN, E. D. und DIAMOND, J. (1994) Rapid upregulation of snake intestine in response to feeding: a new model of intestinal adaptation. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 266, 4, G695-G705

SECOR, S. M., WHANG, E. E., LANE, J. S., ASHLEY, S. W. und DIAMOND, J. (2000) Luminal and systemic signals trigger intestinal adaptation in the juvenile python. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 279, G1177-G1187

## Literaturverzeichnis

---

SEYBOLD, J. (1993) Ein Beitrag zur Nierenpathologie bei Reptilien. Diss. Vet. Med., Tierärztl. Fakultät der LMU München

SINN, A. (2004) Pathologie der Reptilien - eine retrospektive Studie. Diss. Vet. Med., Tierärztl. Fakultät der LMU München

SOUCI, S. W., FACHMANN, W. und KRAUT, H. (2000) Food composition and Nutrition Tables. Scientific Publishers, Stuttgart

SPÖRLE, H., KRAMER, M., GÖBEL, T. und GERWING, M. (1991) Sonoanatomy of Snakes. DVG, 4. Internationales Colloquium für Pathologie und Therapie der Reptilien und Amphibien, Bad Nauheim, 139-143

STADTFELD, G. (1978) Untersuchungen über die Körperzusammensetzung des Hundes. Diss Vet. Med., Tierärztl. Hochschule Hannover

STEVENS, C. E. und HUME, I. D. (1995) Comparative physiology of the vertebrate digestive system. Cambridge University Press, USA, S. 38

STEWART, J. R., ECAY, T. W. und BLACKBURN, D. G. (2004) Sources and timing of calcium mobilization during embryonic development of the corn snake, *Pantherophis guttatus*. Comparative Biochemistry and Physiology, A 139, 335-341

STORELLI, M. M., CECI, E. und MARCOTRIGIANO, G. O. (1998) Comparison of Total Mercuri, Methylmercury, and Selenium in Muscle Tissues and in the Liver of *Stenella coeruleoalba* (Meyen) and *Caretta caretta* (Linnaeus). Bull Environ Contam Toxicol, 61, 541-547

STORELLI, M. M., STORELLI, A., D'ADDABBO, R., MARANO, C., BRUNO, R. und MARCOTRIGIANO, G. O. (2005) Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the eastern Mediterranean Sea: overview and evaluation. Environmental Pollution, 135, 1, 163-170

STRATMANN, B. (1988) Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Katzen. Diss Vet. Med., Tierärztl. Hochschule Hannover

STUDIER, E. H., SEVICK, S. H. und WILSON, D. E. (1994) Proximate, caloric, nitrogen and mineral composition of bodies of some tropical bats. Comp Biochem Physiol, 109 A, 3, 601-610

TABAKA, C. S., ULLREY, D. E., SIKARSKIE, J. G., DEBAR, S. R. und KU, P.K. (1996) Diet, cast composition, and energy and nutrient intake of red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*), great horned owls (*Bubo virginianus*), and turkey vultures (*Cathartes aura*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 27, 2, 187-196

## Literaturverzeichnis

---

TAYLOR, E. N., MALAWY, M. A., BROWNING, D. M., LEMAR, S. V. und DE NARDO, D. F. (2005) Effects of food supplementation on the physiological ecology of female Western diamond-backed rattlesnakes (*Crotalus atrox*). *Ecophysiology*, Springer, 14 S.

THORSON, T. B. (1968) Body fluid partitioning in Reptilia. *Copeia*, 3, 592-601

TRAUNWIESER, J. (1979) Über den Blei-, Cadmium- und Zinkgehalt in Katzenorganen. *Wiener- Tierärztl. Monatsschrift*, 66, 1, 30

TRUTNAU, L. (1988) Ungiftige Schlangen, in: Schlangen. Band I, Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

VITT, L. J. (1978) Caloric content of lizard and snake (Reptilia) eggs and bodies and the conversion of weight to caloric data. *J. Herpetology*, 12, 65-72

VOGES, F. (1988) Untersuchungen über die Zusammensetzung von Pferdeknochen. *Diss. Vet. Med., Tierärztl. Hochschule Hannover*

WAIDMAYR, C. (1979) Über den Blei-, Cadmium- und Zinkgehalt in Hühnerorganen. *Wiener- Tierärztl. Monatsschrift*, 66, 1, 30

WALLACH, J. (1978) Feeding and Nutritional Diseases, in: Fowler, M. (Hrsg.) *Zoo and Wild Animal Medicine*. W. B. Saunders Company, Philadelphia London Toronto, 82-90

WIESNER, E. (1967) Ernährungsschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere. *Gustav Fischer Verlag, Jena*, 530-535

WIESNER, E. und RIBBECK, R. (1991) Wörterbuch der Veterinärmedizin (A-K). *Gustav Fischer Verlag, Jena*

WILL, R. (1975) Die Entstehungsursachen (Ätiologie) der Lebererkrankungen bei Reptilien. *Zbl. Vet. Med. B*, 22, 626-634

WOLFFRAM, S. (1991) Absorption und Bioverfügbarkeit des Spurenelements Selen. *Habilitationsschrift, Universität Zürich*

WOOD, C. und CLAUSS, M. (2004) Panda phlebotomies? The need for comparative screening for haemochromatosis. *Lancet*, 364, 9443, 1384-1385

XU, Q., FANG, S., WANG, Z. und WANG, Z. (2006) Heavy Metal Distribution in Tissues and Eggs of Chinese Alligator (*Alligator sinensis*). *Arch Environ Contam Toxicol*, 50, 580-586

## Literaturverzeichnis

---

YILDIRIM, I. (2005) Effects of breeder age and pre-incubation storage of eggs on hatchability, time of hatch and relative organ weight of quail chicks at hatch. South African Journal of Animal Science, 35, 2, 135-142

ZENTEK, J. und DENNERT, C. (1997) Besonderheiten der Verdauungsphysiologie von Reptilien. Institut für Tierernährung, TiHo Hannover

ZWART, P. (1985) Erkrankungen der Leber, in: Ippen, R., Schröder, H. D. und Elze, K. (Hrsg.) Handbuch der Zootierkrankheiten. Reptilien, Band I, Akademie-Verlag, Berlin

## Appendix

### IX. Appendix

Nr.:	Spezies	Geschlecht	Alter	Herkunft	EZ	Fettkörper (g)	KL (cm)	KGW (g)	SKL (cm)
S 001	1	2	1	1	4	11,33	100,50	252,67	
S 002	2	2	1		5		156,00	567,42	
S 003	1	2	1	1	2	0,00	118,00	288,39	
S 004	3	1	1	1	6	118,90	120,00	1309	
S 005	1	0	3	3	3	0,00	37,00	6,5	
S 006	1	2	1	2	5		107,60	462,58	
S 007	2	2	3	2	6	32,81	81,20	267,4	
S 008	2	1	1	2	4		225,00	6476	
S 009	3	2	2	3	4	0,00	85,00	412,73	
S 010	2	1	1	3	5	31,50	140,00	671,6	
S 011	3	0	3	1	5	5,92	55,10	83,5	
S 012	3	1	1	3	2	0,00	105,00	531,54	
S 013	1	1	2	2	6	18,85	84,40	130,22	
S 014	1	0	3	1	1	0,00	42,40	13,81	36,00
S 015	3	0	3	1	3	0,00	62,20	129,45	53,90
S 016	1	2	1	1	5	22,57	100,02	308,38	90,92
S 017	2	0	3	3	4		57,00	45,89	
S 018	2	1	1	1	3	21,41	157,80	2132,12	146,80
S 019	2	2	1	3	5	75,90	123,20	902,88	101,20
S 020	3	1	1	1	6	36,29	95,00	636,14	
S 021	1	0	3	1	5	1,88	48,00	23,29	
S 022	3	0	3	3	3	1,32	33,20	51,28	31,90
S 023	3	0	3	3	3	1,00	35,80	50,3	33,20
S 024	3	0	3	3	3	0,37	31,80	33,72	29,00
S 025	1	1	1	1	1	0,00	114,70	23,59	107,04
S 026	3	0	3	2	4	1,50	53,50	148,74	50,00
S 027	1	0	3	2	4	0,33	23,70	5,37	19,60
S 028	1	0	3	2	4	0,20	20,30	4,66	18,30
S 029	3	0	3	3	1	0,00	47,70	39,07	43,40
S 030	3	0	3	3	3	0,00	47,20	75,42	43,90
S 031	3	0	3	3	3	0,00	46,80	64,01	43,10
S 032	3	2	3	3	3	0,00	53,10	75,48	49,00
S 033	3	1	3	3	3	0,00	45,70	56,28	42,00
S 034	3	2	3	3	3	0,00	46,20	77,32	42,60
S 035	3	1	2	3	3	32,42	156,80	462,69	128,80
S 036	1	2	2	1	4	1,50	89,80	150,22	78,00
S 037	1	0	3	1	4	0,40	23,10	4,98	19,80
S 038	1	2	1	1	1	0,00	111,40	142,64	97,70
S 039	1	1	1	1	4	9,12	110,90	213,46	95,50
S 040	2	0	3	1	3	0,30	41,70	10,25	35,80
S 041	2	0	3	1	4	0,10	44,80	14,08	39,10
S 042	2	0	3	1	4	0,00	51,80	17,76	39,00
S 043	2	0	3	1	4	2,13	58,70	39,93	51,70
S 044	3	2	1	1	2	0,00	115,30	601,92	107,80
S 045	2	2	2	1	5	116,55	121,50	1013,94	109,20
S 046	2	1	2	1	5	4,40	94,30	139,08	80,50
S 047	2	0	3	1	4	1,72	46,10	56,23	41,00
S 048	1	0	3	1	4	0,67	45,10	16,2	40,00
S 049	2	1	2	1	5	30,21	67,50	245	63,10

