

Aus dem Institut für Zoologie
der Tierärztlichen Hochschule Hannover
und dem Zoo Hannover

**Zur Biologie und Haltung der Aldabra-Riesenschildkröte
(*Geochelone gigantea*) und der Galapagos-Riesenschildkröte
(*Geochelone elephantopus*) in menschlicher Obhut unter
besonderer Berücksichtigung der Fortpflanzung**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades einer
DOKTORIN DER VETERINÄRMEDIZIN
(Dr. med. vet.)
durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

Vorgelegt von
Katja Ebersbach
aus Leipzig

Hannover 2001

Wissenschaftliche Betreuung: Univ.-Prof. Dr. K. Wächtler

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. K. Wächtler

2. Gutachter: Privatdozent Dr. M. Böer

Tag der mündlichen Prüfung: 28.11.2001

**Meiner Familie
in Liebe und Dankbarkeit**

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	17
2	LITERATUR	18
2.1	Allgemeines	18
2.1.1	Systematik	18
2.1.1.1	Systematik der Klasse <i>Reptilia</i>	18
2.1.1.2	Fossile Verbreitung von Riesenschildkröten	18
2.1.1.3	Ursprung und Systematik von <i>G. gigantea</i>	19
2.1.1.4	Ursprung und Systematik von <i>G. elephantopus</i>	21
2.1.2	Verbreitungsgebiet und Bestandszahlen	24
2.1.2.1	Verbreitungsgebiet und Bestandszahlen von <i>G. gigantea</i>	24
2.1.2.2	Verbreitungsgebiet und Bestandszahlen von <i>G. elephantopus</i>	25
2.1.3	Anatomische Besonderheiten	29
2.1.3.1	Anatomische Unterschiede zwischen <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	29
2.1.3.2	Anatomie der inneren Organe	30
2.1.3.3	Schildanomalien bei <i>G. gigantea</i>	30
2.1.3.4	Geschlechtsbestimmung	30
2.1.3.5	Körpergröße und -gewicht von <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	30
2.2	Biologie der Riesenschildkröten in ihrer natürlichen Umwelt	32
2.2.1	<i>G. gigantea</i> in ihrer natürlichen Umwelt	32
2.2.1.1	Umweltbedingungen auf dem Aldabra-Atoll	32
2.2.1.2	Ernährung und Wachstum	33
2.2.1.3	Verhalten und Sinnesleistungen	35
2.2.1.4	Fortpflanzung	36
2.2.1.5	Erkrankungen und Mortalität	40
2.2.2	<i>G. elephantopus</i> in ihrer natürlichen Umwelt	41
2.2.2.1	Umweltbedingungen auf den Galapagos-Inseln	41
2.2.2.2	Ernährung und Wachstum	42
2.2.2.3	Verhalten und Sinnesleistungen	43
2.2.2.4	Fortpflanzung	44
2.2.2.5	Erkrankungen und Mortalität	46
2.3	Riesenschildkröten in menschlicher Obhut	47
2.3.1	Haltung und Fütterung	47
2.3.1.1	Haltung von <i>G. gigantea</i>	48
2.3.1.1.1	Bestandsgröße und Geschlechterverhältnis	48
2.3.1.1.2	Außengehege	49
2.3.1.1.3	Innengehege	50
2.3.1.1.4	Management	52
2.3.1.1.5	Gesetzliche Vorschriften zur Haltung	52
2.3.1.1.6	Jungtierhaltung	53
2.3.1.1.7	Private Haltung von <i>G. gigantea</i> auf den Seychellen-Inseln	54
2.3.1.2	Fütterung von <i>G. gigantea</i>	54
2.3.1.3	Größen- und Gewichtszunahmen der Jungtiere	58
2.3.1.4	Haltung von <i>G. elephantopus</i>	58

2.3.1.4.1	Bestandsgröße und Geschlechterverhältnis	58
2.3.1.4.2	Außengehege	59
2.3.1.4.3	Innengehege	60
2.3.1.4.4	Management	60
2.3.1.4.5	Gesetzliche Vorschriften zur Haltung	61
2.3.1.4.6	Jungtierhaltung	61
2.3.1.5	Fütterung von <i>G. elephantopus</i>	62
2.3.1.6	Gewichtszunahmen der Jungtiere	64
2.3.2	Fortpflanzung	65
2.3.2.1	Fortpflanzung von <i>G. gigantea</i>	65
2.3.2.1.1	Übersicht zu Eiablagen und Fortpflanzungserfolgen	65
2.3.2.1.2	Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung	65
2.3.2.1.3	Reproduktionsabläufe im Jahresverlauf	68
2.3.2.1.4	Individuenbezogene Angaben zu reproduzierenden Tieren	68
2.3.2.1.5	Störungen im weiblichen Fortpflanzungsgeschehen	69
2.3.2.1.6	Eiablage, Inkubation und Schlupf	70
2.3.2.1.7	Fortpflanzung in privaten Haltungen auf den Seychellen	72
2.3.2.2	Fortpflanzung von <i>G. elephantopus</i>	74
2.3.2.2.1	Übersicht zu Fortpflanzungserfolgen	74
2.3.2.2.2	Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung	74
2.3.2.2.3	Reproduktionsabläufe im Jahresverlauf	75
2.3.2.2.4	Individuenbezogene Angaben zu reproduzierenden Tieren	76
2.3.2.2.5	Störungen im weiblichen Fortpflanzungsgeschehen	77
2.3.2.2.6	Eiablage, Inkubation und Schlupf	78
2.3.2.3	Einfluss des Haltungsmanagements auf die Fortpflanzungsrate	82
2.3.2.4	Untersuchungen zum Fortpflanzungsgeschehen bei Riesenschildkröten	85
2.3.2.4.1	Untersuchungen bei weiblichen Tieren	85
2.3.2.4.2	Untersuchungen bei männlichen Tieren	92
2.3.2.5	Einflussgrößen der Umwelt auf Reproduktionszyklen	94
2.3.3	Erkrankungen und Todesfälle bei <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	95
2.3.3.1	Juvenile und subadulte Tiere	95
2.3.3.2	Adulte Tiere	96
2.3.4	Schutzstationen und Projekte	97
2.3.4.1	Schutzstationen und Projekte für <i>G. gigantea</i>	97
2.3.4.2	Schutzstationen und Projekte für <i>G. elephantopus</i>	99
3	MATERIAL UND METHODE	103
3.1	Befragung	103
3.1.1	Aufbau des Fragebogens	103
3.1.2	Auswertung	104
3.1.2.1	Deskriptive Auswertung	104
3.1.2.2	Berechnung statistischer Zusammenhänge	105
3.2	Sonographische Untersuchungen der Ovarien bei <i>G. gigantea</i>	107
3.3	Messung der Lichtstärke und UV-Strahlung im Innengehege von <i>G. gigantea</i>	108
3.4	Spermienuntersuchungen an Kloakenabstrichen <i>G. gigantea</i>	109

4	ERGEBNISSE	110
4.1	Ergebnisse der Befragung	110
4.1.1	Teil I: Allgemeine Angaben	110
4.1.1.1	Angaben zu den Tieren	110
4.1.1.2	Angaben zu Haltungsbedingungen im Innengehege	111
4.1.1.3	Angaben zu Haltungsbedingungen im Außengehege	120
4.1.1.4	Fütterung während der Haltung im Innengehege (Winter)	124
4.1.1.5	Fütterung während der Haltung im Außengehege (Sommer)	127
4.1.1.6	Spezielle Haltung und Pflege	130
4.1.1.7	Erkrankungen und Todesursachen	132
4.1.2	Teil II: Fortpflanzungsbezogene Angaben	135
4.1.2.1	Management bzgl. der Fortpflanzung	135
4.1.2.2	Sexualverhalten	136
4.1.2.3	Fortpflanzungserfolge	138
4.1.2.4	Bewertung verschiedener Einflussfaktoren auf die Fortpflanzung	141
4.1.2.5	Berechnung statistischer Zusammenhänge	147
4.1.2.6	Eigene Untersuchungen der Zoologischen Gärten	147
4.2	Ultraschalluntersuchungen im Zoo Hannover	147
4.3	Messung von Lichtintensität und UV-Strahlung	148
4.4	Untersuchung von Kloakenabstrichen auf Spermien	149
5	DISKUSSION	150
5.1	Vorbemerkung	150
5.2	Material und Methode, Kritik der Methoden	150
5.2.1	Befragung	150
5.2.2	Ultraschalluntersuchungen	153
5.2.3	Spermienuntersuchungen	153
5.3	Haltung	153
5.3.1	Tierbestand	154
5.3.2	Haltungsbedingungen	156
5.4	Fütterung	164
5.4.1	Futterzusammensetzung	165
5.4.2	Futtermenge	167
5.4.3	Fütterung und Aktivität	168
5.5	Fortpflanzung	169
5.6	Ausblick	173
6	ZUSAMMENFASSUNG	177
7	SUMMARY	179
8	LITERATURVERZEICHNIS	181

9 ANHANG		201
9.1	Tabellen	201
9.2	Abbildungen	218
9.3	Fragebogen	220
9.4	Liste der in die Untersuchung einbezogenen Halter von <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i> mit Hinweisen auf die klimatischen Verhältnisse	225

Abbildungen im Text

Abbildung 1:	Phänotyp a) "kuppelförmiger Graser" (<i>G. e. vandenburghi</i>) und b) "sattelförmiger Browser" (<i>G. e. abingdoni</i>) nach OBST 1985	22
Abbildung 2:	Aldabra-Atoll, Verbreitungsgebiet von <i>G. gigantea</i>	25
Abbildung 3:	Galapagos-Archipel, Verbreitungsgebiet von <i>G. elephantopus</i>	26
Abbildung 4:	Typische Merkmale von a) <i>G. gigantea</i> und b) <i>G. elephantopus</i>	29
Abbildung 5:	Männliches Exemplar <i>G. gigantea</i> in physiologischem Ernährungszustand	56
Abbildung 6:	Hochgradig adipöses männliches Exemplar von <i>G. gigantea</i>	56
Abbildung 7:	Jungtier von <i>G. gigantea</i> im Alter von ca. 2,5 Jahren mit pyramidaler Carapaxverformung als Folge einer Energieübersorgung und Mangelversorgung mit Vit. D ₃ , Kalzium bzw. fehlerhaftem Ca:P-Verhältnis	57
Abbildung 8:	Adultes Exemplar von <i>G. gigantea</i> mit pyramidaler Carapaxverformung, Ursachenkomplex wie in Abb. 7	57
Abbildung 9:	Paarungsversuch bei <i>G. gigantea</i>	66
Abbildung 10:	Färbung der Jungtiere von <i>G. gigantea</i> beim Schlupf	73
Abbildung 11:	Jungtiere von <i>G. gigantea</i> ca. 4 Wochen alt mit nachgedunkeltem Carapax	73
Abbildung 12:	Durchführung der ultrasonographischen Untersuchung: Schallkopfpositionierung im inguinalen Panzerausschnitt und Lage der weiblichen Geschlechtsorgane bei Schildkröten (modifiziert nach SCHACHT (1902) und MADER (1996))	107
Abbildung 13:	Verteilung der Messpunkte direkt unter dem Dach (UD 1 - UD3) sowie auf Panzerhöhe der Tiere (20 cm über dem Gehegeboden) (MP1 – MP9) im Schildkrötengehege	108
Abbildung 14:	Haltungsdauer Innengehege in Monaten in 64 Haltungen <i>G. gigantea</i>	112
Abbildung 15:	Haltungsdauer Innengehege in Monaten in 25 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	112
Abbildung 16:	Flächenangebot Innengehege/adultes Tier 54 Haltungen <i>G. gigantea</i>	113
Abbildung 17:	Flächenangebot Innengehege/adultes Tier 13 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	114
Abbildung 18:	Bodenbeschaffenheit und Strukturierung Innengehege 58 Haltungen <i>G. gigantea</i> und 19 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	115
Abbildung 19:	Tagesraumtemperatur Innengehege in 54 Haltungen <i>G. gigantea</i>	116
Abbildung 20:	Tagesraumtemperatur Innengehege in 16 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	117
Abbildung 21:	Summe der Monate mit UV-Bestrahlung durch Außenhaltung, täglichen Auslauf oder UV-Strahler im Innengehege 64 Haltungen <i>G. gigantea</i>	118
Abbildung 22:	Summe der Monate mit UV-Bestrahlung durch Außenhaltung, täglichen Auslauf oder UV-Strahler im Innengehege 25 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	119
Abbildung 23:	Relative Luftfeuchte (%) im Innengehege in 37 Haltungen von <i>G. gigantea</i>	120
Abbildung 24:	Flächenangebot Außengehege/adultes Tier 58 Haltungen <i>G. gigantea</i>	121
Abbildung 25:	Flächenangebot Außengehege/adultes Tier 19 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	121
Abbildung 26:	Bodenbeschaffenheit- und strukturierung Außengehege in 67 Haltungen <i>G. gigantea</i> und 26 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	122
Abbildung 27:	Tagesfuttermenge pro adultem Tier während der Innenhaltung (Winter) in 42 Haltungen <i>G. gigantea</i> und in 11 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	125
Abbildung 28:	Tagesfuttermenge pro adultem Tier während der Außenhaltung (Sommer) in 41 Haltungen <i>G. gigantea</i> und in 17 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	128
Abbildung 29:	Prävalenz verschiedener Erkrankungen in 67 Haltungen von <i>G. gigantea</i>	132
Abbildung 30:	Prävalenz verschiedener Erkrankungen 26 Haltungen <i>G. elephantopus</i>	133
Abbildung 31:	Paarungsaktivitäten 45 Haltungen <i>G. gigantea</i> und 12 Haltungen <i>G. elephantopus</i> im Jahresverlauf	137