Spezies: 1=Nattern; 2=Boas; 3=Pythons  
 Geschlecht: 1=männlich; 2=weiblich; 0=nicht definierbar  
 Alter: 1=adult; 2=semiadult; 3=juvenil  
 Herkunft: 1= Tierarzt; 2=Privathaltung; 3=Händler  
 Ernährungszustand (EZ)= 1=sehr schlecht; 2=schlecht; 3=mäßig; 4=gut; 5=sehr gut; 6=adipös

## Appendix

Nr.:	Spezies	Geschlecht	Alter	Herkunft	EZ	Fettkörper (g)	KL (cm)	KGW (g)	SKL (cm)
S 050	3	2	2	1	5	11,73	82,70	538,8	74,90
S 051	2	1	2	1	5	20,93	64,20	207,76	60,20
S 052	1	2	1	1	5	10,90	102,00	259,14	87,00
S 053	2	0	2	1	4	12,26	87,00	454,72	80,00
S 054	1	1	1	1	5	55,71	155,00	764,8	126,50
S 055	2	2	1	1	2	0,00	158,70	910,33	137,70
S 056	1	1	1	1	4		111,50	215,27	83,30
S 057	1	1	1	1	5	36,98	114,90	364,8	88,00
S 058	3	2	1	1	6	115,12	162,00	1381,35	138,00
S 059	3	1	2	1	6	86,75	201,00	3645	171,00
S 060	1	1	1	1	4	9,57	129,20	350,98	106,20
S 061	2	1	1	1	5		146,00	807,28	134,00
S 062	1	0	3	2	4	0,27	26,60	3,79	22,60
S 063	1	0	3	2	4	0,20	30,10	4,25	25,50
S 064	1	0	3	2	4	0,18	23,50	3,58	19,00
S 065	1	0	3	2	4	0,08	20,60	3,13	16,30
S 066	1	1	1	1	1	0,00	68,60	26,21	51,30
S 067	1	1	1	1	1	0,00	102,20	62,97	80,60
S 068	1	1	1	1	3	0,00	100,10	114,67	83,10
S 069	1	1	1	1	4		109,00	227,74	91,00
S 070	2	2	3	3	3	0,00	63,60	57,12	57,20
S 071	3	1	2	3	4	12,57	77,00	389,68	71,00
S 072	2	1	3	3	2	0,00	55,00	47,8	48,90
S 073	2	1	3	3	2	0,00	56,50	31,66	49,10
S 074	3	1	2	3	4	3,00	68,40	328,89	63,30
S 075	3	1	2	3	4	4,56	32,80	315,73	26,40
S 076	3	2	2	3	4	0,00	69,10	240,16	63,60
S 077	3	2	3	3	3	0,00	63,30	189,65	58,30
S 078	3	2	3	3	3	0,00	62,20	294,88	56,60
S 079	3	2	3	3	3	0,00	58,50	166,52	53,50
S 080	3	2	3	3	4	3,00	67,00	301,96	61,60
S 081	3	2	2	3	4	8,09	75,20	419,4	69,40
S 082	3	2	2	3	4	2,50	72,70	351,6	67,40
S 083	1	0	3	1	4	0,03	28,60	2,81	23,90
S 084	1	0	3	1	4	0,00	37,50	8,21	31,10
S 085	1	0	3	1	4	0,00	34,60	6,73	29,70
S 086	2	2	1	1	6	407,00	201,50	4999	178,60

Spezies: 1=Nattern; 2=Boas; 3=Pythons  
 Geschlecht: 1=männlich; 2=weiblich; 0=nicht definierbar  
 Alter: 1=adult; 2=semiadult; 3=juvenil  
 Herkunft: 1= Tierarzt; 2=Privathaltung; 3=Händler  
 Ernährungszustand (EZ)= 1=sehr schlecht; 2=schlecht; 3=mäßig; 4=gut; 5=sehr gut;  
 6=adipös



## Appendix

Nr.:	Maulbreite (cm)	Maulwinkel-Spitze (cm)	Darm (cm)	Leber (cm)	Leber (g)	Herz (cm)
S 001	1,9	2,1	35,00	20,50	7,13	2,50
S 002	2	3	64,00	30,00	24,16	3,00
S 003	1,7	2,3	47,00	18,70	5,65	4,00
S 004	2,7	3,6	38,40	20,00	29,48	4,00
S 005	0,6	1,3	9,20	5,50	0,10	0,80
S 006	2,1	2,8	95,00	25,30	26,12	2,90
S 007	1,7	3	67,90	20,30	6,84	2,20
S 008	4,5	6				7,00
S 009	2	2,5	35,00	16,00	11,75	2,30
S 010	3,3	4,5	95,90	29,00	12,08	3,00
S 011	1,7	2,2	16,60	11,70	2,88	2,40
S 012	1,7	3,1	35,00	18,80	15,83	3,00
S 013	1	1,1	41,40	13,50	3,04	2,20
S 014	1	1,5	15,20	9,20	0,61	1,20
S 015	2	2,5	34,50	16,30	4,60	2,50
S 016	1,9	2,2	63,00	24,50	9,99	2,80
S 017	2	1,4	27,00	10,50	0,77	1,00
S 018	3,2	4,5	188,00	28,90	35,86	5,20
S 019	4	4	112,40	20,00	21,16	2,90
S 020	2,2	3,3	55,00	15,80	13,94	3,60
S 021	1	1,5	36,80	8,50	0,97	1,10
S 022	1,5	1,7	23,00	7,60	2,22	1,30
S 023	1,4	1,7	16,10	7,30	1,96	1,30
S 024	1,2	1,7	7,20	6,50	1,30	1,30
S 025	1	2	24,00	17,50	0,42	1,50
S 026	1,7	2,2		9,00		2,30
S 027	0,5	1	6,00	3,00	0,19	0,60
S 028	0,7	1,1	9,00	2,80	0,16	0,90
S 029	1,5	2		5,50	0,90	1,20
S 030	1,8	2,1	30,80	6,30	2,17	1,20
S 031	1,5	2	20,00	8,50	2,99	1,30
S 032	1,7	2	17,90	9,50	3,32	1,80
S 033	1,7	2,1	30,70	7,50	1,69	1,40
S 034	2	2,4	17,10	6,50	2,19	1,40
S 035	2,4	3,6	51,10	18,20	12,76	2,90
S 036	1,6	2	57,00	14,30	7,23	2,40
S 037	0,6	1	6,50	5,40	0,14	0,60
S 038	1,3	2,5	68,40	18,20	5,33	2,50
S 039	1,9	2,5	52,60	17,00	5,85	2,80
S 040	0,7	1,4				
S 041	0,9	1,5				0,80
S 042	0,8	1,4	9,70	11,80	0,80	1,30
S 043	2	1,5	21,40	10,90	1,40	1,40
S 044	2,4	3,2	34,40	20,20	13,42	3,20
S 045	2,5	3,5	46,70	23,80	19,72	3,00
S 046	2,4	2,8	32,50	13,20	5,88	1,80
S 047	1,6	2,2	41,20	9,00	1,78	1,30
S 048	0,9	1,1	20,50	9,00	0,29	1,00
S 049	2	2,4	39,50	12,00	3,14	1,80

## Appendix

Nr.:	Maulbreite (cm)	Maulwinkel-Spitze (cm)	Darm (cm)	Leber (cm)	Leber (g)	Herz (cm)
S 050	2,1	2,7	24,60	14,00	19,40	3,00
S 051	2,2	2,4	43,40	17,20	4,58	2,70
S 052	1,1	2	41,90	18,00	15,57	2,00
S 053	2,5	2,6	31,00	15,00	8,00	
S 054	2,2	3,2	78,00	27,00	13,57	3,90
S 055	3	4,5	58,00	34,00	26,82	5,00
S 056	1,2	2,2				
S 057	1,4	2,2	65,00	17,30	10,74	2,80
S 058	3,2	3,5	55,00	28,00	58,13	4,50
S 059	4,4	4,6	237,00	31,00	42,23	5,80
S 060	2	3	56,50	21,00	13,56	3,00
S 061	3,5	3,5		16,00	16,00	
S 062	0,6	1	7,00	2,00	0,05	0,40
S 063	0,5	1,1	8,50	5,50	0,08	0,30
S 064	0,6	1	10,40			0,30
S 065	0,5	1	5,00	2,00	0,04	0,60
S 066	1	1,6	25,40	14,00	0,56	1,00
S 067	1,2	2	38,00	15,00	0,66	1,30
S 068	1,1	1,7	43,60	18,50	3,04	2,00
S 069	1,9	2,2				
S 070	1,5	2	25,80	7,60	1,00	1,40
S 071	2	3	30,60	15,00	10,46	1,90
S 072	1,5	2	22,30	9,40	1,96	1,70
S 073	1,4	2				
S 074	1,7	2,3	24,50	13,40	6,01	2,20
S 075	1,9	2,6	28,50	13,00	8,18	2,50
S 076	2,2	2,5	22,90	11,00	5,59	2,00
S 077	1,8	2,6	16,10	12,00	4,44	1,80
S 078	2,1	2,8	24,50	13,70	5,92	2,00
S 079	2,1	2,2	19,00	10,30	3,16	1,80
S 080	1,8	2,2	27,30	11,60	5,96	1,30
S 081	2,2	2,5	30,80	14,60	16,12	2,20
S 082	1,8	2,9	33,80	12,30	7,18	2,20
S 083	0,7	1,2	7,80	4,00	0,03	1,10
S 084	0,9	1,1	11,00	5,90	0,19	0,90
S 085	0,5	1,2		4,70	0,11	0,60
S 086	4,50	5,00	116,50	38,50	108,00	5,10

## Appendix

Nr.:	Herz (g)	Nieren links (cm)	Nieren rechts (cm)	Nieren links (g)	Nieren rechts (g)	GIT (cm)
S 001	0,91	5,20	4,50	0,71	0,57	84,00
S 002	3,30	7,00	4,50	1,36	1,39	141,50
S 003	2,38	8,50	3,50	1,03	0,45	88,00
S 004	3,81	7,00	7,00	3,00	2,31	80,90
S 005	0,06	1,20	1,20	0,01	0,01	22,20
S 006	1,45	11,80	8,50	0,92	0,97	247,20
S 007	0,87	3,00	3,00	0,64	0,53	102,20
S 008	33,73	17,00	15,50	18,55	19,46	0,00
S 009	1,37	4,50	4,00	1,67	1,42	77,50
S 010	3,69	2,90	2,40	1,43	1,15	175,90
S 011	0,52	2,00	2,00	0,14	0,15	49,40
S 012		4,60	4,10	1,93	1,88	94,50
S 013	0,33	9,00	7,50	0,31	0,29	76,70
S 014	0,09	4,20	3,40	0,05	0,05	31,60
S 015	1,15	6,00	5,90	0,67	0,70	78,20
S 016	1,04	8,50	6,90	1,33	1,25	124,90
S 017	0,12	2,40	2,30	0,06	0,07	48,60
S 018	10,78	7,20	7,20	9,51	8,66	325,80
S 019	3,36		4,00		3,41	199,20
S 020	1,85	5,50	5,30	2,58	2,74	102,70
S 021	0,14	3,70	3,70	0,36	0,22	57,80
S 022	0,29	2,50	1,50	0,24	0,27	39,00
S 023	0,31	1,50	1,50	0,18	0,18	34,80
S 024	0,27	2,00	1,40	0,22	0,17	21,10
S 025	0,13	4,00	2,00	0,18	0,07	80,00
S 026	2,13					0,00
S 027	0,04	1,70	0,90	0,03	0,04	16,10
S 028	0,08	1,50	1,50	0,04	0,04	16,50
S 029	0,19	1,60	1,60	0,19	0,21	0,00
S 030	0,32	2,20	2,30	0,33	0,34	51,60
S 031	0,49	1,80	2,00	0,30	0,25	36,90
S 032	0,39	2,30	1,90	0,43	0,36	42,00
S 033	0,41	1,80	1,70	0,29	0,29	54,70
S 034	0,53	2,40	2,00	0,43	0,40	44,00
S 035	1,78	6,00	6,30	3,05	3,10	108,00
S 036	1,26	6,20	7,00	0,60	0,44	103,50
S 037	0,04	2,30	2,30	0,05	0,05	19,00
S 038	1,41	7,50	8,00	0,74	0,55	119,30
S 039	1,80	10,10	7,70	0,59	0,72	102,20
S 040						0,00
S 041		1,50	1,30	0,60	0,50	0,00
S 042	0,08	2,70	3,10	0,12	0,17	36,80
S 043	0,20	1,70	1,60	0,18	0,21	65,80
S 044	2,47	6,00	5,70	3,62	3,27	98,90
S 045	2,25	7,00	6,70	1,60	1,66	107,80
S 046	0,44	3,20	3,20	0,56	0,55	74,50
S 047	0,41	1,70	2,00	0,18	0,18	64,40
S 048	0,11	2,00	2,00	0,06	0,03	35,60
S 049	0,63	2,80	2,80	0,43	0,42	83,20

## Appendix

Nr.:	Herz (g)	Nieren links (cm)	Nieren rechts (cm)	Nieren links (g)	Nieren rechts (g)	GIT (cm)
S 050	1,62	4,70	5,00	4,68	5,13	76,20
S 051	0,95	2,70	2,70	0,61	0,59	84,90
S 052	1,22	7,40	5,00	0,64	0,55	87,10
S 053		4,00		0,98		40,30
S 054	3,53	14,70	10,00	1,80	2,05	152,30
S 055		6,50	7,00	3,90	4,40	169,00
S 056						0,00
S 057	1,22	11,20	10,70	1,57	1,42	118,60
S 058	5,92	8,50		6,97		109,30
S 059	15,83	20,00	22,00	10,39	9,17	335,00
S 060	1,74	18,70	15,30	2,53	2,43	113,50
S 061						0,00
S 062	0,02	0,50	0,90	0,00	0,00	16,00
S 063	0,02	2,60	1,70	0,03	0,01	15,80
S 064	0,01	1,30	0,70	0,04	0,01	19,60
S 065	0,02	2,00	2,00	0,04	0,03	13,00
S 066	0,10	4,40	4,70	0,21	0,25	50,80
S 067	0,24	10,50	7,50	0,22	0,24	83,30
S 068	0,65	5,70	8,50	0,30	0,35	87,60
S 069						0,00
S 070	0,35	4,40	4,00	0,21	0,17	55,10
S 071	1,36	3,40	3,20	1,47	1,43	83,60
S 072	0,23	3,40	3,10	0,52	0,59	52,10
S 073						0,00
S 074	0,77	3,60	3,60	0,71	0,73	59,90
S 075	1,00	3,90	3,50	0,89	0,88	60,60
S 076	0,78	2,90	3,10	0,67	0,72	59,90
S 077	0,63	2,90	2,90	0,77	0,78	54,60
S 078	0,77	3,60	3,40	0,89	0,76	67,30
S 079	0,40	2,80	2,80	0,39	0,38	51,30
S 080	0,52	2,60	2,90	1,08	1,07	66,30
S 081	1,13	4,20	4,00	1,51	1,44	66,80
S 082	1,12	4,60	4,70	1,21	1,28	73,30
S 083	0,01	2,00	2,50	0,01	0,01	21,60
S 084	0,05	2,60	4,00	0,05	0,02	29,70
S 085						
S 086	14,50	12,00	14,10	5,50	6	254,50

## Appendix

Nr.:	GIT (g)	TS GK (g)	Rfe TS GK (g)	Rp GK TS (g)	Ra GK TS (g)	Na fTS GK (g/kg)
S 001	18,65	74,47				
S 002	32,12	169,29				
S 003	9,88	113,59	6,04		33,11	4,39
S 004	36,53	454,25	137,42		74,09	8,62
S 005	0,69	1,13	0,03	0,73		12,48
S 006	23,12	137,34	37,64		22,54	4,30
S 007	9,28	107,93	28,53		13,70	5,57
S 008	0,00					
S 009	21,26	97,94	2,49		25,59	14,63
S 010	32,05	209,48	40,22		46,48	10,88
S 011	3,08	18,12	4,45		2,15	13,14
S 012	12,57					
S 013	4,14	44,10	18,88	20,04	4,00	12,90
S 014	1,08	3,01				
S 015	8,74	33,41	0,76		4,90	11,85
S 016	25,28	94,24				
S 017	2,42	10,23	0,24	7,41	2,01	2,79
S 018	81,05	668,08	20,11	477,41	149,88	7,45
S 019	46,06	306,65	91,85		49,42	11,22
S 020	19,55	254,41				
S 021	1,59	6,38	1,59	3,47	0,96	2,42
S 022	2,06	14,36				
S 023	1,30	14,26				
S 024	1,43	2,16	0,52	1,23	0,24	2,95
S 025	1,58	6,38	0,17	4,00	2,08	8,78
S 026	0,00					
S 027	0,29	1,16				
S 028	0,23	1,12				
S 029	0,00					
S 030	5,18	12,71				
S 031	3,18	14,95				
S 032	6,90	13,14				
S 033	4,34	11,06				
S 034	5,11	12,17				
S 035	24,62	161,48	27,76		31,12	8,08
S 036	8,94	37,99	3,24		7,53	4,47
S 037	0,53	1,05	0,09	0,69		10,41
S 038	12,63					
S 039	11,53	64,28				
S 040	0,00					
S 041	0,00					
S 042	1,99	5,99				
S 043	2,61	12,75				
S 044	27,60	250,24				
S 045	35,65	326,23	110,26		44,16	11,90
S 046	7,26	41,07	4,92		9,99	12,28
S 047	3,39	11,61				
S 048	0,92	5,95				
S 049	10,85	84,50				