Abbildung 32: Eiablagen 9 Haltungen <i>G. gigantea</i> und 7 Haltungen <i>G. elephantopus</i> im Jahresverlauf	141
Abbildung 33: Bewertung der Einflussfaktoren „Licht“ und „gutes Wetter“ <i>G. gigantea</i>	142
Abbildung 34: Bewertung der Einflussfaktoren „Gehegegröße“ sowie „besonderer Boden für Kopulationen“ <i>G. gigantea</i>	142
Abbildung 35: Bewertung der Einflussfaktoren „Futterzusammensetzung“ und „Gruppengröße“ <i>G. gigantea</i>	143
Abbildung 36: Bewertung der Einflussfaktoren „Aktivität/Fitness der Schildkröten-Männchen“ und „Geschlechtertrennung“ <i>G. gigantea</i>	143
Abbildung 37: Bewertung der Einflussfaktoren „Licht“ und „gutes Wetter“ <i>G. elephantopus</i>	144
Abbildung 38: Bewertung der Einflussfaktoren „Komfort“ und „Stressvermeidung“ <i>G. elephantopus</i>	144
Abbildung 39: Bewertung der Einflussfaktoren „Futterzusammensetzung“ und „besonderer Boden für Kopulationen“ <i>G. elephantopus</i>	145
Abbildung 40: Bewertung des Einflussfaktors „Geschlechtertrennung“ <i>G. elephantopus</i>	145
Abbildung 41: Bewertung der Einflussfaktoren „Aktivität/Fitness der Schildkröten-Männchen“ sowie „Männchen dominieren physisch über Weibchen“ <i>G. elephantopus</i>	146
Abbildung 42: Sonographischer Ovarbefund (linkes Ovar) und Schemazeichnung einer Gruppe heranreifender Follikel bei <i>G. gigantea</i> („Romina“) Zoo Hannover	148
Abbildung 43: Sonographischer Ovarbefund (linkes Ovar) und Schemazeichnung eines atretischen Follikels bei <i>G. gigantea</i> („Nelly“) Zoo Hannover	148
Abbildung 44: Spermium von <i>G. gigantea</i>	149
Abbildung 45 : <i>G. gigantea</i> beim Browsing im Außengehege	159

Abbildungen im Anhang

Abbildung I : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Innenhaltung (Winter) von <i>G. gigantea</i> (n = 55)	218
Abbildung II : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Innenhaltung (Winter) von <i>G. elephantopus</i> (n = 21)	218
Abbildung III : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Außenhaltung (Sommer) von <i>G. gigantea</i> (n = 59)	219
Abbildung IV : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Außenhaltung (Sommer) von <i>G. elephantopus</i> (n = 24)	219

Tabellen im Text

Tabelle 1:	Taxonomie von <i>G. gigantea</i>	20
Tabelle 2:	Taxonomie von <i>G. elephantopus/nigra</i>	23
Tabelle 3:	Unterartenstatus von <i>G. elephantopus</i> um 1970	27
Tabelle 4:	CDRS Nachzucht und Auswilderung von <i>G. elephantopus ssp.</i>	28
Tabelle 5:	Anatomische Unterschiede von <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	29
Tabelle 6:	Einflüsse von Populationsdichte und Niederschlagsmenge auf die Fortpflanzung von <i>G. gigantea</i>	39
Tabelle 7:	Verzeichnis 1999 in menschlicher Obhut gehaltener <i>G. elephantopus</i>	47
Tabelle 8:	Geschlechterverhältnis bei beschriebenen Haltungen von <i>G. gigantea</i>	48
Tabelle 9:	Größen- und Gewichtszunahmen der Jungtiere von <i>G. gigantea</i>	58
Tabelle 10:	Geschlechterverhältnis bei beschriebenen Haltungen von <i>G. elephantopus</i>	58
Tabelle 11:	Gewichtszunahmen der Jungtiere von <i>G. elephantopus</i>	64
Tabelle 12:	Inkubationstemperaturen und -zeiten für <i>G. gigantea</i>	71
Tabelle 13:	Inkubationstemperaturen und -zeiten für <i>G. elephantopus</i>	80
Tabelle 14:	Fertilitäts- und Schlupfraten verschiedener Haltungen von <i>G. elephantopus</i>	81
Tabelle 15:	Haltungen von <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i> mit Geschlechtertrennung mit zeitlichen Angaben	83
Tabelle 16:	Physiologie der Sexualhormone bei Schildkröten bzw. bei Reptilien	88
Tabelle 17:	Saisonaler Verlauf ausgewählter Sexualsteroiden und von Ca ²⁺ im Serum weiblicher <i>G. elephantopus</i>	90
Tabelle 18:	Saisonaler Verlauf von Testosteron und Corticosteron im Serum männlicher <i>G. elephantopus</i>	94
Tabelle 19:	Beleuchtungsdauer im Innengehege in 40 Haltungen von <i>G. gigantea</i> und 9 Haltungen von <i>G. elephantopus</i>	118
Tabelle 20:	Fütterungsfrequenz während der Innenhaltung (Winter) in 59 Haltungen von <i>G. gigantea</i> und in 20 Haltungen von <i>G. elephantopus</i>	124
Tabelle 21:	Fütterungsfrequenz während der Außenhaltung (Sommer) in 65 Haltungen von <i>G. gigantea</i> und in 25 Haltungen von <i>G. elephantopus</i>	127
Tabelle 22:	Maßnahmen der Aktivitätsbeeinflussung und deren Erfolge in Haltungen von <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	130
Tabelle 23:	Todesursachen und Sektionsbefunde innerhalb der letzten 5 Jahre in 67 Haltungen von <i>G. gigantea</i> und in 26 Haltungen von <i>G. elephantopus</i>	134
Tabelle 24:	Vergleich gesetzlicher Vorgaben der BRD sowie der Schweiz und Liechtensteins mit aktuellen Haltungen in Bezug auf das pro Tier verfügbare Flächenangebot	157

Tabellen im Anhang

Tabelle I:	Fütterungsangaben einzelner Haltungen zu <i>G. gigantea</i>	201
Tabelle II:	Fütterung der Jungtiere von <i>G. gigantea</i>	202
Tabelle III:	Fütterungsangaben einzelner Haltungen zu <i>G. elephantopus</i>	203
Tabelle IV:	Fütterung der Jungtiere von <i>G. elephantopus</i>	204
Tabelle V:	Nachzuchterfolge bei <i>G. gigantea</i>	205
Tabelle VI:	Nachzuchterfolge bei <i>G. elephantopus</i>	206
Tabelle VII :	Angaben zur Raumtemperatur _{Nacht} sowie Bodentemperatur _{Tag u. Nacht} bei <i>G. elephantopus</i>	207
Tabelle VIII :	Angaben zur Raumtemperatur _{Nacht} sowie Bodentemperatur _{Tag u. Nacht} bei <i>G. gigantea</i>	208
Tabelle IX:	Verzeichnis aller gefütterten Gemüse- und Grünfütterarten	209
Tabelle X:	Verzeichnis aller gefütterten Obstarten	210
Tabelle XI :	Bedeutung weiterer Futtermittel („Sonstiges“) in der Ernährung von <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	211
Tabelle XII :	Futtermittelpräferenzen bei <i>G. gigantea</i> und <i>G. elephantopus</i>	212
Tabelle XIII :	Liste der zur Ergänzung des Vitamin- und/oder Mineralstoffgehaltes verwendeten Präparate	213
Tabelle XIV :	Bewertung vorgegebener Einflussfaktoren auf die Fortpflanzung, Angaben von 37 Haltern von <i>G. gigantea</i>	214
Tabelle XV :	Bewertung vorgegebener Einflussfaktoren auf die Fortpflanzung, Angaben von 10 Haltern von <i>G. elephantopus</i>	215
Tabelle XVI :	UV-Durchlässigkeit des Daches des Innengeheges von <i>G. gigantea</i> im Zoo Hannover	216
Tabelle XVII :	Ergebnisse der Licht-, UV-A und UV-B-Strahlungsmessungen auf Panzerhöhe der Tiere sowie errechnete UV-Intensitäten aus dem Innengehege von <i>G. gigantea</i> im Zoo Hannover	216
Tabelle XVIII :	Anteil der Lichtintensität, UV-A- und UV-B-Strahlungsintensität auf Panzerhöhe der Tiere im Innengehege im Vergleich zum Außengehege	217

Abkürzungen

Es werden die offiziellen Abkürzungen für chemische Elemente und physikalische Größen einschließlich Einheiten verwendet, darüberhinaus die folgenden:

A	Außengehege
B	bewölkt
BMELF	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
CPL	Carapax-Länge
sCPL	straight Carapax length, gerade Carapax-Länge
cCPL	curved Carapax length, gebogene Carapax-Länge
EA	Eiablage
F	Fläche (m ²)
FA	Futteranteil (%)
FM	Futtermenge (kg)
FR	Fertilitätsrate (%)
<i>G. e.</i>	<i>Geochelone elephantopus</i>
<i>G. g.</i>	<i>Geochelone gigantea</i>
I	Innengehege
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, The World Conservation Union, Weltnaturschutzunion
ISIS	International Species Information System
k. A.	keine Angabe
Mw	arithmetischer Mittelwert
RZ	Regenzeit
S	sonnig
SD	Standartabweichung
SL	Schlüpfling
SR	Schlupfrate (%)
TS	Trockensubstanz
TZ	Trockenzeit
US	Ursprungssubstanz
WA	Washingtoner Artenschutzabkommen
Z	Züchter, Haltung mit Nachzuchterfolg
∅	Durchmesser

Verzeichnis der zitierten Zoos und Haltungen

CDRS	Charles Darwin Research Station, Santa Cruz, Galapagos-Inseln
Dreher Park Zoo	Dreher Park Zoo, Florida, USA
Gladys Porter Zoo	Gladys Porter Zoo, Brownsville, Texas, USA
Hirakawa Zoo	Hirakawa Zoo, Kagoshima, Japan
Honolulu Zoo	Honolulu Zoo, Hawaii
Izu-Andyland Aquarium	Izu-Andyland Aquarium, Japan
Loro Park	Loro Park, Teneriffa, Spanien
Portal	Captive Bred Wildlife Foundation, Portal, Arizona, USA
Sedgwick County Zoo	Sedgwick County Zoo, Wichita, Kansas, USA
LFBS Seffner	Life Fellowship Bird Sanctuary Seffner, Florida, USA
St. Catherines Island	St. Catherines Wildlife Survival Center, St. Catherines Island, Georgia, USA
Stanford	Institute for Herpetological Research, Stanford, Kalifornien, USA
Sydney	Taronga Zoo, Sydney, Australien
Zoo Rotterdam	Zoo Rotterdam, Niederlande

1 Einleitung

Aldabra-Riesenschildkröten (*Geochelone gigantea*, Schweigger 1812) und Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone elephantopus*, Harlan 1827) sind schon seit ihren ersten Importen im 19. Jahrhundert sehr beliebte und schauattraktive Tiere in Zoos und Tierparks der ganzen Welt.

Geochelone elephantopus lebt ausschließlich auf den Galapagos-Inseln. Der gesamte Bestand dieser Art wird auf lediglich 10.000 bis 15.000 Tiere geschätzt und ist akut vor allem durch verwilderte Haustiere und zunehmenden Tourismus bedroht (PRITCHARD 1996). *Geochelone gigantea* besiedelt das Aldabra-Atoll. Bei einer gegenwärtigen Populationsstärke von etwa 100.000 Tieren ist diese Spezies bisher nicht gefährdet. Beide endemischen Inselformen sind allerdings auf jeweils sehr kleine Verbreitungsgebiete beschränkt. Naturkatastrophen, Seuchen oder anthropogene Eingriffe können somit in beiden Fällen zu einer schlagartigen Gefährdung der gesamten Wildpopulation führen.

In einer solchen Situation wäre eine erfolgreiche Nachzucht dieser ungewöhnlichen Tiere nicht nur für Tiergartenbiologen, sondern auch zur Arterhaltung von großem Interesse. Bei Galapagos-Riesenschildkröten konnten in einem Schutzprojekt der Charles Darwin Research Station (CDRS) auf Galapagos gute Nachzuchtergebnisse erzielt werden (MAC FARLAND u. REEDER 1975, SMITH 1978, SWINGLAND 1989b, CAPORASO 1990, SCHRAMM 1998). Fortpflanzungserfolge beider Arten in menschlicher Obhut außerhalb der Verbreitungsgebiete sind dagegen bisher nur vereinzelt gelungen, ohne dass die dafür bestimmenden Faktoren genauer bekannt sind.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, den Kenntnisstand zu Lebensweise und Haltung dieser beiden Riesenschildkrötenarten unter besonderer Berücksichtigung der Reproduktionsbiologie darzustellen. Mit Hilfe einer Befragung von Haltern und Züchtern wurde der Status Präsens der weltweiten Haltungen von Riesenschildkröten, deren Nachzuchterfolge sowie die für die Zucht entscheidenden Faktoren ermittelt. Diese Angaben werden durch Studien an *Geochelone gigantea* im Zoo Hannover ergänzt, die Ultraschalluntersuchungen der ovariellen Funktionskörper, Spermienuntersuchungen von Kloakenabstrichen sowie Licht- und UV-Messungen im Innengehege umfassen.

2 Literatur

2.1 Allgemeines

2.1.1 Systematik

2.1.1.1 Systematik der Klasse *Reptilia*

Die Zuordnung der Ordnung *Chelonia* mit den beiden rezenten Unterordnungen *Cryptodira* und *Pleurodira* innerhalb der Klasse *Reptilia* ist umstritten. Oft werden sie mit den fossilen Cotylosauriern zu den Anapsiden zusammengefasst. Sie stellen eine von den übrigen Reptilien sehr lange getrennte eigene Entwicklungslinie dar (STARCK 1978, STORCH u. WELSCH 1997).

Die *Pleurodira* (Halswender) verbergen ihren Kopf seitlich unter dem Panzer, die *Cryptodira* (Halsberger) hingegen ziehen durch eine s-förmige Krümmung des Halses ihren Kopf vertikal unter dem Panzer ein. Zu den *Pleurodira* gehören nur wenige Arten (Süßwasserschildkröten auf der Südhalbkugel) in 2 Familien. Die meisten Arten auf allen Kontinenten sind *Cryptodira* mit 11 Familien (OBST 1985).

Die Familie der *Testudinidae* (Landschildkröten) bildet mit den *Emydidae* (Sumpfschildkröten) die Überfamilie der *Testudinoidea* (Landschildkröten-Verwandte) (OBST 1985). Innerhalb der *Testudinidae* gibt es 14 Gattungen. Zur Gattung *Geochelone* zählen die beiden in dieser Arbeit näher beschriebenen Arten *Geochelone gigantea* (Aldabra-Riesenschildkröte) und *Geochelone elephantopus* (Galapagos-Riesenschildkröte).

2.1.1.2 Fossile Verbreitung von Riesenschildkröten

Während die *Squamata* als moderne Reptilien gelten, werden die *Rhynchocephalia*, *Crocodylia* und die *Testudines* teilweise als „lebende Fossilien“ bezeichnet (OBST 1985). Die von PRITCHARD (1979) beschriebene größere Diversität der *Testudinides* in früheren geologischen Zeiten wird von OBST (1985) der Tatsache zugeschrieben, dass aufgrund der besseren Fossilierbarkeit von Schildkröten (Skelett und Hornpanzer) gegenüber anderen Tieren (nur Skelett) von diesen mehr Funde vorliegen.

Zahlreiche Fossilienfunde belegen die weite Verbreitung von Riesenformen der Landschildkröten, die sich ab dem Tertiär entwickelten und außer Australien und der Antarktis alle Kontinente besiedelten. Als Beispiele seien Exemplare der Gattung *Manauria*, aus dem Geiseltal bei Halle (Carapaxlänge [CPL] um 120 cm) und *Megalochelys/Colossochelys atlas* aus Ablagerungen des Pleistozän in Indien und auf den Großen Sunda-Inseln/Malaiischer Archipel (CPL um 250 cm) genannt. Weitere fossile Landschildkröten zwischen 95 cm und 250 cm Carapaxlänge aus dem Pleistozän wurden auf Samos/Griechenland, auf Malta, bei Zürich und auf Kuba

gefunden. Ab dem Eozän liegen zahlreiche Funde aus Nordamerika vor (AUFFENBERG 1974, PRITCHARD 1979, OBST 1985, HONEGGER 1999).

Mesozoikum (Erdmittelalter)				
Evolution der Reptilien beginnt vor 250 Mio.	Tertiär vor 60 Mio.	Eozän vor 55 Mio.	Pleistozän vor 7,5 Mio. Jahren	Gegenwart

2.1.1.3 Ursprung und Systematik von *G. gigantea*

Ursprung

Der geographische Ursprung der Aldabra-Riesenschildkröten und verwandter Spezies ist umstritten. Nachweislich haben auf ca. 20 Inseln des Indischen Ozeans vor der Ostküste Afrikas bis ins 18. Jahrhundert Riesenschildkröten gelebt (BOUR 1984). Für die Seychellen-Inseln und das Aldabra-Atoll (s. Abb. 2) kommen verschiedene Besiedlungswege in Frage.

Die Besiedlung der Seychellen und Aldabras von Madagaskar aus (ARNOLD 1979) wurde ebenso vermutet wie die Entstehung der Gattung auf den Seychellen, die Besiedlung Madagaskars von dort aus und Besiedlung der anderen Inseln von Madagaskar aus (BOUR 1984). Dabei sei das Aldabra-Atoll, welches in den letzten 150.000 Jahren drei mal unter dem Meeresspiegel versunken war, mehrfach von Madagaskar aus besiedelt worden. Auf Madagaskar fehlen jedoch fossile Funde, welche die vermutete Verwandtschaft belegen können.

Nach aktuellem Stand, basierend auf morphologischen Analysen, wird davon ausgegangen, dass sich die Gattung *Dipsochelys* auf den Seychellen entwickelte und von dort aus die anderen Inseln besiedelte. So stammten auch die Riesenschildkröten Madagaskars und der Komoren von ihnen ab. Die Komoren haben mit 400 km die kürzeste Entfernung zu Aldabra und sind während der Überflutung des Atolls nicht unter den Meeresspiegel gesunken. Aus diesen Gründen könnten sie als mehrfacher Ausgangspunkt der Besiedlung Aldabras angesehen werden (GERLACH 1996). Funde auf den Komoren bestätigen diese Hypothese (BOUR 1994).

Systematik

Die systematische Einordnung und Taxonomie der Aldabra-, Seychellen-, Madagassischen- und Maskarenen-Riesenschildkröten wurde in den vergangenen Jahrzehnten wiederholt diskutiert (ARNOLD 1979, PRITCHARD 1979, BOUR 1984, GERLACH 1996).

Beispielsweise werden innerhalb der Gattung *Dipsochelys* 8 verschiedene Arten (ROTHSCHILD 1915) bzw. nur eine Art *G. gigantea* mit großer morphologischer Variabilität (ARNOLD 1979) oder auch eine Seychellen-Art *G. sumeirei* und eine Aldabra-Art *G. gigantea* (PRITCHARD 1979) oder drei Gruppen innerhalb der Gattung *Dipsochelys* (Madagassische Riesenschildkröten z. B. *D. grandidieri* †, Riesenschildkröten von den Granitinseln wie z. B. *D. arnoldi* † und solche von den südlichen angehobenen Atollen *D. elephantina*) unterschieden (BOUR 1984). Die

morphologische Unterscheidung der einzelnen Arten erfolgte in unterschiedlicher Weise nach: Panzermaßen und -proportionen, Panzerform (kuppelförmig vs. gestreckte Form), Carapaxaufwölbungen, Panzerfärbung, Panzerdicke, Ankylosen, Vorhandensein eines Nackenschildes oder Schädelmorphologie.

Nach neusten Untersuchungen, welche 7 osteologische Schädelmerkmale einbeziehen, wird die Gattung *Dipsoschelys* in madagassische Arten (*D. abrupta* †, *D. grandidieri* †), eine Aldabra-Art (*D. dussumieri*) und Seychellen-Arten (*D. hololissa*, *D. arnoldi*, *D. daudinii* †) unterteilt. Die morphologischen Analysen ergeben auch neue phylogenetische Zusammenhänge. Die madagassischen Arten sind demnach eine eigene Gruppe, die Aldabra-Art ist enger verwandt mit den Seychellen-Arten, und sowohl madagassische als auch Aldabra-Riesenschildkröten haben sich wahrscheinlich aus Seychellen-Riesenschildkröten entwickelt (GERLACH 1996). Der Bestimmungsschlüssel der 6 Spezies ist bei GERLACH und CANNING (1998) beschrieben.

Die genetischen Analysen zeigen jedoch keine genetische Variation der rezenten Arten dieser Gattung. Als Ursache wird die erst vor 15.000 Jahren stattgefunden Besiedlung der Seychellen vermutet, durch die die Seychellen-Arten entstanden. In diesem Zeitraum hätte sich eine morphologische, nicht aber eine molekulare Evolution vollziehen können (GERLACH pers. Mitt. 2001).

Für die Art bzw. Gattung liegen keine Untersuchungen zur näheren Verwandtschaft mit den Landschildkröten der Kontinente vor. Jedoch weisen GAYMER (1967), ARNOLD (1979) und COE (1995) darauf hin, dass Riesenformen bei der Inselbesiedlung einen Vorteil hatten (s. *G. elephantopus*), dass aber Hinweise auf eine Größenzunahme der Art nach der Besiedlung der Inseln fehlen.