## Appendix

Nr.:	GIT (g)	TS GK (g)	Rfe TS GK (g)	Rp GK TS (g)	Ra GK TS (g)	Na ffts GK (g/kg)
S 050	19,22	158,48				
S 051	10,30	70,78	18,69		10,27	10,26
S 052	10,49	97,38				
S 053	12,83					
S 054	53,72	244,32	64,62		43,62	10,21
S 055	0,00					
S 056	0,00					
S 057	10,93	136,81				
S 058	56,70	460,44	108,64		70,50	1,06
S 059	165,04	888,03				
S 060	22,13	107,34				
S 061	0,00					
S 062	0,00	1,07				
S 063	0,36	1,52				
S 064	0,25	0,84	0,17	0,52		16,87
S 065	0,00	0,83				
S 066	1,50	7,02				
S 067	2,80	20,60				
S 068	6,02	34,72				
S 069	0,00					
S 070	5,32	11,85				
S 071	21,77	108,80	11,99		13,64	11,20
S 072	3,76	11,48				
S 073	0,00					
S 074	16,15	77,16				
S 075	15,87	80,35				
S 076	13,88	52,15				
S 077	11,08	41,29				
S 078	12,92	70,61				
S 079	9,43	35,80				
S 080	19,23	70,71			12,37	
S 081	22,90	112,28	7,08		16,56	10,76
S 082	15,67	88,42	2,43			10,75
S 083	0,18	0,65				
S 084	0,74	1,52				
S 085		1,03				
S 086	182,50					

## Appendix

Nr.:	K fTSGK(g/kg)	Ca fTSGK(g/kg)	P fTSGK (g/kg)	Fe fTSGK(mg/kg)	Cu fTSGK(mg/kg)
S 001					
S 002					
S 003	7,10	33,87	73,27	6817,75	37,84
S 004	14,82	17,68	46,36	3920,96	17,85
S 005	7,16	11,79	35,79	379,00	18,25
S 006	6,84	21,83	46,75	963,23	15,11
S 007	8,48	16,77	46,04	3284,72	24,26
S 008					
S 009	13,27	23,72	45,61	3045,10	9,82
S 010	12,27	31,10	64,75	3105,24	17,13
S 011	15,81	12,94	39,37	885,15	16,25
S 012					
S 013	21,27	27,17	72,96	180,31	6,72
S 014					
S 015	16,11	5,32	39,03	2834,04	56,79
S 016					
S 017	6,13	17,38	27,72	161,99	6,24
S 018	9,15	13,05	43,83	151,35	4,07
S 019	13,07	22,97	30,83	1318,29	21,01
S 020					
S 021	4,53	17,82	38,95	209,58	6,61
S 022					
S 023					
S 024	5,39	11,97	30,80	149,38	2,55
S 025	7,65	31,45	55,45	235,90	5,79
S 026					
S 027					
S 028					
S 029					
S 030					
S 031					
S 032					
S 033					
S 034					
S 035	12,76	20,50	50,86	1406,63	25,02
S 036	6,87	17,71	47,41	783,24	43,71
S 037	11,80	5,58	34,96	149,30	5,95
S 038					
S 039					
S 040					
S 041					
S 042					
S 043					
S 044					
S 045	18,40	21,40	43,77	1562,96	38,73
S 046	18,49	22,14	35,02	1867,46	35,61
S 047					
S 048					
S 049					

## Appendix

Nr.:	K ffTSGK(g/kg)	Ca ffTS GK(g/kg)	P ffTS GK (g/kg)	Fe ffTS GK(mg/kg)	Cu ffTS GK(mg/kg)
S 050					
S 051	12,51	19,10	49,69	1179,52	14,88
S 052					
S 053					
S 054	12,24	22,33	52,41	554,84	24,09
S 055					
S 056					
S 057					
S 058	1,75	0,10	9,44	1342,82	4,41
S 059					
S 060					
S 061					
S 062					
S 063					
S 064	16,14	6,44	45,82	178,21	5,62
S 065					
S 066					
S 067					
S 068					
S 069					
S 070					
S 071	15,21	10,71	35,78	618,60	12,77
S 072					
S 073					
S 074					
S 075					
S 076					
S 077					
S 078					
S 079					
S 080					
S 081	14,41	8,53	29,98	434,56	7,49
S 082	13,97	11,79	36,48	534,53	11,41
S 083					
S 084					
S 085					
S 086					



## Appendix

Nr.:	Zn ffTS GK(mg/kg)	Mg ffTS GK(mg/kg)	Na TS GK(g/kg)	K TS GK(g/kg)	Ca TS GK(g/kg)
S 001			3,82	6,41	23,69
S 002			7,92	5,89	9,48
S 003	319,74	2714,77	4,16	6,72	32,07
S 004	349,57	2256,76	6,02	10,33	12,33
S 005	174,60	1670,00	12,13	6,96	11,46
S 006	249,04	2095,95	3,12	4,97	15,85
S 007	297,02	2134,68	4,10	6,24	12,34
S 008					
S 009	302,29	2029,33	14,26	12,93	23,12
S 010	268,95	2102,25	8,79	9,92	25,13
S 011	224,32	2298,34	9,91	11,93	9,76
S 012					
S 013	288,83	2387,27	7,38	12,16	15,54
S 014			19,42	13,69	4,37
S 015	397,98	2049,72	11,58	15,75	5,20
S 016			7,54	8,24	17,74
S 017	211,50	1802,14	2,73	5,99	16,98
S 018	201,90	925,50	7,23	8,87	12,65
S 019	324,71	2360,03	7,86	9,15	16,09
S 020			9,81	9,85	6,54
S 021	214,98	1732,09	1,82	3,40	13,38
S 022			9,22	12,92	8,16
S 023			2,85	6,49	8,42
S 024	165,90	1717,58	2,24	4,09	9,09
S 025	249,70	1930,00	8,55	7,44	30,61
S 026					
S 027					
S 028					
S 029					
S 030			3,69	7,40	15,24
S 031			3,29	10,12	16,30
S 032			12,20	12,57	17,55
S 033			13,13	13,02	16,63
S 034			3,66	6,40	15,63
S 035	350,70	2297,98	6,69	10,57	16,98
S 036	258,54	2021,31	4,09	6,28	16,20
S 037	142,50	1110,00	9,52	10,80	5,10
S 038					
S 039			2,87	5,50	18,16
S 040					
S 041					
S 042			2,47	4,49	19,80
S 043			9,28	12,18	13,22
S 044			8,33	8,84	29,45
S 045	329,48	2091,03	7,88	12,18	14,17
S 046	351,24	2366,76	10,81	16,27	19,48
S 047			3,88	6,78	9,52
S 048			2,28	4,82	11,44
S 049			8,64	12,89	9,05

## Appendix

Nr.:	Zn ffTS GK(mg/kg)	Mg ffTS GK(mg/kg)	Na TS GK(g/kg)	K TS GK(g/kg)	Ca TS GK(g/kg)
S 050			10,49	16,08	11,11
S 051	290,11	2407,63	7,55	9,21	14,06
S 052			5,55	7,55	9,70
S 053					
S 054	326,26	2285,50	7,51	9,01	16,42
S 055					
S 056					
S 057			7,81	14,68	13,52
S 058	100,78	506,50	0,81	1,34	0,08
S 059			12,58	18,47	18,20
S 060			8,75	12,03	19,00
S 061					
S 062					
S 063					
S 064	227,51	1559,46	13,42	12,83	5,12
S 065					
S 066			15,41	5,07	32,06
S 067			11,18	6,89	28,54
S 068			11,43	10,26	17,90
S 069					
S 070			13,19	12,54	20,75
S 071	281,92	1618,49	9,96	13,53	9,53
S 072			13,71	14,73	13,68
S 073					
S 074			11,18	14,13	12,52
S 075			10,25	14,07	12,71
S 076			12,16	14,25	16,94
S 077			11,91	15,14	13,78
S 078			10,91	15,58	11,22
S 079			12,37	14,95	17,58
S 080			11,45	14,53	11,93
S 081	278,84	1465,78	10,08	13,50	7,99
S 082	218,20	1704,82	10,45	13,59	11,47
S 083					
S 084					
S 085					
S 086					

## Appendix

Nr.:	P TS GK(g/kg)	Fe TS GK(mg/kg)	Cu TS GK(mg/kg)	Zn TS GK(mg/kg)	Mg TS GK(mg/kg)
S 001	56,75	2512,00	7,84	284,90	2131,50
S 002	27,66	1464,91	19,41	226,48	1432,23
S 003	69,37	6455,45	35,83	302,75	2570,50
S 004	32,33	2734,82	12,45	243,82	1574,06
S 005	34,79	368,42	17,74	169,73	1623,37
S 006	33,94	699,23	10,97	180,79	1521,50
S 007	33,87	2416,59	17,85	218,52	1570,50
S 008					
S 009	44,46	2967,77	9,57	294,61	1977,80
S 010	52,31	2508,99	13,84	217,30	1698,59
S 011	29,69	667,68	12,26	169,20	1733,67
S 012					
S 013	41,72	103,10	3,84	165,15	1365,00
S 014	48,78	1111,70	38,97	245,11	2243,01
S 015	38,14	2769,56	55,50	388,93	2003,08
S 016	41,83	5783,51	66,00	265,22	1808,09
S 017	27,07	158,20	6,09	206,55	1760,00
S 018	42,52	146,79	3,95	195,82	897,65
S 019	21,60	923,42	14,71	227,45	1653,12
S 020	33,06	1413,40	54,54	398,01	1106,30
S 021	29,23	157,30	4,96	161,35	1300,00
S 022	28,85	229,10	8,95	213,58	2130,79
S 023	32,92	250,16	10,23	196,96	2098,00
S 024	23,41	113,50	1,93	126,05	1305,00
S 025	53,96	229,54	5,63	242,97	1877,98
S 026					
S 027					
S 028					
S 029					
S 030	50,77	653,63	41,86	268,95	2553,00
S 031	43,32	412,86	9,36	228,05	2486,00
S 032	45,58	842,10	15,28	322,33	2339,20
S 033	43,15	1442,77	32,56	311,47	2589,17
S 034	45,77	1364,70	31,24	347,75	2526,00
S 035	42,12	1164,85	20,72	290,42	1902,97
S 036	43,37	716,47	39,98	236,50	1849,00
S 037	31,98	136,56	5,44	130,34	1015,28
S 038					
S 039	51,80	2533,42	25,23	225,42	1930,50
S 040					
S 041					
S 042	55,47	828,35	47,55	435,30	3594,00
S 043	34,43	453,98	32,46	198,06	1766,27
S 044	53,57	7101,25	94,67	289,84	2210,42
S 045	28,98	1034,74	25,64	218,13	1384,34
S 046	30,82	1643,56	31,34	309,12	2082,99
S 047	29,91	207,92	13,87	195,90	1482,00
S 048	39,82	1130,55	56,73	296,10	2562,00
S 049	30,42	1017,13	12,65	173,54	1201,05

## Appendix

Nr.:	P TS GK(g/kg)	Fe TS GK(mg/kg)	Cu TS GK(mg/kg)	Zn TS GK(mg/kg)	Mg TS GK(mg/kg)
S 050	40,54	607,45	10,20	295,83	1475,15
S 051	36,57	868,02	10,95	213,49	1771,80
S 052	35,26	159,32	15,22	173,75	1516,16
S 053					
S 054	38,55	408,10	17,72	239,98	1681,05
S 055					
S 056					
S 057	36,82	903,53	37,58	240,29	1324,09
S 058	7,21	1026,00	3,37	77,01	387,00
S 059	42,74	3339,20	64,74	352,81	1800,83
S 060	53,36	772,50	18,57	382,52	1725,95
S 061					
S 062					
S 063					
S 064	36,43	141,70	4,47	180,90	1240,00
S 065					
S 066	70,39	23973,01	161,61	337,08	2231,57
S 067	62,82	15626,22	154,21	465,90	2663,64
S 068	47,15	4979,75	22,96	318,71	1549,10
S 069					
S 070	51,21	775,29	36,05	287,30	1874,60
S 071	31,84	550,43	11,37	250,86	1440,13
S 072	42,77	458,12	26,55	247,45	1580,16
S 073					
S 074	34,43	659,90	11,43	249,71	1781,66
S 075	38,34	710,51	10,40	257,70	1623,59
S 076	43,85	984,96	18,27	276,66	2107,73
S 077	42,39	790,13	19,28	284,31	1898,95
S 078	35,29	664,30	29,08	263,02	1793,14
S 079	45,77	790,39	22,19	344,49	2224,77
S 080	36,83	646,43	11,74	261,65	1613,07
S 081	28,09	407,15	7,02	261,26	1373,35
S 082	35,47	519,82	11,09	212,19	1657,89
S 083					
S 084					
S 085					
S 086					

## Appendix

Nr.:	Na uS GK(g/kg)	K uS GK (g/kg)	Ca uS GK(g/kg)	P uS GK(g/kg)	Fe uS GK(mg/kg)
S 001	1,13	1,89	6,98	16,73	740,36
S 002	2,36	1,76	2,83	8,25	437,05
S 003	1,64	2,65	12,63	27,32	2542,65
S 004	2,09	3,59	4,28	11,22	949,04
S 005	2,10	1,21	1,99	6,03	63,88
S 006	0,93	1,47	4,71	10,08	207,61
S 007	1,65	2,52	4,98	13,67	975,42
S 008					
S 009	3,38	3,07	5,49	10,55	704,24
S 010	2,74	3,09	7,84	16,32	782,59
S 011	2,15	2,59	2,12	6,44	144,90
S 012					
S 013	2,50	4,12	5,26	14,13	34,92
S 014	4,23	2,98	0,95	10,63	242,14
S 015	2,99	4,06	1,34	9,84	714,80
S 016	2,31	2,52	5,42	12,78	1767,50
S 017	0,61	1,34	3,79	6,04	35,27
S 018	2,26	2,78	3,96	13,32	46,00
S 019	2,67	3,11	5,47	7,33	313,63
S 020	3,92	3,94	2,62	13,22	565,26
S 021	0,50	0,93	3,66	8,01	43,08
S 022	2,58	3,62	2,28	8,08	64,18
S 023	0,81	1,84	2,39	9,34	70,94
S 024	0,14	0,26	0,58	1,50	7,26
S 025	2,31	2,01	8,28	14,60	62,12
S 026					
S 027					
S 028					
S 029					
S 030	0,62	1,25	2,57	8,56	110,15
S 031	0,77	2,36	3,81	10,12	96,43
S 032	2,12	2,19	3,06	7,93	146,60
S 033	2,58	2,56	3,27	8,48	283,53
S 034	0,58	1,01	2,46	7,20	214,80
S 035	2,33	3,69	5,93	14,70	406,54
S 036	1,03	1,59	4,10	10,97	181,19
S 037	2,00	2,27	1,07	6,72	28,69
S 038					
S 039	0,86	1,66	5,47	15,60	762,90
S 040					
S 041					
S 042	0,83	1,51	6,68	18,72	279,52
S 043	2,96	3,89	4,22	10,99	144,96
S 044	3,46	3,67	12,24	22,27	2952,20
S 045	2,54	3,92	4,56	9,32	332,93
S 046	3,19	4,81	5,75	9,10	485,35
S 047	0,80	1,40	1,97	6,18	42,93
S 048	0,84	1,77	4,20	14,62	415,23
S 049	2,98	4,45	3,12	10,49	350,81

## Appendix

Nr.:	Na uS GK(g/kg)	K uS GK (g/kg)	Ca uS GK(g/kg)	P uS GK(g/kg)	Fe uS GK(mg/kg)
S 050	3,09	4,73	3,27	11,92	178,68
S 051	2,57	3,14	4,79	12,46	295,72
S 052	2,08	2,84	3,65	13,25	59,87
S 053					
S 054	2,40	2,88	5,25	12,31	130,37
S 055					
S 056					
S 057	2,93	5,51	5,07	13,81	338,85
S 058	0,27	0,45	0,03	2,40	342,00
S 059	3,07	4,50	4,43	10,41	813,53
S 060	2,67	3,68	5,81	16,32	236,25
S 061					
S 062					
S 063					
S 064	3,15	3,01	1,20	8,55	33,25
S 065					
S 066	4,13	1,36	8,59	18,85	6420,85
S 067	3,66	2,25	9,34	20,55	5111,96
S 068	3,46	3,11	5,42	14,28	1507,78
S 069					
S 070	2,74	2,60	4,31	10,62	160,84
S 071	2,78	3,78	2,66	8,89	153,68
S 072	3,29	3,54	3,29	10,27	110,03
S 073					
S 074	2,62	3,32	2,94	8,08	154,82
S 075	2,61	3,58	3,23	9,76	180,82
S 076	2,64	3,09	3,68	9,52	213,88
S 077	2,59	3,30	3,00	9,23	172,02
S 078	2,61	3,73	2,69	8,45	159,07
S 079	2,66	3,21	3,78	9,84	169,93
S 080	2,68	3,40	2,79	8,62	151,38
S 081	2,70	3,61	2,14	7,52	109,00
S 082	2,63	3,42	2,88	8,92	130,72
S 083					
S 084					
S 085					
S 086					

## Appendix

Nr.:	Cu uS GK(mg/kg)	Zn uS GK(mg/kg)	Mg uS GK(mg/kg)	RK uS (g)	TS RK (g)	Rfe TS RK (g)
S 001	2,31	83,97	628,21	245,54	73,17	10,21
S 002	5,79	67,57	427,30	543,26	165,79	38,19
S 003	14,11	119,25	1012,46	282,74	112,03	5,98
S 004	4,32	84,61	546,23	1279,52	446,80	135,47
S 005	3,08	29,43	281,47	6,4		
S 006	3,26	53,68	451,74	436,46	130,14	34,06
S 007	7,20	88,20	633,91	260,56	106,05	28,35
S 008						
S 009	2,27	69,91	469,32	400,98	95,95	2,38
S 010	4,32	67,78	529,82	659,52	206,99	39,84
S 011	2,66	36,72	376,23	80,62	17,57	4,29
S 012				515,71		
S 013	1,30	55,93	462,27	127,18		
S 014	8,49	53,39	488,56	13,2	2,81	0,14
S 015	14,32	100,38	516,98	124,85	32,42	0,70
S 016	20,17	81,06	552,57	298,39	92,07	28,58
S 017	1,36	46,06	392,44	45,12		
S 018	1,24	61,36	281,27	2096,26		
S 019	5,00	77,25	561,46	881,72	302,32	91,18
S 020	21,81	159,17	442,44	622,2	249,44	28,96
S 021	1,36	44,19	356,05	22,32		
S 022	2,51	59,83	596,87	49,06	13,85	1,81
S 023	2,90	55,85	594,91	48,34	13,87	2,02
S 024	0,12	8,06	83,43	32,42		
S 025	1,52	65,76	508,26	23,17		
S 026						
S 027				5,18	1,13	0,18
S 028				4,5	1,07	0,28
S 029				38,17		
S 030	7,05	45,32	430,24	73,25	12,47	0,20
S 031	2,19	53,26	580,62	61,02	14,31	0,43
S 032	2,66	56,11	407,22	72,16	12,78	0,19
S 033	6,40	61,21	508,82	54,59	10,78	0,16
S 034	4,92	54,74	397,59	75,13	11,92	0,13
S 035	7,23	101,36	664,15	449,93	158,55	27,31
S 036	10,11	59,81	467,60	142,99	36,67	3,14
S 037	1,14	27,38	213,29	4,84		
S 038				137,31		
S 039	7,60	67,88	581,34	207,61	63,00	8,47
S 040						
S 041						
S 042	16,05	146,89	1212,75	16,96	5,79	0,24
S 043	10,37	63,24	563,99	38,53	12,35	2,01
S 044	39,36	120,49	918,94	588,5	246,59	2,95
S 045	8,25	70,18	445,41	994,22	321,19	109,15
S 046	9,26	91,29	615,12	133,2	40,08	4,85
S 047	2,86	40,45	305,99	54,45	11,02	1,69
S 048	20,84	108,75	940,98	15,91	5,84	0,75
S 049	4,36	59,85	414,24	241,86	84,06	30,19