Die wichtigsten derzeit verwendeten taxonomischen Einordnungen für *G. gigantea* sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Taxonomie von *G. gigantea*

Taxonomie	WA 1985	IVERSON 1992	GERLACH 1998
Ordnung	<i>Testudines</i>	<i>Testudines</i>	<i>Testudines</i>
Familie	<i>Testudinidae</i>	<i>Testudinidae</i>	<i>Testudinidae</i>
Gattung	<i>Geochelone</i>	<i>Geochelone</i>	<i>Dipsoschelys</i>
Arten	<i>G. gigantea</i>	<i>G. gigantea</i>	<i>D. dussumieri</i> <i>D. daudinii</i> <i>D. hololissa</i> <i>D. abrupta</i> <i>D. grandidieri</i> <i>D. arnoldi</i>
Unterarten	<i>G. g. gigantea</i> <i>G. g. daudinii</i> <i>G. g. elephantina</i>		

2.1.1.4 Ursprung und Systematik von *G. elephantopus*

Ursprung

Der Galapagos-Archipel liegt im Pazifischen Ozean westlich von Ecuador. Da er nie eine direkte Verbindung zum Festland besaß, sind seine Inseln vom 1000 km entfernten Südamerika aus wahrscheinlich mit dem starken Humboldt-Strom besiedelt worden, der von der Westküste Südamerikas auf Höhe des Äquators in Richtung Westen fließt (PRITCHARD 1996).

Entgegen der Auffassung, dass kleinere Vorfahren auf Treibholz eventuell nach einer ökologischen Katastrophe angeschwemmt wurden und sich auf den Inseln zu Riesenformen entwickelten (OBST 1985), erscheint eine zweite Theorie wahrscheinlicher. Die einst weltweit verbreiteten Riesenformen besaßen bei der Besiedlung von Inseln durch Mittreiben in Meeresströmungen Vorteile gegenüber kleineren Arten. Dazu zählen größere Fettreserven als Energiespeicher, ein längerer, weiter aus dem Wasser ausstreckbarer Hals und ein für Erkundungen zerklüfteten Terrains besser geeigneter Körperbau (PRITCHARD 1996, CACCONE et al. 1999). Außerdem sind die Inseln geologisch gesehen relativ jung. Die Entwicklung von Riesenformen nehmen dagegen einen viel größeren Zeitraum in Anspruch. Möglicherweise war die Tendenz bei der Spezialisierung der verschiedenen Unterarten unter schwierigeren Umweltbedingungen eher eine Verkleinerung des Körpers, gepaart mit einer zweckmäßigen Ausformung des Panzers sowie verlängerten Extremitäten. Zu bedenken ist jedoch die dem entgegen wirkende sexuelle Selektion, da sich die stärksten und somit in der Regel größten Männchen fortpflanzen (PRITCHARD 1996).

Verwandtschaft zu Landschildkröten des Festlandes

Nach früheren Vermutungen zu einer direkten Verwandtschaft mit der Argentinischen Landschildkröte (*G. chilensis*) (WILLIAMS 1960) oder zu gemeinsamen Vorfahren mit dieser Spezies (AUFFENBERG 1971, MARLOW u. PATTON 1981, PRITCHARD 1996) liegen nun Ergebnisse genetischer Untersuchungen vor. Analysen der mitochondrialen DNA von Blut- und Hautprobenmaterial bestätigen *G. chilensis* (CPL ca. 43 cm) als nächste lebende Verwandte (CACCONE et al. 1999). Sie werden jedoch nicht als direkte Vorfahren von *G. elephantopus* angesehen, sondern sollen mit diesen gemeinsame großwüchsige Vorfahren besitzen.

Die Aufspaltung von *G. chilensis* und *G. elephantopus* soll zwischen 6 und 12 Millionen Jahre zurückliegen, noch vor der Entstehung der ältesten bekannten Inseln des Archipels (San Cristobal, Espanola vor 5 Mio. Jahren) (CACCONE et al. 1999).

Systematik

Auf den einzelnen Galapagos-Inseln bildeten sich nach separater Besiedlung unabhängig voneinander entsprechend der Umweltbedingungen verschiedene körperliche Merkmale aus, was zur Entstehung der Unterarten führte.

Auf größeren Inseln mit kühlem, feuchtem und somit vegetationsreichem Habitat im Hochland, auf denen weniger Konkurrenz um Nahrung besteht, entstanden Unterarten des großen, kuppelförmigen Phänotyps. Sie sind „Graser“, also Grasfresser. Auf kleinen, flachen Inseln mit aridem Klima und größerer Nahrungskonkurrenz entwickelten sich die sattelrückenförmigen Unterarten. Sie sind „Browser“, also

Blätterfresser. Das Zusammenspiel ihrer vorderen Aufwölbung des Carapax, des verhältnismäßig höheren Halsansatzes, des längeren Halses und der längeren Beine dienen einer größeren vertikalen Reichweite beim Fressen und bei der Imponierstellung. Inseln, die beide Habitattypen beherbergen, führten zur Entstehung von Unterarten des intermediären Phänotyps, die anatomisch zwischen den beiden oben genannten stehen (SCHRAMM 1998).

Dementsprechend erfolgte die erste Unterscheidung der Unterarten von *G. elephantopus* anhand einer Vielzahl morphologischer Merkmale: Panzerform (kuppelförmig vs. sattelrückenförmig), Panzermaße und -proportionen, Maximalgröße adulter Tiere, Hals- und Gliedmaßenlänge, Aufwölbung des Carapax über Hals, Vorderbeine, Schwanz und Hinterbeine, Vorwölbung der Marginalschilder, Prominenz von Jahresringen, Panzerfarbe, Farbbesonderheiten der Haut sowie osteologischer Merkmale (GÜNTHER 1877, VAN DENBURGH 1914, FRITTS 1984).

In Abbildung 1 sind die beiden Phänotypen "kuppelförmiger Graser" und "sattelförmiger Browser" in wichtigen morphologischen Merkmalen gegenübergestellt.

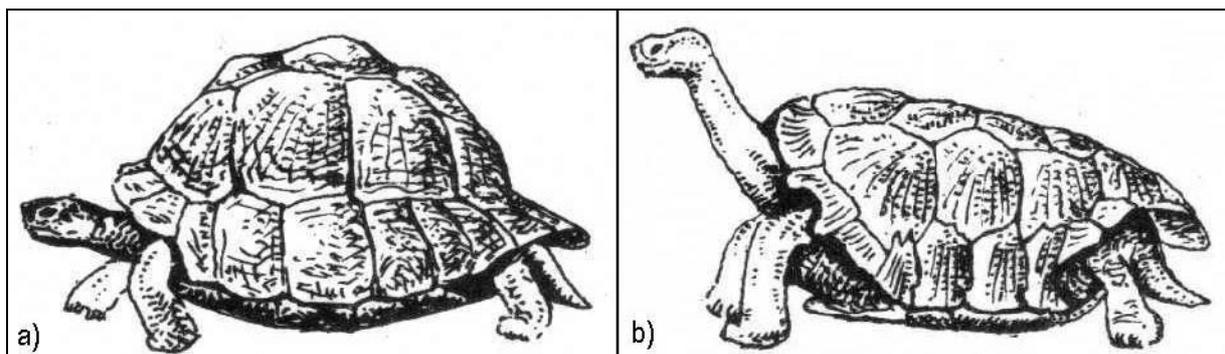


Abbildung 1: Phänotyp a) "kuppelförmiger Graser" (*G. e. vandenburghi*) und b) "sattelförmiger Browser" (*G. e. abingdoni*) nach OBST 1985

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Unterarten liefern ERNST und BARBOUR (1989) sowie PRITCHARD (1996). Zur geographischen Lage der Inseln des Galapagos-Archipels und Verbreitung der verschiedenen Unterarten sei auf die Abbildung 3 verwiesen.

Die phänotypischen Unterschiede wurden sowohl als rein umweltbedingte Anpassung (FRITTS 1984) als auch als Folge verschiedener Erbanlagen bei großer Variabilität innerhalb einer Population (Unterart) diskutiert (OBST 1985). Biochemische Untersuchungen ergaben, dass die Unterarten nicht zu differenzieren sind, da die mittels Gelelektrophorese untersuchten Proteine gleiche Bandenmuster zeigten (MARLOW u. PATTON 1981).

Genetischen Untersuchungen zufolge bestehen jedoch signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Unterarten von *G. elephantopus*, deren Aufspaltung vor etwa 2 Millionen Jahren begann. Eine Ausnahme bilden die fünf Unterarten auf der Insel Isabela. Die nördliche Unterart (*G. e. becki*) zeigt signifikante Unterschiede zu

den vier anderen und ist Geschwister-Taxon zu *G. e. darwini* von der benachbarten Insel San Salvador. Die vier südlicheren Unterarten sind voneinander nicht signifikant zu unterscheiden und stellen Geschwister-Taxa zu *G. e. porteri* von der benachbarten Insel Santa Cruz dar. Dies weist auf eine möglicherweise separate Besiedlung von der jeweiligen nördlichen oder südlichen Nachbarinsel hin. Da die Insel Isabela erst 500.000 Jahre alt ist, bildeten sich bei den Unterarten gemeinsamen Besiedlungsursprungs vielleicht noch keine signifikanten genetischen Unterschiede heraus (CACCONI et al. 1999).

Die ähnlich wie bei *G. gigantea* zahlreichen taxonomischen Einordnungen für *G. elephantopus* werden ausführlich von IVERSON (1992), WERMUTH und MERTENS (1996) sowie PRITCHARD (1996) zusammengefasst. In der Tabelle 2 sind die wichtigsten heute benutzten taxonomischen Einordnungen für *G. elephantopus/nigra* dargestellt.

Tabelle 2: Taxonomie von *G. elephantopus/nigra*

Taxonomie	WA 1985	IVERSON 1992	PRITCHARD 1996
Ordnung	<i>Testudines</i>	<i>Testudines</i>	<i>Testudines</i>
Familie	<i>Testudinidae</i>	<i>Testudinidae</i>	<i>Testudinidae</i>
Gattung	<i>Geochelone</i>	<i>Geochelone</i>	<i>Geochelone</i>
Untergattung			<i>Chelonoides</i>
Art	<i>Geochelone elephantopus</i>	<i>Geochelone nigra</i>	<i>Geochelone (Chelonoidis) nigra</i>
Unterarten	<i>G. e. elephantopus</i> <i>G. e. abingdoni</i> <i>G. e. becki</i> <i>G. e. chathamensis</i> <i>G. e. darwini</i> <i>G. e. ephippium</i> <i>G. e. guentheri</i> <i>G. e. hoodensis</i> <i>G. e. microphyes</i> <i>G. e. nigrita (= porteri)</i> <i>G. e. phantastica</i> <i>G. e. vandenburghi</i>	<i>G. n. abingdonii</i> <i>G. n. becki</i> <i>G. n. chathamensis</i> <i>G. n. darwini</i> <i>G. n. ephippium</i> <i>G. n. guntheri</i> <i>G. n. hoodensis</i> <i>G. n. microphyes</i> <i>G. n. nigrita</i> <i>G. n. phantastica</i> <i>G. n. vandenburghi</i> <i>G. n. vicina</i>	<i>G. n. nigra</i> <i>G. n. abingdoni</i> <i>G. n. becki</i> <i>G. n. chathamensis</i> <i>G. n. darwini</i> <i>G. n. duncanensis</i> <i>G. n. hoodensis</i> <i>G. n. phantastica</i> <i>G. n. porteri</i> <i>G. n. vicina</i>

2.1.2 Verbreitungsgebiet und Bestandszahlen

2.1.2.1 Verbreitungsgebiet und Bestandszahlen von *G. gigantea*

Verbreitungsgebiet

Die Riesenschildkröten des Indischen Ozeans waren bis ins 15. Jahrhundert auf allen Maskareneninseln, Granitinseln und den meisten Atollen heimisch. Ab dem 16. Jahrhundert wurden sie von Menschen derart stark dezimiert, dass seit ca. 1840 nur noch eine Art auf dem über den Meeresspiegel angehobenen Korallenatoll Aldabra existiert (GIBSON u. HAMILTON 1984). Diese Population war Ende des 19. Jahrhunderts nur noch „spärlich“ (WHARTON 1879), begann sich aber Anfang des 20. Jahrhunderts zu erholen (DUPONT 1929).

Auf den beiden zu Aldabra gehörenden Inseln Malabar und Picard, wo *G. gigantea* offenbar von Menschen eingeführt worden war, wurden die Populationen noch bis in die 50er bzw. 60er Jahre des 20. Jahrhunderts dezimiert. Dort sind auch heute noch nur geringe Populationsdichten zu finden. Auch auf einigen Inseln in der Lagune des Aldabra-Atolls soll es Tiere gegeben haben, die wahrscheinlich ebenfalls von Menschen eingeführt wurden (BOURN 1976).