## Appendix

Nr.:	Cu uS GK(mg/kg)	Zn uS GK(mg/kg)	Mg uS GK(mg/kg)	RK uS (g)	TS RK (g)	Rfe TS RK (g)
S 050	3,00	87,02	433,90	519,4	153,84	9,15
S 051	3,73	72,73	603,62	203,18	69,67	18,62
S 052	5,72	65,29	569,72	243,57	91,46	27,63
S 053				446,72		
S 054	5,66	76,66	537,03	751,23	240,79	64,14
S 055				883,51		
S 056						
S 057	14,10	90,12	496,57	354,06	134,12	36,38
S 058	1,12	25,67	129,00	1323,22	443,56	101,53
S 059	15,77	85,96	438,74	3602,77	878,70	67,35
S 060	5,68	116,99	527,85	337,42	104,77	10,89
S 061				791,28		
S 062				3,74	1,05	0,21
S 063				4,17	1,48	0,23
S 064	1,05	42,45	290,95	3,58		
S 065				3,09	0,82	0,15
S 066	43,29	90,28	597,70	25,65	6,86	0,15
S 067	50,45	152,41	871,38	62,31	20,41	0,47
S 068	6,95	96,50	469,04	111,63	33,93	1,57
S 069						
S 070	7,48	59,60	388,90	56,12	11,63	0,32
S 071	3,17	70,04	402,09	379,22	106,52	11,65
S 072	6,38	59,43	379,50	45,84	11,07	0,34
S 073						
S 074	2,68	58,58	417,99	322,88	75,85	2,09
S 075	2,65	65,58	413,19	307,55	78,83	3,99
S 076	3,97	60,08	457,69	234,57	51,34	0,63
S 077	4,20	61,90	413,43	185,21	40,64	0,40
S 078	6,96	62,98	429,37	288,96	69,56	0,97
S 079	4,77	74,06	478,30	163,36	35,33	0,37
S 080	2,75	61,27	377,73	296	69,60	1,69
S 081	1,88	69,94	367,67	403,28	109,78	6,92
S 082	2,79	53,36	416,92	344,42	86,98	2,17
S 083				2,78	0,64	0,03
S 084				8,02	1,48	0,06
S 085				6,62	1,01	0,04
S 086				4891		



## Appendix

Nr.:	Rp RK TS (g)	Ra TS RK (g)	Se (ng/g)ffTS	K (g/kg)ffTS	Na (g/kg)ffTS	Ca (g/kg)ffTS
S 001	42,35	18,68		5,42	2,93	27,21
S 002	92,88	29,27		5,26	7,29	12,01
S 003	70,00	32,60		4,33	2,74	33,69
S 004	227,11	72,26		12,52	7,83	17,52
S 005						
S 006	67,63	21,24		5,23	2,91	21,27
S 007	59,77	13,41		5,55	2,95	16,69
S 008						
S 009	63,54	25,03		11,23	13,13	23,52
S 010	116,14	45,80		10,21	9,47	31,00
S 011	9,75	2,08	456,50	13,21	11,46	12,52
S 012						
S 013						
S 014	2,02	0,74		13,99	19,77	4,56
S 015	24,84	4,75		14,20	10,33	5,21
S 016	45,13	17,23		9,44	9,18	25,56
S 017						
S 018						
S 019	160,02	48,46		10,81	9,45	22,88
S 020	172,52	42,56	289,00	9,71	9,86	7,33
S 021						
S 022	9,14	1,69		12,87	9,70	9,18
S 023	8,82	1,64		5,21	2,15	9,52
S 024						
S 025						
S 026						
S 027	0,72			17,00	10,90	1,95
S 028	0,50			15,06	10,12	1,16
S 029						
S 030	9,32	2,35		6,15	2,67	15,42
S 031	10,78	2,22		7,90	2,41	16,71
S 032	8,66	2,75		10,10	10,05	17,53
S 033	7,91	1,91	1137,50	12,11	12,51	16,81
S 034	8,73	2,27		5,15	2,62	15,70
S 035	101,23	30,45		10,55	6,84	20,39
S 036	23,58	7,26		4,97	2,86	17,51
S 037						
S 038						
S 039	37,02	12,76		4,20	2,01	20,84
S 040						
S 041						
S 042	3,81	1,40		4,01	2,24	20,60
S 043	7,59	1,98		12,34	10,05	15,65
S 044	166,10	59,47		6,77	7,17	29,66
S 045	164,25	43,06	344,00	16,14	10,48	21,28
S 046	24,67	9,74		15,76	10,71	22,00
S 047	7,02	1,40		5,64	2,64	11,02
S 048	3,71	0,90		5,35	2,52	13,10
S 049	41,19	10,55		17,35	11,85	13,94

## Appendix

Nr.:	Rp RK TS (g)	Ra TS RK (g)	Se (ng/g)ffTS	K (g/kg)ffTS	Na (g/kg)ffTS	Ca (g/kg)ffTS
S 050	111,79	26,22		15,15	9,86	10,15
S 051	37,27	10,10		10,11	8,49	19,03
S 052	47,69	11,65		9,07	7,11	13,73
S 053						
S 054	127,39	42,78		10,22	8,39	22,17
S 055						
S 056						
S 057	71,35	20,28		17,63	9,44	18,34
S 058	268,00	66,98				
S 059	629,41	179,79		18,30	12,16	19,57
S 060	69,95	21,84		11,30	8,77	21,08
S 061						
S 062	0,66			21,64	19,79	6,17
S 063	0,97	0,27		15,36	12,19	14,08
S 064						
S 065	0,53			13,61	13,82	5,37
S 066	4,50	3,27		4,99	15,35	32,74
S 067	13,97	8,45		6,69	11,14	29,19
S 068	23,94	7,57		8,68	10,66	18,50
S 069						
S 070	7,51	3,38		12,37	13,18	21,29
S 071	79,67	13,31		12,53	9,83	10,59
S 072	8,20	2,54		12,77	12,29	13,99
S 073						
S 074		12,13		12,68	10,30	12,62
S 075	63,52	13,34		12,62	9,67	13,30
S 076	38,63	9,75	725,50	12,24	10,90	16,99
S 077	36,85	8,59	593,00	13,16	10,92	13,79
S 078	60,78		990,50	13,31	10,00	11,29
S 079	28,44	7,62	918,50	12,88	11,14	17,50
S 080	55,80	12,16	1500,50	13,09	10,41	12,11
S 081	88,52	16,10		12,32	9,51	8,41
S 082	71,03	14,33	439,00	11,80	9,62	11,64
S 083				10,59	17,79	4,73
S 084				12,98	16,53	7,38
S 085	0,93			10,55	19,74	12,56
S 086						

## Appendix

Nr.:	P(g/kg) fTTS	Fe (mg/kg) fTTS	Cu (mg/kg) fTTS	Zn (mg/kg) fTTS	Mg (mg/kg) fTTS	Se (ng/g) TS
S 001	52,39	153,40	4,71	176,53	1667,64	
S 002	24,09	114,22	3,46	168,55	1130,00	
S 003	60,14	125,66	4,52	180,17	2038,90	
S 004	33,66	94,46	3,89	191,90	1390,00	
S 005						
S 006	35,79	133,45	4,02	159,56	1503,45	
S 007	32,06	114,09	3,05	200,22	1453,56	
S 008						
S 009	34,86	95,65	2,95	164,90	1380,00	
S 010	51,95	82,34	3,53	175,40	1540,00	
S 011	29,43	106,60	3,49	115,15	1550,00	99,49
S 012						
S 013						
S 014	43,60	167,50	6,91	163,80	1840,00	
S 015	27,97	133,95	6,75	256,25	1435,00	
S 016	43,04	105,15	4,02	177,40	1665,00	
S 017						
S 018						
S 019	15,80	77,92	3,29	200,30	1485,00	
S 020	27,77	88,13	2,71	359,50	772,50	115,86
S 021						
S 022	22,25	78,47	2,82	145,05	1760,00	
S 023	26,79	99,45	2,33	130,81	1650,55	
S 024						
S 025						
S 026						
S 027	18,43	186,00	3,66	128,70	1200,00	
S 028	14,95	200,90	1,48	119,70	1040,00	
S 029						
S 030	39,21	84,29	3,52	150,29	1789,07	
S 031	31,11	98,12	2,41	130,07	1660,00	
S 032	36,36	112,00	3,09	182,60	1700,00	
S 033	32,56	104,35	4,84	176,85	1770,00	224,62
S 034	34,81	108,84	3,32	195,81	1718,07	
S 035	37,40	78,95	2,35	216,70	1495,00	
S 036	34,78	87,73	1,86	146,06	1279,57	
S 037						
S 038						
S 039	48,66	98,68	1,29	160,19	1542,36	
S 040						
S 041						
S 042	44,66	137,38	7,66	226,17	2987,46	
S 043	29,45	112,70	4,88	148,80	1395,00	
S 044	42,99	74,14	2,64	160,20	1555,00	
S 045	31,50	81,32	3,40	206,15	1360,00	111,13
S 046	23,16	76,85	4,03	198,25	1505,00	
S 047	27,08	133,94	2,27	173,33	1358,27	
S 048	31,35	229,81	2,11	183,50	1853,40	
S 049	31,04	89,31	3,22	173,45	1055,00	

## Appendix

Nr.:	P(g/kg) fTTS	Fe (mg/kg) fTTS	Cu (mg/kg) fTTS	Zn (mg/kg) fTTS	Mg (mg/kg) fTTS	Se (ng/g) TS
S 050	34,66	68,16	2,46	176,75	922,00	
S 051	35,73	78,43	1,70	190,55	1580,00	
S 052	42,09	86,93	1,38	169,35	1615,00	
S 053						
S 054	38,34	65,91	0,85	212,90	1400,00	
S 055						
S 056						
S 057	36,48	102,35	3,23	196,15	1100,00	
S 058						
S 059	36,11	103,10	3,37	204,70	1320,00	
S 060	46,65	107,25	3,40	174,45	1155,00	
S 061						
S 062	32,47	174,60	3,47	167,80	1200,00	
S 063	33,33	149,40	4,53	165,90	1340,00	
S 064						
S 065	29,26	73,53	2,58	91,49	586,00	
S 066	61,37	105,30	5,23	129,70	1535,00	
S 067	52,88	108,75	6,67	219,50	1865,00	
S 068	37,15	121,35	3,48	179,80	1060,00	
S 069						
S 070	45,37	122,40	4,88	197,45	1415,00	
S 071	23,60	60,44	2,22	168,00	890,50	
S 072	32,98	89,03	4,76	163,35	1080,00	
S 073						
S 074	27,21	73,79	2,44	148,20	1100,00	
S 075	28,40	64,11	2,48	168,85	1056,50	
S 076	33,80	91,44	2,52	165,40	1360,00	158,79
S 077	31,09	79,12	2,30	160,25	1165,00	130,12
S 078	23,60	70,18	2,56	148,75	1065,00	238,44
S 079	36,66	87,01	2,61	186,55	1355,00	198,64
S 080	27,09	80,75	2,27	162,15	1024,00	352,82
S 081	19,03	89,93	1,93	165,55	795,00	
S 082	25,41	81,86	1,92	114,30	986,00	110,87
S 083	33,34	183,70	3,88	223,00	929,00	
S 084	32,95	119,65	4,42	206,75	1135,00	
S 085	39,47	103,60	4,98	214,00	1430,00	
S 086						

## Appendix

Nr.:	K (g/kg)TS	Na (g/kg)TS	Ca (g/kg)TS	P (g/kg) TS	Fe (mg/kg) TS	Cu (mg/kg) TS
S 001	4,66	2,52	23,42	45,08	132,00	4,05
S 002	4,05	5,61	9,24	18,54	87,91	2,66
S 003	4,33	2,59	31,89	56,93	118,95	4,28
S 004	8,73	5,46	12,20	23,45	65,82	2,71
S 005						
S 006	3,86	2,15	15,71	26,42	98,53	2,96
S 007	4,07	2,16	12,23	23,49	83,59	2,23
S 008						
S 009	10,95	12,80	22,94	34,00	93,27	2,88
S 010	8,25	7,65	25,03	41,95	66,49	2,85
S 011	9,98	8,67	9,46	22,25	80,58	2,63
S 012						
S 013						
S 014	13,32	18,81	4,34	41,49	159,40	6,58
S 015	13,89	10,10	5,09	27,37	131,06	6,60
S 016	6,51	6,33	17,62	29,68	72,51	2,77
S 017						
S 018						
S 019	7,55	6,60	15,98	11,04	54,42	2,29
S 020	8,59	8,71	6,48	24,55	77,90	2,40
S 021						
S 022	11,19	8,43	7,98	19,34	68,20	2,45
S 023	4,45	1,83	8,14	22,89	84,96	1,99
S 024						
S 025						
S 026						
S 027	14,25	9,14	1,63	15,45	155,88	3,07
S 028	11,15	7,49	0,86	11,07	148,77	1,10
S 029						
S 030	6,05	2,62	15,17	38,57	82,93	3,46
S 031	7,66	2,33	16,20	30,17	95,16	2,34
S 032	9,95	9,90	17,26	35,81	110,30	3,04
S 033	11,93	12,32	16,55	32,06	102,77	4,76
S 034	5,09	2,59	15,54	34,45	107,70	3,28
S 035	8,73	5,66	16,88	30,96	65,35	1,95
S 036	4,54	2,62	16,01	31,80	80,22	1,70
S 037						
S 038						
S 039	3,64	1,74	18,04	42,12	85,42	1,12
S 040						
S 041						
S 042	3,84	2,14	19,76	42,83	131,75	7,34
S 043	10,34	8,41	13,11	24,66	94,38	4,08
S 044	6,69	7,08	29,30	42,47	73,25	2,61
S 045	10,65	6,92	14,05	20,79	53,69	2,25
S 046	13,85	9,41	19,34	20,36	67,56	3,54
S 047	4,77	2,24	9,33	22,92	113,40	1,92
S 048	4,67	2,19	11,42	27,31	200,25	1,84
S 049	11,12	7,59	8,94	19,89	57,23	2,06

## Appendix

Nr.:	K (g/kg)TS	Na (g/kg)TS	Ca (g/kg)TS	P (g/kg) TS	Fe (mg/kg) TS	Cu (mg/kg) TS
S 050	14,25	9,27	9,55	32,60	64,10	2,31
S 051	7,41	6,22	13,94	26,19	57,47	1,25
S 052	6,33	4,97	9,58	29,38	60,67	0,96
S 053						
S 054	7,50	6,15	16,26	28,13	48,35	0,63
S 055						
S 056						
S 057	12,85	6,88	13,37	26,58	74,58	2,35
S 058						
S 059	16,89	11,23	18,07	33,34	95,20	3,11
S 060	10,13	7,86	18,89	41,80	96,10	3,05
S 061						
S 062	17,32	15,84	4,94	25,99	139,78	2,78
S 063	12,97	10,29	11,88	28,14	126,10	3,83
S 064						
S 065	11,12	11,29	4,39	23,90	60,07	2,11
S 066	4,88	15,02	32,03	60,03	103,01	5,11
S 067	6,53	10,89	28,51	51,65	106,22	6,51
S 068	8,28	10,17	17,65	35,43	115,75	3,32
S 069						
S 070	12,02	12,81	20,70	44,11	118,99	4,75
S 071	11,16	8,75	9,43	21,02	53,83	1,98
S 072	12,39	11,92	13,57	31,97	86,32	4,62
S 073						
S 074	12,33	10,02	12,27	26,46	71,75	2,37
S 075	11,99	9,18	12,63	26,96	60,86	2,35
S 076	12,09	10,77	16,78	33,39	90,31	2,48
S 077	13,03	10,82	13,66	30,78	78,33	2,28
S 078	13,12	9,86	11,13	23,27	69,20	2,53
S 079	12,75	11,02	17,32	36,28	86,09	2,58
S 080	12,77	10,16	11,82	26,43	78,78	2,21
S 081	11,54	8,91	7,88	17,83	84,25	1,81
S 082	11,50	9,38	11,35	24,77	79,82	1,87
S 083	10,12	16,99	4,52	31,85	175,44	3,70
S 084	12,42	15,81	7,06	31,51	114,44	4,23
S 085	10,09	18,87	12,01	37,73	99,03	4,76
S 086						