Bestandszahlen

Die Gesamtzahlen für das Aldabra-Atoll betragen nach Zählungen und Berechnungen

- 1954: 80.000 (PALOMBELLI 1954),
- 1968: 33.000 (GAYMER 1968),
- 1971: 98.000 (GRUBB 1971) bzw. 120.000 (FRAZIER 1971),
- 1974: 141.000 (BOURN 1976) bzw. 150.000 (BOURN u. COE 1978),
- 1997: 100.000 (BOURN et al. 1999).

Aufgrund der aktuellen Populationszahlen wird *G. gigantea* in Anhang B des Washingtoner Artenschutzabkommens (WA) geführt.

Das Geschlechterverhältnis der Tiere war 1978 1:1,2 und 1979 1:1,6 bzw. 1:2,2 (Männchen zu Weibchen), Jungtiere unter 5 Jahren stellten nur einen sehr geringen Anteil der Populationen dar (BOURN u. COE 1978, SWINGLAND u. LESSELLS 1979).

Während der seit den 70er Jahren rückläufigen Tierzahlen ging der Bestand auf der tierdichten Insel Grand Terre signifikant zurück. Auf den tierärmeren Inseln Malabar und Picard fand jedoch nahezu eine Verdopplung der Tierzahlen statt. Als Ursache für den Populationsrückgang auf Grand Terre werden natürliche Regulationsmechanismen angesehen. Oberhalb der Tragekapazität entsteht ein Mangel an Futter und Schattenplätzen und die Schildkröten schädigen zunehmend selbst ihre Umwelt. Außerdem waren die Jahre zwischen 1980 und 1997 sehr regenarm, was über das verminderte Nahrungsangebot einen direkten Einfluss auf Wachstum, Reproduktion und Mortalität ausgeübt hat (SWINGLAND 1977, COE et al. 1979, SWINGLAND u. LESSELLS 1979, BOURN et al. 1999). Eine derartige Populations-regulation durch Futterknappheit hat es möglicherweise schon mehrfach in der langen Geschichte der Riesenschildkröten gegeben (COE 1995).

Die wenigen eingeschleppten Säugetiere auf Aldabra (Katzen, Ratten, Ziegen) scheinen nicht in dem Ausmaß wie von den Galapagos-Inseln bekannt ein Problem für die Riesenschildkröten darzustellen. Bis 1997 wurden allerdings über 1800 Ziegen geschossen. Sie sind nicht nur Nahrungskonkurrenten, sondern verringern durch das Abfressen der Bäume und Büsche auch die für die Schildkröten lebensnotwendige Beschattung (BOURN et al. 1999).

Außerhalb Aldabras gibt es heute etwa 5000 *G. gigantea* (SWINGLAND 1985). Bei den meisten auf anderen Inseln der Seychellen als Haustiere oder verwilderte Haustiere vorkommenden Riesenschildkröten soll es sich um Tiere von Aldabra oder deren Nachkommen handeln (BEAVER 1991). Ausnahmen bilden die wenigen bekannten Exemplare von *Dipsochelys hololissa* und *D. arnoldi*, welche von GERLACH (GERLACH u. CANNING 1995, GERLACH 1998) beschrieben wurden.

Die zwischen 1978 und 1982 auf der Insel Curieuse angesiedelten 300 Individuen (s. 2.3.4.1) wurden in den Folgejahren hauptsächlich durch Diebstahl stark dezimiert. Von SCHRAMM wurden 1992 nur ca. 150 adulte und 12 juvenile Tiere gefunden.

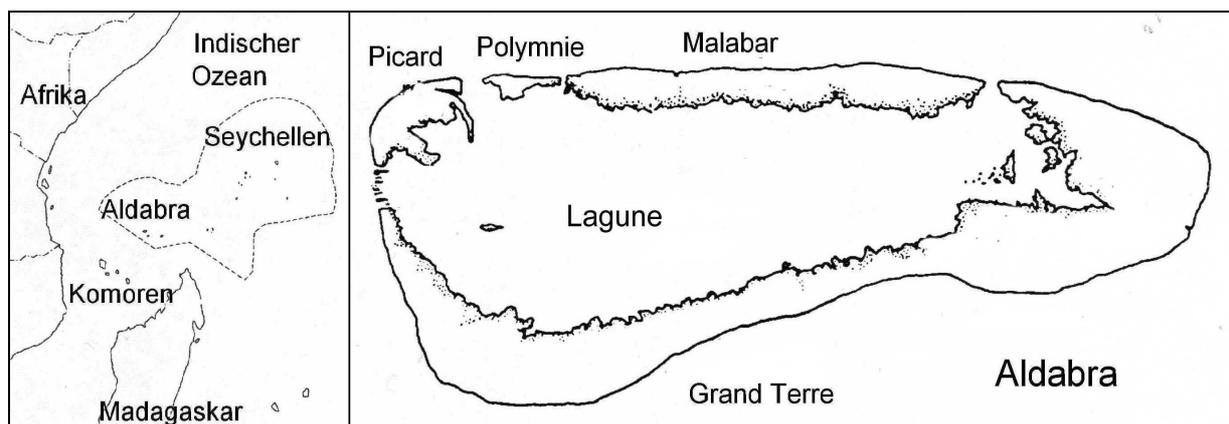
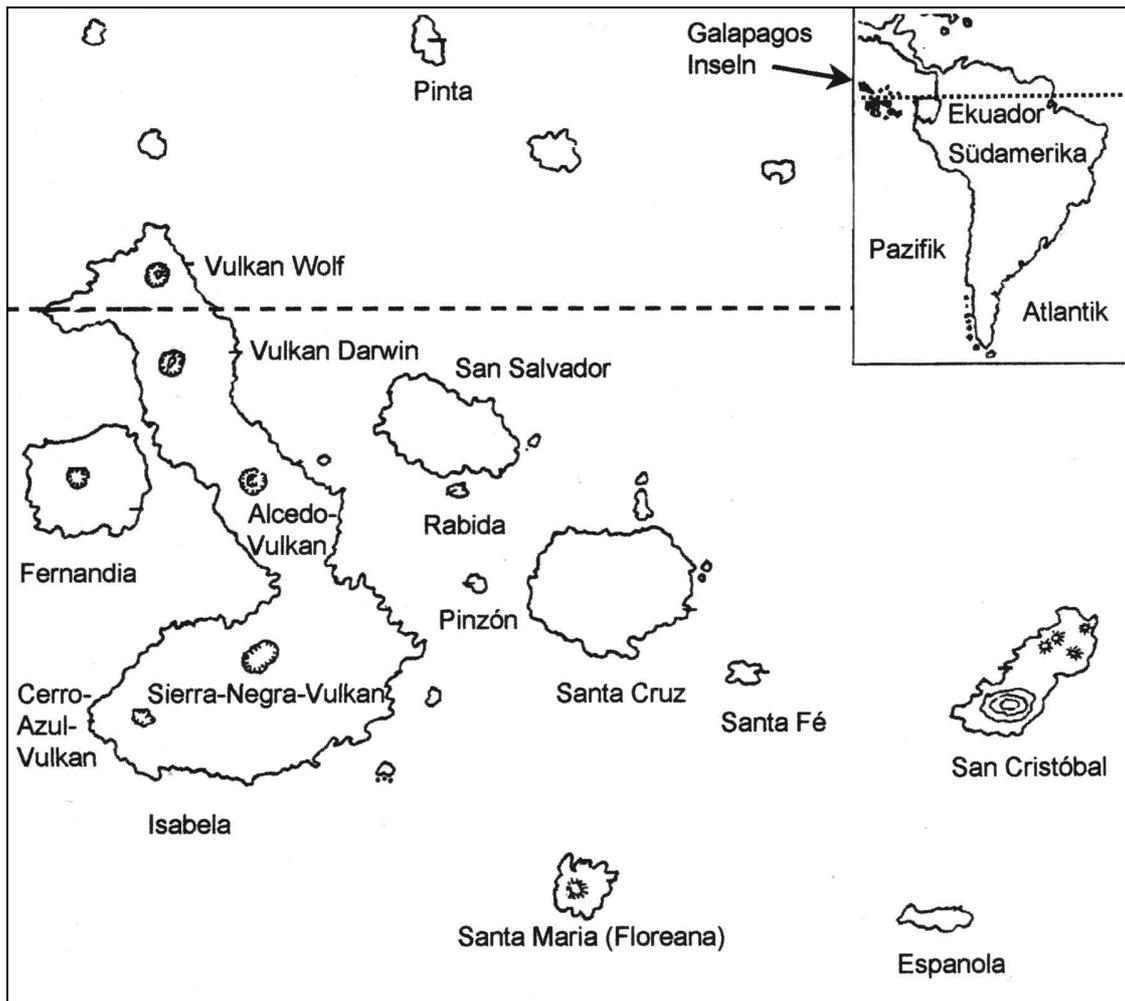


Abbildung 2: Aldabra-Atoll, Verbreitungsgebiet von *G. gigantea*

2.1.2.2 Verbreitungsgebiet und Bestandszahlen von *G. elephantopus*

Verbreitungsgebiet

Der knapp 1000 km vor der Küste Ecuadors gelegene Galapagos-Archipel besteht aus 13 Hauptinseln und 115 kleineren Inseln vulkanischen Ursprungs. Das Vorkommen der 4 ausgestorbenen und 11 rezenten Unterarten auf den einzelnen Inseln ist in Abbildung 3 dargestellt.



Herkunftsinsel (Vulkan)	Unterart
Isabela (Wolf)	<i>G. e. becki</i> (s)
(Darwin)	<i>G. e. microphyes</i> (k)
(Alcedo)	<i>G. e. vandenburghi</i> (k)
(Sierra Negra)	<i>G. e. guntheri</i> (k)
(Cerro Azul)	<i>G. e. vicina = elephantopus</i> (k,im)
San Salvador/Santiago	<i>G. e. darwini</i> (im)
Santa Cruz	<i>G. e. porteri = nigrita</i> (k)
Pinta	<i>G. e. abingdonii</i> (s)
Pinzon	<i>G. e. ephippium</i> (s)
San Cristobal	<i>G. e. chathamensis</i> (k, im)
Espanola	<i>G. e. hoodensis</i> (s)
Floreana	<i>G. e. galapagoensis</i> *
Santa Fe	Unbeschrieben *
Rabida	<i>G. e. wallacei</i> *
Fernandina	<i>G. e. phantastica</i> *
	s – Sattlrückenform, k – Kuppelform, im – intermediäre Form, * – ausgestorben

(n. VAN DENBURGH 1914, HENDRICKSON 1966, PRITCHARD 1979, HONEGGER 1985 (Anhang I WA), OBST 1985)

Abbildung 3: Galapagos-Archipel, Verbreitungsgebiet von *G. elephantopus*

Bestandszahlen

Nach der Entdeckung der Galapagos-Inseln 1535 wurden die Galapagos-Riesenschildkröten in solchem Maße dezimiert, dass von den 15 Unterarten nur 11 überlebten. Ihre Gesamtzahl soll 12.000 - 15.000 Exemplare betragen (MAC FARLAND et al. 1974a, SCHRAMM 1998). Den niedrigen Bestandszahlen und der aktuellen Gefährdung entsprechend ist *G. elephantopus* im Anhang A des WA gelistet. Demgegenüber stehen einerseits Berichte von den Entdeckern der Inseln, denen zufolge man auf den Rücken von abertausenden von Schildkröten weite Strecken bis zu den Süßwasserquellen im Hochland der Inseln laufen konnte (OBST 1985). Andererseits wird die Zahl der in den letzten 200 Jahren abgeschlachteten Tiere auf 100.000 - 200.000 Exemplare geschätzt (MARQUEZ et al. 1987).

In Tabelle 3 sind die für 1970 nach Zählungen geschätzten Tierzahlen der rezenten Unterarten zusammengestellt. Die geringen Tierzahlen und Nachzuchtraten der Populationen sowie der negative Einfluss der durch eingeführte Säugetiere (Nesträuber, Nahrungskonkurrenten, Predatoren der Jungtiere, Abfressen schatten-spendender Vegetation) unterschiedlich stark veränderten Umwelt waren Anlass für verschiedene Schutzmaßnahmen für die verschiedenen Unterarten (PERRY 1970, MAC FARLAND et al. 1974b, SCHRAMM 1998). Sie sind in Kapitel 2.3.4.2 dargestellt.

Tabelle 3: Unterartenstatus von *G. elephantopus* um 1970

Unterart	Geschätzte Tierzahl	Juvenile u. subadulte Tiere (Reproduktion und Rekrutierung)
<i>G. e. hoodensis</i>	20 - 30	keine
<i>G. e. ephippium</i>	150 - 200	keine
<i>G. e. chathamensis</i>	500 - 700	sehr wenig
<i>G. e. darwini</i>	500 - 700	sehr wenig
<i>G. e. porteri</i>	2.000 - 3.000	einige, aber zu wenig
<i>G. e. abingdoni</i>	0	
<i>G. e. vicina</i>	400 - 600	sehr wenig
<i>G. e. guntheri</i>	300 - 500	wenige
<i>G. e. vandenburghi</i>	3.000 - 5.000	zahlreich
<i>G. e. microphyes</i>	500 - 1.000	zahlreich
<i>G. e. becki</i>	1.000 - 2.000	zahlreich

(nach MAC FARLAND u. REEDER 1975)

Auf der Galapagos-Insel Santa Cruz wurde 1960 die Charles Darwin Research Station (CDRS) als Aufzucht- und Schutzstation für *G. elephantopus* gegründet. Seitdem wurden 1984 541 Jungtiere von 6 Unterarten (DE VRIES 1984), bis 1986 893 Jungtiere von 8 Unterarten (MARQUEZ et al. 1987) und bis 1991 insgesamt 1216 Jungtiere von 8 Unterarten (CAYOT 1991, pers. Mitt. an CAPORASO 1990) ausgewildert. Im Freiland konnten seit 1989 Nachzuchten von ausgewilderten Tieren nachgewiesen werden. In der Tabelle 4 sind die Nachzuchten und Auswilderungen dargestellt.

Trotz dieser Erfolge ist weiterhin von einer generellen Gefährdung der Wildpopulationen auszugehen. Neben der noch immer aktuellen Problematik verwilderter Haustiere sind in den letzten Jahren auch soziologische und politische Aspekte hinzugekommen, insbesondere Tourismus, Immigration und landwirtschaftliche Nutzung auf dem Gebiet des Nationalparks (PRITCHARD 1996).

Tabelle 4: CDRS Nachzucht und Auswilderung von *G. elephantopus ssp.*

Unterart	Nachzucht (SL)		Auswilderung		Quelle
	bis	Anzahl	bis	Anzahl	
<i>G. e. hoodensis</i>	1976	88	1976	22	SMITH 1978
			1982	113	SWINGLAND 1989
	1987	384	1991	328	MARQUEZ et al. 1987
			1995	700	CAYOT 1991 SCHRAMM 1998
<i>G. e. ephippium</i>	1976	231	1976	158	SMITH 1978
			1985	226	SWINGLAND 1989
			1991	268	CAYOT 1991
<i>G. e. chathamensis</i>	1976	50			SMITH 1978
			1985	139	SWINGLAND 1989
<i>G. e. darwini</i>	1976	179	1976	67	SMITH 1978
<i>G. e. vicina</i>	1976	31			SMITH 1978
			1979	114	SWINGLAND 1989
<i>G. e. guntheri</i>	1976	75			SMITH 1978

2.1.3 Anatomische Besonderheiten

2.1.3.1 Anatomische Unterschiede zwischen *G. gigantea* und *G. elephantopus*

Die auffälligsten zwischen *G. gigantea* und *G. elephantopus* bestehenden anatomischen Unterschiede sind in der Kopfform und -beschuppung sowie im Vorhandensein oder Fehlen des Nackenschildes zu sehen. Diese und weitere Unterschiede sind in der Tabelle 5 sowie in der Abbildung 4 dargestellt.

Tabelle 5: Anatomische Unterschiede von *G. gigantea* und *G. elephantopus*

Merkmal	<i>G. gigantea</i>	<i>G. elephantopus</i>
Kopf	Kopf wenig größer als Halsdurchmesser Nasenrücken konvex Nase pointiert	Kopf größer als Halsdurchmesser Nasenrücken breit und flach Nase stumpf, gedrunen
Nasenhöcher	relativ vertikaler Schlitz	rund
Innere Nase	nach caudal zeigendes Divertikulum der ventralen Wand des Nasenganges (Knochenleiste u. Schleimhautfalte) --> verschließt Riechareal, ermöglicht Trinken durch die Nase	nicht vorhanden kein Trinken durch die Nase
Hornschuppen des Kopfes (Präfrontal)	Präfrontalschuppen groß	Präfrontalschuppen kleiner, längs geteilt
Nackenschild	meist vorhanden (Ausnahmen im Freiland: 3%), teils nur von der Unterseite des Carapax sichtbar	nie
Supracaudalschild	meist geteilt	ungeteilt
Carapaxdicke	dicker	dünnere

(nach FRAZIER 1971, ARNOLD 1979, ERNST u. BARBOUR 1989)

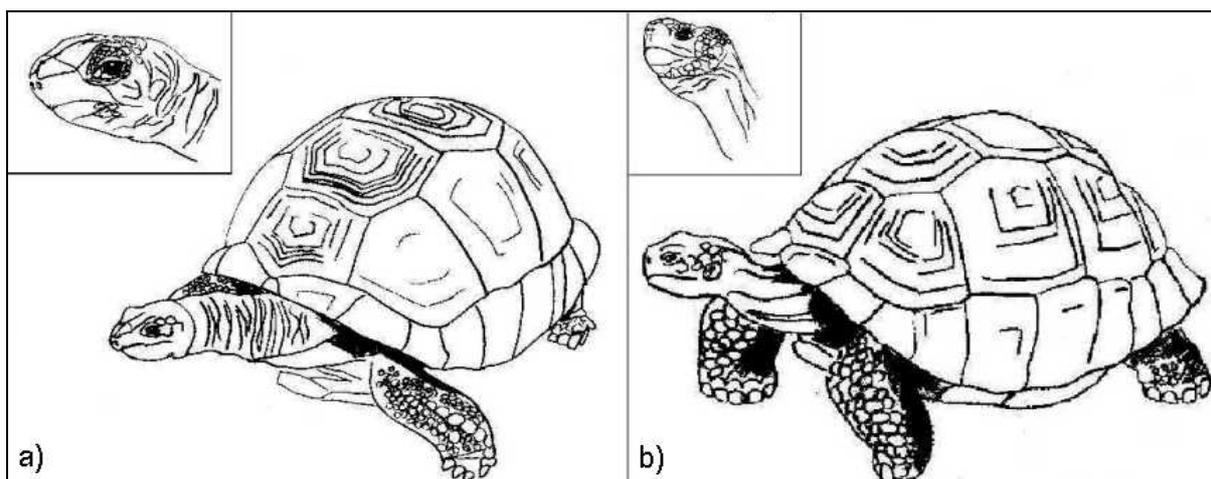


Abbildung 4: Typische Merkmale von a) *G. gigantea* und b) *G. elephantopus*

2.1.3.2 Anatomie der inneren Organe

Über *G. gigantea* liegt eine anatomische Arbeit von SCHACHT (1902) mit zahlreichen Abbildungen vor. SWINGLAND und COE (1978) sowie BOURN (1977) beschreiben die Geschlechtsorgane männlicher und weiblicher Tiere im Jahreszyklus.

GARMAN (1917) zitiert in seinem Werk mehrere Sektionsbeschreibungen von *G. elephantopus* aus DR. MITCHILL' s Lectures on Natural History (1815).

2.1.3.3 Schildanomalien bei *G. gigantea*

Die Variation der Ausprägung des Nackenschildes und des Supracaudalschildes bei *G. gigantea* sind keine Merkmale, die zur systematischen Unterscheidung der Tiere auf Aldabra dienen (GAYMER 1968). Je älter die Tiere sind, um so mehr individuelle Unterschiede treten auf. Ein Fehlen des Nackenschildes wurde je nach Population bei 0,7 % bis 7,7 % der Tiere gefunden. Ein doppeltes Nackenschild war bei einer Zählung bei 5 %, bei einer weiteren Zählung bei 80 % der Tiere vorhanden. Das Supracaudalschild war je nach Population bei 31 bis 57 % der Tiere geteilt. Überzählige Schilder wurden bei 19 % der Tiere gefunden (HONEGGER 1967, GAYMER 1968, BOURN u. COE 1978).

2.1.3.4 Geschlechtsbestimmung

Die Geschlechtsbestimmung bei *G. gigantea* ist ab einer Panzerlänge von 50 bis 60 cm sCPL (straight Carapax length, gerade Carapax-Länge) bzw. ab einer gebogenen Weite des dritten Dorsalschildes von 20 cm möglich. Männchen sind größer, entwickeln mit der Geschlechtsreife eine Konkavität des Plastrons, haben einen längeren Schwanz und der Carapax ist insgesamt flacher und hinten weiter. Weibchen sind kleiner und haben eine höhere Carapaxwölbung, so dass sie insgesamt kompakter erscheinen. Sie haben an den Hinterbeinen oft längere Fußnägel (GAYMER 1968, GRUBB 1971, BOURN et al. 1999). Bei Tieren unterhalb dieser Größe ist die unterschiedliche Panzerform noch weniger stark ausgebildet und auch der in der Kloake befindliche Penis und die Klitoris ähneln sich sehr stark (BOURN u. COE 1978).

Prinzipiell gelten für *G. elephantopus* die gleichen Unterscheidungsmerkmale der Geschlechter. Aufgrund der Größenunterschiede der verschiedenen Unterarten liegt die Minimalgröße für die Geschlechtsbestimmung bei 45 bis 65 cm cCPL (curved Carapax length, gebogene Carapax-Länge) (MAC FARLAND et al. 1974a).

2.1.3.5 Körpergröße und -gewicht von *G. gigantea* und *G. elephantopus*

G. gigantea

Als durchschnittliche Gewichte adulter Tiere im Freiland werden für *Geochelone gigantea* um 20 kg bzw. um 50 kg in der höheren bzw. niedrigeren Populationsdichte auf Aldabra angegeben (COE et al. 1979). Bestimmend für diese Angaben ist neben

dem Nahrungsangebot auch der momentane Altersdurchschnitt der Population zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Die größten geraden Carapaxlängen (sCPL) werden mit 100 bis 122 cm für Männchen und bis 87 cm für Weibchen auf Aldabra angegeben. Die maximalen Gewichte liegen bei über 250 kg für Männchen und bei 167 kg für Weibchen (GRUBB 1971, BOURN 1976, SWINGLAND 1985).

Auf der Seychellen-Insel Curieuse (Umsiedlungsprojekt s. 2.3.4.1) haben die Tiere eine Panzerlänge von 70 - 96 cm sCPL (SCHRAMM 1992) bzw. ein Gewicht bis 120 kg (SPRATT 1990), auf der Seychellen-Insel Fregate wurde die Panzerlänge eines Männchens von 1,53 cm sCPL gemessen (BUSSE pers. Mitt. 2001). Demgegenüber sind die größten Tiere in menschlicher Obhut Weibchen mit 227 kg (SWINGLAND 1985) und Männchen mit 298 kg und 127 cm sCPL (SPRATT 1990).

STODDART und SAVY (1983) und NOEGEL (1967) zitieren aus nicht genannten Quellen größte Tiere mit 150 cm und 400 kg. Im Scientific American erschien 1996 ein historischer Bericht von 1896 über ein auf Egmont/Madagaskar gefundenes Tier der Unterart *Testudo daudinii* mit einer sCPL von 132 cm und einem Gewicht von 239 kg (Juli 1996, S. 9, Autor unbenannt).