## Appendix

Nr.:	Zn (mg/kg)TS	Mg (mg/kg) TS	Se (ng/g) uS	K (g/kg) uS	Na (g/kg) uS	Ca (g/kg) uS
S 001	151,90	1435,00		1,39	0,75	6,98
S 002	129,73	869,73		1,24	1,71	2,82
S 003	170,55	1930,00		1,71	1,03	12,63
S 004	133,72	968,56		3,05	1,91	4,26
S 005						
S 006	117,80	1110,00		1,15	0,64	4,68
S 007	146,70	1065,00		1,66	0,88	4,98
S 008						
S 009	160,81	1345,80		2,62	3,06	5,49
S 010	141,64	1243,59		2,59	2,40	7,86
S 011	87,04	1171,67	21,68	2,18	1,89	2,06
S 012						
S 013						
S 014	155,88	1751,01		2,83	4,00	0,92
S 015	250,73	1404,08		3,61	2,62	1,32
S 016	122,32	1148,09		2,01	1,95	5,44
S 017						
S 018						
S 019	139,89	1037,12		2,59	2,26	5,48
S 020	317,76	682,80	46,45	3,44	3,49	2,60
S 021						
S 022	126,08	1529,79		3,16	2,38	2,25
S 023	111,75	1410,00		1,28	0,53	2,33
S 024						
S 025						
S 026						
S 027	107,86	1005,68		3,11	2,00	0,36
S 028	88,64	770,15		2,64	1,77	0,20
S 029						
S 030	147,85	1760,00		1,03	0,45	2,58
S 031	126,15	1610,00		1,80	0,55	3,80
S 032	179,83	1674,20		1,76	1,75	3,06
S 033	174,17	1743,17	44,36	2,36	2,43	3,27
S 034	193,75	1700,00		0,81	0,41	2,47
S 035	179,37	1237,47		3,08	2,00	5,95
S 036	133,55	1170,00		1,16	0,67	4,11
S 037						
S 038						
S 039	138,65	1335,00		1,10	0,53	5,47
S 040						
S 041						
S 042	216,90	2865,00		1,31	0,73	6,75
S 043	124,62	1168,27		3,31	2,70	4,20
S 044	158,29	1536,42		2,80	2,97	12,28
S 045	136,10	897,84	35,90	3,44	2,24	4,54
S 046	174,27	1322,99		4,17	2,83	5,82
S 047	146,75	1150,00		0,97	0,45	1,89
S 048	159,90	1615,00		1,71	0,81	4,19
S 049	111,15	676,05		3,86	2,64	3,11

## Appendix

Nr.:	Zn (mg/kg)TS	Mg (mg/kg) TS	Se (ng/g) uS	K (g/kg) uS	Na (g/kg) uS	Ca (g/kg) uS
S 050	166,23	867,15		4,22	2,75	2,83
S 051	139,63	1157,80		2,54	2,13	4,78
S 052	118,19	1127,16		2,38	1,86	3,60
S 053						
S 054	156,19	1027,05		2,40	1,97	5,21
S 055						
S 056						
S 057	142,94	801,59		4,87	2,61	5,06
S 058						
S 059	189,01	1218,83		4,12	2,74	4,41
S 060	156,32	1034,95		3,15	2,44	5,87
S 061						
S 062	134,33	960,66		4,86	4,45	1,39
S 063	140,03	1131,06		4,60	3,65	4,22
S 064						
S 065	74,74	478,71		2,95	3,00	1,16
S 066	126,88	1501,57		1,31	4,02	8,57
S 067	214,40	1821,64		2,14	3,57	9,34
S 068	171,51	1011,10		2,52	3,09	5,36
S 069						
S 070	191,95	1375,60		2,49	2,66	4,29
S 071	149,63	793,13		3,14	2,46	2,65
S 072	158,38	1047,16		2,99	2,88	3,28
S 073						
S 074	144,11	1069,66		2,90	2,35	2,88
S 075	160,31	1003,09		3,07	2,35	3,24
S 076	163,36	1343,23	34,75	2,65	2,36	3,67
S 077	158,66	1153,45	28,55	2,86	2,37	3,00
S 078	146,67	1050,14	57,40	3,16	2,37	2,68
S 079	184,59	1340,77	42,96	2,76	2,38	3,75
S 080	158,20	999,07	82,96	3,00	2,39	2,78
S 081	155,11	744,85		3,14	2,42	2,14
S 082	111,44	961,39	28,00	2,90	2,37	2,87
S 083	212,97	887,23		2,33	3,91	1,04
S 084	197,75	1085,59		2,30	2,93	1,31
S 085	204,57	1366,98		1,54	2,87	1,83
S 086						



## Appendix

Nr.:	P (g/kg) uS	Fe (mg/kg) uS	Cu (mg/kg) uS	Zn (mg/kg) uS	Mg (mg/kg) uS
S 001	13,43	39,33	1,21	45,26	427,62
S 002	5,66	26,83	0,81	39,59	265,42
S 003	22,56	47,13	1,70	67,58	764,72
S 004	8,19	22,98	0,95	46,69	338,22
S 005					
S 006	7,88	29,38	0,88	35,12	330,97
S 007	9,56	34,02	0,91	59,71	433,46
S 008					
S 009	8,14	22,32	0,69	38,48	322,04
S 010	13,17	20,87	0,90	44,45	390,30
S 011	4,85	17,56	0,57	18,97	255,36
S 012					
S 013					
S 014	8,83	33,91	1,40	33,16	372,49
S 015	7,11	34,03	1,71	65,11	364,60
S 016	9,16	22,37	0,86	37,74	354,25
S 017					
S 018					
S 019	3,78	18,66	0,79	47,96	355,60
S 020	9,84	31,23	0,96	127,39	273,73
S 021					
S 022	5,46	19,26	0,69	35,60	432,01
S 023	6,57	24,38	0,57	32,07	404,65
S 024					
S 025					
S 026					
S 027	3,37	34,05	0,67	23,56	219,70
S 028	2,62	35,25	0,26	21,00	182,46
S 029					
S 030	6,57	14,12	0,59	25,17	299,62
S 031	7,08	22,32	0,55	29,58	377,57
S 032	6,34	19,53	0,54	31,85	296,51
S 033	6,33	20,29	0,94	34,39	344,23
S 034	5,47	17,09	0,52	30,74	269,72
S 035	10,91	23,03	0,69	63,21	436,07
S 036	8,16	20,57	0,44	34,25	300,05
S 037					
S 038					
S 039	12,78	25,92	0,34	42,07	405,11
S 040					
S 041					
S 042	14,63	45,00	2,51	74,08	978,58
S 043	7,90	30,25	1,31	39,94	374,47
S 044	17,80	30,69	1,09	66,32	643,78
S 045	6,72	17,34	0,73	43,97	290,05
S 046	6,13	20,33	1,06	52,44	398,09
S 047	4,64	22,95	0,39	29,70	232,75
S 048	10,03	73,50	0,68	58,69	592,81
S 049	6,91	19,89	0,72	38,63	234,97

## Appendix

---

Nr.:	P (g/kg) uS	Fe (mg/kg) uS	Cu (mg/kg) uS	Zn (mg/kg) uS	Mg (mg/kg) uS
S 050	9,66	18,99	0,68	49,24	256,84
S 051	8,98	19,71	0,43	47,88	397,01
S 052	11,03	22,78	0,36	44,38	423,25
S 053					
S 054	9,02	15,50	0,20	50,06	329,20
S 055					
S 056					
S 057	10,07	28,25	0,89	54,15	303,65
S 058					
S 059	8,13	23,22	0,76	46,10	297,27
S 060	12,98	29,84	0,95	48,54	321,35
S 061					
S 062	7,30	39,24	0,78	37,71	269,70
S 063	9,99	44,76	1,36	49,70	401,43
S 064					
S 065	6,34	15,94	0,56	19,83	127,04
S 066	16,06	27,55	1,37	33,93	401,59
S 067	16,92	34,79	2,13	70,23	596,69
S 068	10,77	35,18	1,01	52,13	307,32
S 069					
S 070	9,14	24,66	0,98	39,78	285,07
S 071	5,90	15,12	0,56	42,03	222,79
S 072	7,72	20,85	1,11	38,25	252,88
S 073					
S 074	6,22	16,86	0,56	33,85	251,28
S 075	6,91	15,60	0,60	41,09	257,11
S 076	7,31	19,77	0,54	35,75	293,99
S 077	6,75	17,19	0,50	34,81	253,10
S 078	5,60	16,66	0,61	35,31	252,79
S 079	7,85	18,62	0,56	39,92	289,97
S 080	6,22	18,52	0,52	37,20	234,92
S 081	4,85	22,94	0,49	42,22	202,76
S 082	6,26	20,16	0,47	28,14	242,79
S 083	7,33	40,39	0,85	49,03	204,25
S 084	5,83	21,18	0,78	36,60	200,92
S 085	5,74	15,07	0,72	31,14	208,06
S 086					

## **Danksagung**

Mein Dank gilt Frau Prof. Dr. Ellen Kienzle für die Überlassung des Themas, die effektive Betreuung, die sinnvollen Anregungen und die Korrektur dieser Arbeit.

Desgleichen gilt für Priv. Doz. Frau Dr. Petra Kölle, die mich in allen Reptilienfragen fachlich stets gut beraten hat. Vielen Dank auch für die zur Verfügung gestellte Literatur, Photographien und Korrektur dieser Arbeit.

Ein großer Dank geht an Prof. Hoffmann, allen Händlern, Tierärzten und Privatleuten für die Überlassung ihrer Tiere. Ohne diese Unterstützung wäre diese Arbeit nie möglich gewesen.

An dieser Stelle danke ich herzlich Frau Britta Möllenkamp und ihrer Kollegin Frau Drazenka Smoljan aus der Paläoanatomie für ihre stets fröhliche Hilfsbereitschaft und die zur Verfügung gestellten Aaskäfer.

Für die unersetzliche Unterstützung bei der Laborarbeit möchte ich Herrn Hesselbach und Frau Kleiner ganz herzlich danken; ebenso Frau Stadler und Ihrem „OWF-Team“.

Meinen Freunden möchte ich nur eines sagen: „Ihr seid einfach Klasse! Danke!“

Peter Brenner danke ich dafür, dass er meine seelische Stütze war und alle meine Launen während der Dissertationskrisen klaglos ertragen hat!

Mein besonderer Dank gilt meinem Vater! Ohne ihn wäre ich nie Tierärztin geworden!