G. elephantopus

Für adulte, frei lebende Individuen der rezenten Unterarten von *Geochelone elephantopus* werden von MAC FARLAND et al. (1974a) Carapaxlängen genannt. Dabei gelten die größeren Werte für Individuen der kuppelförmigen Unterarten, die im allgemeinen größer sind. Für adulte Weibchen werden cCPL > 55 cm bzw. > 80 cm, für adulte Männchen cCPL > 70 cm bzw. > 95 cm angegeben.

Die größten Tiere erreichen im Freiland bis 134 cm sCPL und bis 290 kg (SWINGLAND 1989, NOEGEL u. MOSS 1989). Im Jahr 1997 ist das größte Tier in menschlicher Obhut ein Männchen des Life Fellowship Bird Sanctuary Seffner (LFBS Seffner) mit einem Gewicht von 422 kg (NOEGEL pers. Mitt. 2000).

2.2 Biologie der Riesenschildkröten in ihrer natürlichen Umwelt

2.2.1 *G. gigantea* in ihrer natürlichen Umwelt

2.2.1.1 Umweltbedingungen auf dem Aldabra-Atoll

Das Aldabra-Atoll besteht aus 4 Hauptinseln und mehreren kleineren Inseln in der Lagune. *G. gigantea* leben auf den Inseln Grand Terre, Malabar und Picard.

Oberflächengestalt und Vegetation

Als angehobenes Korallenatoll hat Aldabra eine Kalksandsteinoberfläche. Die Oberflächengestalt variiert von granuliertem Substrat über flach und wenig zerklüftet („Platin“) bis sehr rauh und zerklüftet („Champignon“). Entsprechend der Geomorphologie haben sich verschiedene Biotoptypen entwickelt: Wald (über 4,5 m Bewuchs), Buschland (2 - 4,5 m Bewuchs), hohe Kräuter und niedrigere Büsche (0,15 - 2 m Bewuchs) sowie Bereiche mit ausschließlich niedriger Vegetation (unter 0,15 m Bewuchs). Insgesamt ist mehr als die Hälfte des Atolls von dichtem Gebüsch bewachsen (GRUBB 1971).

Die folgenden Beschreibungen beziehen sich auf die größte Hauptinsel „Grand Terre“, welche am stärksten von *G. gigantea* besiedelt ist. Im Inselinneren gibt es viele Gebiete mit einem ausschließlichen Bewuchs mit „tortoise turf“ (s.u.), die gegen die von Gräsern und Seggen bewachsenen Küstenstreifen durch einen Korallenkamm abgegrenzt sind. Vom Küstensaum bis zum Inselinneren erstrecken sich verschieden dichte und verschieden große Buschgebiete, deren Bodenbedeckung ebenfalls „tortoise turf“ ist. Das Wachstum der Vegetation variiert mit der jährlichen Niederschlagsmenge, die zwischen ca. 500 und 1500 mm schwankt (MERTON 1976, BOURN u. COE 1978, SWINGLAND u. LESSELS 1979, STODDART u. SAVY 1983, WALSH 1984).

Populationsverteilung auf Aldabra

Entsprechend der Bodenstruktur, der Vegetation und dem Angebot an Schatten variiert die Populationsdichte von *G. gigantea* innerhalb der Inseln Aldabras beträchtlich. Sie ist am höchsten in Gebieten mit niedrigem Bewuchs und maximal 10 % Schatten, wie es in Küstennähe sowie in offenem Gras- und Buschland anzutreffen ist. Im Mangrovensumpf und in sehr dichtem Buschland werden keine Tiere beobachtet. Auf der Hauptinsel Grand Terre leben 98 % der Gesamtpopulation, wobei durchschnittlich 27 und maximal 70 Tiere pro Hektar vorkommen. Die übrigen Tiere leben auf Picard und Malabar in Konzentrationen von durchschnittlich 5 bis 7 Tieren pro Hektar (GRUBB 1971, MERTON et al. 1976, BOURN u. COE 1978, STODDART u. SAVY 1983).

Interaktionen von G. gigantea mit der Umwelt

Eine auffallende Beeinflussung der Vegetation durch *G. gigantea* ist die Entwicklung des „tortoise turf“ auf Grand Terre. Es handelt sich dabei um ein aus 22 Arten genetisch verzweigter Gräser, Kräuter und Seggen zusammengesetztes

Pflanzengemisch, dessen Blüten- und Fruchtstände unterhalb der Bisshöhe der Schildkröten wachsen. Auf den anderen Inseln Aldabras hat sich kein „tortoise turf“ entwickelt. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass die Tiere dort erst seit jüngerer Zeit leben.

Die Zunahme der Individuenanzahl auf Aldabra in diesem Jahrhundert hatte eine deutliche Beeinflussung der Umwelt zur Folge. An vielen Büschen und Bäumen fallen sogenannte Browse-Linien auf, unterhalb derer alle Blätter abgefressen sind. Auf ihrer Suche nach Schatten stapeln sich die Tiere zudem unter Büschen, wobei Zweige abgeknickt werden. Das Bemühen der Schildkröten, sich unter den Büschen in die kühle Erde zu graben, beschädigt zusätzlich deren Wurzeln, so dass viele Büsche und Bäume absterben. Ihre Regeneration ist wiederum stark gefährdet, da junge Pflanzen abgefressen oder zertreten werden und jeglicher Humus bzw. durch die starke Bodenerosion auch ein Großteil der oberen Erdschicht fehlen. So haben an vielen Stellen offenes Grasland oder unbewachsene Flächen gemischtes Buschland und Wald ersetzt. Den Schildkröten selbst stehen somit weniger Schatten und Futterpflanzen zur Verfügung (HNATIUK et al. 1976, MERTON et al. 1976, GRUBB 1971, BOURN u. COE 1978).

Klima

Das Klima auf Aldabra ist semiarid. Die Temperatur liegt zwischen einem durchschnittlichen Minimum von 22,2 °C und einem durchschnittlichen Maximum von 31,2 °C, wobei sich die mittlere Tagestemperatur saisonal zwischen 24,9 °C und 28,4 °C bewegt. In der Regenzeit von Dezember bis April bedingt der Nordwest-Monsun ein feuchtes und heißes Klima, welches durch kurze heftige Regengüsse gekennzeichnet ist. Die meisten Niederschläge fallen zwischen Januar und April. In der Trockenzeit von Mai bis November verursacht der Südostpassat trockene und kühlere Luft. Die durch die Winde und die Meeresnähe beeinflusste Luftfeuchtigkeit liegt zwischen 75 und 89 % (BOURN u. COE 1978, SWINGLAND u. LESSELLS 1979, WALSH 1984). Bodentemperaturen wurden in Tiefe der Nester (30 cm tief) im Jahresverlauf gemessen. Sie betragen zwischen 26,7 °C während der Nistzeit und 31 °C während der Schlupfzeit (SWINGLAND u. COE 1978).

2.2.1.2 Ernährung und Wachstum

Ernährung

Das Hauptfutter der Tiere besteht aus „tortoise turf“. Saisonal variabel werden zusätzlich Langgräser, Kräuter, Laub, Seggen, Blüten und Früchte gefressen (HNATIUK et al. 1976, MERTON et al. 1976, HAMILTON u. COE 1982, STODDART u. SAVY 1983). Aber auch die Aufnahme von Ziegenkot sowie von Aas in Form von toten Schildkröten, Krebsen und Knochen konnte nachgewiesen werden. Sie beträgt jedoch nur ca. 0,5 % der Gesamtnahrung (HONEGGER 1964, GAYMER 1968, GRUBB 1971, MERTON et al. 1976).

Das meiste Futter wird vom Boden abgegrast („grazing“), aber auch höher gewachsene Blätter an Büschen und Bäumen werden abgefressen („browsing“). Um in der Trockenzeit auch an höher gewachsene Blätter zu gelangen, klettern die Tiere

sogar aufeinander (MERTON et al. 1976, STODDART u. SAVY 1983, HAMBLER 1994).

Aufgrund der starken Schwankung des Futter- und Wasserangebotes zwischen Regen- und Trockenzeit bestehen große saisonale Unterschiede in der Körperkondition der Tiere. Gegen Ende der Trockenzeit sind viele Schildkröten mager, deutlich zu sehen an den dünnen Hälsen und Beinen. Bei vielen Tieren findet im Laufe der Regenzeit dann eine deutliche Gewichtszunahme und Fetteinlagerung statt (GAYMER 1968, GRUBB 1971, BOURN 1976).

Als Tagesfuttermenge für adulte Tiere von 20 - 30 kg Körpergewicht wurden in der Regenzeit 380 g Trockenmasse, in der Trockenzeit 110 g Trockenmasse ermittelt. Die Verminderung der Stoffwechselfvorgänge in der Trockenzeit führt zu einer stark verlängerten Darmpassagezeit. In der Regenzeit beträgt dieselbe 6 - 10 Tage, in der Trockenzeit bis zu 50 Tage (COE et al. 1979). Aufgrund der herbivoren Ernährung aus hauptsächlich faserreichen Pflanzen nimmt die Dickdarmpassagezeit ca. 60 % der Darmpassagezeit ein. Im proximalen Colon findet die mikrobielle Fermentation der Zellulose statt (HAMILTON u. COE 1982). Die Futtermittelverwertung wird von COE et al. (1979) mit ca. 22 % angegeben.

Wachstum

In den Regenzeiten kommt es zu Wachstumsschüben des Panzerhornes. Dadurch entstehen Wachstumsringe auf den Panzerschildern. Die Ringe können bis zum Alter von 15 Jahren als Jahresringe zur Altersbestimmung herangezogen werden. In höherem Alter nutzen sie sich mechanisch durch die rauhe Umgebung (Kalksandstein) und das Aufeinandersteigen der Tiere im Schatten, zur Nahrungsaufnahme sowie bei der Paarung ab (VAN DENBURGH 1914, GRUBB 1971, BOURN 1976).

Beim Vergleich von Wachstumskurven für *G. gigantea* auf Aldabra mit Tieren in menschlicher Obhut konnte eine um 40 - 80 % erhöhte Zunahme der cCPL für Tiere in menschlicher Obhut, beziehungsweise ein Wachstumsvorsprung von 10 Jahren ermittelt werden. Mit Hilfe folgender Formel kann eine Gewichtsabschätzung für Tiere zwischen 20 und 75 cm cCPL vorgenommen werden:

$$\text{cCPL}^3 \times 0.075 = \text{Gewicht in Gramm}$$

Dabei sind Jungtiere verhältnismäßig schwerer, ältere Tiere verhältnismäßig leichter (GAYMER 1968). Anhand auf der Insel Curieuse untersuchter Individuen ermittelte SPRATT (1990), dass der für kleinere Arten wie europäische Landschildkröten entwickelte Jackson-Quotient (Verhältnis des Logarithmus der sCPL zum Logarithmus des Tiergewichtes) auch auf *G. gigantea* anwendbar ist.

Auf Aldabra beträgt das geschätzte Wachstum 3 cm cCPL pro Jahr, bis eine Größe von 70 cm cCPL erreicht ist. Die Wachstumsrate nimmt im Alter von 15 - 20 Jahren kontinuierlich ab und stagniert im Alter von 25 - 30 Jahren nahezu vollständig. Das Ende der Periode schnellen Wachstums fällt mit der Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale und dem Beginn der Fortpflanzungsfähigkeit zusammen (GAYMER 1968, GRUBB 1971, SWINGLAND u. LESSELS 1979, SWINGLAND 1985).

Wie im Kapitel 2.2.1.1 erwähnt, leben auf Aldabra unter verschiedenen Umweltbedingungen verschiedene Populationen in unterschiedlicher Dichte. In der Population höchster Dichte liegt das Durchschnittsgewicht adulter Tiere bei ca. 20 - 24 kg, in den Populationen niedrigerer Dichte dagegen bei 50 - 52 kg. Das Wachstum der Tiere wird hauptsächlich über das Futterangebot reguliert und ist somit abhängig von Populationsdichte und Umwelt (MERTON et al. 1976, BOURN u. COE 1978, COE et al. 1979).

Von pyramidalen Carapaxverformungen, wie sie aus Haltungen in menschlicher Obhut als Folgen zu schnellem Wachstums bekannt sind (z. B. Izu-Andyland Aquarium, CHIDA 1998), wird bei *Geochelone gigantea* im Freiland von keinem Autor berichtet.

2.2.1.3 Verhalten und Sinnesleistungen

Tagesaktivität

Die bimodale Tagesaktivität von *G. gigantea* auf Aldabra wird vom Stand der Sonne und somit von der Temperatur bestimmt. Die erste Aktivitätsphase beginnt vor Sonnenaufgang (5 - 6 Uhr) und endet mit dem Aufsteigen der Sonne (9.30 - 10.30 Uhr). In dieser Zeit sind die Tiere mit Futteraufnahme beschäftigt und setzen Kot ab, während der Fortpflanzungszeit finden Paarungen statt. Wenn die Mittagshitze einsetzt, laufen alle Tiere rasch und zielgerichtet auf Schatten spendende Büsche zu oder verbergen sich in Schlammlöchern. Dort ruhen oder schlafen die Schildkröten. Zur Thermoregulation werden dabei Kopf und Gliedmaßen ausgestreckt. Da Schatten in Bereichen mit hoher Tierdichte knapp ist, klettern viele Tiere übereinander. Es wurden bis zu 130 Tiere im Schatten eines einzigen Busches gezählt.

Jüngere und somit kleinere Schildkröten suchen zum Schutz vor hohen Temperaturen Schlupfwinkel im Boden auf. Bei Bewölkung kommen die Tiere auch mittags aus ihren Schattenplätzen und Verstecken zur Nahrungsaufnahme hervor. In der Regel bleiben sie dort bis zur zweiten, abendlichen Aktivitätsphase (ca. 16.30/17.00 Uhr – 19.00 Uhr), die von den Verhaltensmustern der morgendlichen gleicht. Danach schlafen die meisten Tiere in der offenen Landschaft, nur wenige suchen Schutz unter Büschen. Die Weidegrenze bis zum nächsten Schatten wird mit 300 m bzw. 800 m angegeben. Insgesamt sollen die Tagesaktivitätsphasen nur 4 h andauern. Gegen Ende der Trockenzeit bleiben viele Tiere z. T. über Wochen den gesamten Tag inaktiv im Schatten (HONEGGER 1967, GAYMER 1968, GRUBB 1971, SWINGLAND 1977, BOURN u. COE 1978, COE et al. 1979, SWINGLAND u. LESSELS 1979, STODDART u. SAVY 1983, COE u. SWINGLAND 1984).

Bezüglich des umstrittenen Schwimmvermögens wurden immerhin ein Tier in einer Lagune schwimmend und andere Exemplare beim schwimmenden Durchqueren von Schlammlöchern auf dem Weg zu neuen Futterplätzen beobachtet (GRUBB 1971).

Migration (Wanderbewegung)

Ein Anteil von 20 – 40 % der Gesamtpopulation wandert bei beginnender Regenzeit zur Küste (Migration), wo das erste frische Grün wächst. Später steigt die Attraktivität des offenen Buschlandes, weil unter den Büschen das Wachstum des „tortoise turf“

einsetzt. Mit der Wanderung zur Küste wächst aufgrund eines Mangels an schattenspendendem Bewuchs die Gefahr eines Hitzschlages. Auf der anderen Seite bedingt der frühere Vegetationsbeginn einen Energiezuwachs gegenüber den im Inland verbliebenen Schildkröten. Männchen benötigen diese Energie für die Paarungszeit gegen Ende der Regenzeit, Weibchen zur Ausbildung der Eier. Migrierende Weibchen erreichen somit eine höhere Reproduktionsleistung, die die erhöhte Mortalität an der Küste ausgleicht.

Zu Beginn der Trockenzeit wandern die Weibchen zu den Nistplätzen im Inselinneren. Aufgrund des Wassermangels während der Trockenzeit sind dann verschiedene Populationen nur in der Umgebung von Tümpeln anzutreffen (HONEGGER 1967, GAYMER 1968, SWINGLAND u. LESSELS 1979, GIBSON u. HAMILTON 1983).

Sozialverhalten

G. gigantea zeigt ein wenig differenziertes Sozialverhalten. Ihre teilweise starke Zusammenballung an manchen Orten scheint allein der gemeinsamen Erfüllung gleicher Bedürfnisse zu dienen, z. B. das aufeinander Klettern zur Futteraufnahme oder unter Schatten spendenden Sträuchern. Die Tiere scheinen einander kaum wahrzunehmen bzw. sich sogar als Hindernisse zu betrachten. Aggressive Verhaltensweisen existieren nicht. Zum Teil wird die sehr hohe Konzentration an Individuen für das gering ausgeprägte Sozialverhalten verantwortlich gemacht.

Ein gegenseitiges Interesse entsteht einzig während der Paarungszeit. Dann versuchen die Männchen vehement, sich mit allen Tieren zu paaren, die ihnen begegnen (GRUBB 1971, COE u. SWINGLAND 1984).

HUXLEY (1979) berichtet, dass sich Tiere aufstellen, um sich von Rallenvögeln (*Dryolimnas sp.*) Parasiten von den weichen Hautpartien absammeln zu lassen.

Sinnesleistungen

Nach COE u. SWINGLAND (1983) verfügen *G. gigantea* über ein gutes Sehvermögen bei nur geringem Hörvermögen. Bei der Paarung werden jedoch vom Männchen Laute abgegeben, welche vermutlich zur Besänftigung der Weibchen dienen (FRAZIER u. PETERS 1981). Über den Geruchssinn ist wenig bekannt. Er scheint aber gut ausgeprägt zu sein, da die Tiere Futter sowie Artgenossen häufig beriechen.

2.2.1.4 Fortpflanzung

Jahreszeitliche Reproduktionsabläufe

Die Paarungszeit von *G. gigantea* beginnt nach den ersten Niederschlägen der Regenzeit und dauert von Oktober bis April an. Die genaue zeitliche Einordnung variiert zwischen den verschiedenen Autoren und wird von Oktober bis Dezember, von Januar bis April oder Februar bis Mai angegeben (VOELTZKOW 1896, FRYER 1910, HUME- NOEL 1953, HONEGGER 1967, GRUBB 1971, SWINGLAND u. COE 1978, STODDART u. SAVY 1983, SWINGLAND 1985). Nach BOURN (1977) induzieren Umweltfaktoren Beginn und Ende der Paarungszeit. Als solche werden Anstieg und Abfall verfügbarer Nahrungsressourcen sowie die resultierende Körperkondition angesehen.

Die Eiablage erfolgt während der kühleren Trockenzeit und umfasst die Monate Juni bis September (HONEGGER 1967, GRUBB 1971, BOURN 1977, SWINGLAND u. COE 1978, 1979), nach einzelnen Angaben auch November bis Januar (VOELTZKOW 1896). Die Jungtiere schlüpfen nach frühestens 40 bis maximal 200 Tagen (durchschnittlich 2 bis 4 Monate) von Oktober bis Januar, spätestens April (VOELTZKOW 1896, FRYER 1910, HUME- NOEL 1953, HONEGGER 1967, GRUBB 1971, BOURN 1977, SWINGLAND u. COE 1978, 1979, STODDART u. SAVY 1983, ERNST u. BARBOUR 1989, BEAVER 1991).

In einem sehr niederschlagsreichen Jahr fand HAMBLER (1994) allerdings ganzjährig Paarungen und eine verlängerte Nistzeit (Februar bis Oktober).

Paarungsverhalten

Zu Paarungsversuchen kommt es nach meist zufälligen Begegnungen von Sexualpartnern passender Größe. Sie werden bei Männchen ab 50 cm sCPL und Weibchen ab 45 cm sCPL beobachtet (GRUBB 1971).

Der Ablauf einer Paarung wird detailliert im Kapitel 2.3.2.1.2 geschildert. Während eines Paarungsversuches wird jedoch oft beobachtet, dass der Penis nicht erigiert ist und sich der Schwanz des Männchens nicht unter dem Plastronende des Weibchens befindet. Auch ist die häufigste Reaktion der Weibchen Abwehr in Form von Weglaufen, Absenken des Hinterendes oder Abwehrbewegungen mit dem Schwanz. Die Folge ist eine sehr geringe Effizienz von Paarungsversuchen, die auf 1 - 2 % (BOURN 1977) bzw. unter 10 % (SWINGLAND u. COE 1978) geschätzt wird.

Da nur sehr selten entspannte, kooperative Weibchen gesehen wurden, geht GRUBB (1971) davon aus, dass möglicherweise die starke Libido der Männchen nötig ist, damit es überhaupt zur Kopulation kommen kann. SWINGLAND und COE (1978) beschreiben als einzige, dass der Schwanz des Weibchens in die Kloake des Männchens eingeführt werden muss, damit dieses zur Erektion kommt und eine Kopulation stattfindet. Als Zeitpunkt der Ejakulation vermutet GRUBB (1971) die den Beckenschüben folgende Ruhephase.

Eiablage, Inkubation, Schlupf

Bezüglich der Eiablagen wurden Untersuchungen zur Auswahl der Nistplätze nach mehreren Parametern durchgeführt. An den untersuchten Niststellen wurden 19 % Grabversuche, 50 % Nester ohne Eier und nur 31 % abgedeckte Nester mit Anzeichen von Eiern gefunden. Der Anteil von 70 % erfolglosen Nistversuchen wird auf einen Mangel an geeigneter Bodenstruktur und genügender Bodentiefe zurückgeführt. Die meisten verlassenen Nester waren durchsetzt mit störenden Wurzeln oder Steinen und oft weniger als 20 cm tief. Generell befanden sich 90 % der Nester in organischem Material (nicht genauer spezifiziert) und nur 10 % in Sand oder Korallengeröll (BOURN 1977). Die Weibchen wählen ihre Nistplätze nach der Sonneneinstrahlung aus. Als optimal erweist sich ein Platz an der Grenze zwischen Sonne und Schatten mit einer täglichen Bestrahlung von 5 Stunden. Dabei schwankt die Nesttemperatur zwischen 27 und 30 °C (SWINGLAND u. COE 1978).

Beim Nestbau gibt das Weibchen 1 - 6 Liter Urin und Schleim ab. Dieser erleichtert das Graben, umhüllt die Eier, schafft eine feuchte und sterile Umgebung für die Embryonen und stabilisiert das Nest, indem er ausgehärtet die Nestwand verfestigt.

Außerdem soll er zur olfaktorischen Verwirrung von Nesträubern einerseits und zur olfaktorischen Orientierung der Weibchen über alte Nistplätze andererseits dienen. Das Nest hat eine Stiefelform. Es ist ca. 25 cm (bis maximal 40 cm) tief, an der Oberfläche ca. 10 bis 15 cm und am Boden 15 bis 20 cm weit – entsprechend der Fußgröße der Weibchen. Die Eier werden in die „Hacke“ gelegt und so ausgebreitet, dass in der „Spitze“ eine mit Luft und Schleim gefüllte Platzreserve bestehen bleibt, da die Schlüpflinge mehr Platz als die Eier beanspruchen (SWINGLAND u. COE 1978).

Schlüpflinge können bis zu einem Monat unter der Erde bleiben. Es wird vermutet, dass starker Regen als Schlüsselreiz für das „sich-Hocharbeiten an die Oberfläche“ wirkt. Der Boden ist dann weicher und es gibt mit der frischen Vegetation ausreichend Nahrung (BOURN 1977). Jedoch wurde von SWINGLAND und COE (1978) auch beobachtet, dass 70 % der Schlüpflinge 4 bis 6 Wochen vor dem ersten Regen an die Oberfläche kamen. Die Schlüpflinge kommen zum Schutz vor Überhitzung und aufgrund des geringeren Predatordruckes meist nachts aus den Nestern an die Oberfläche. Sie rennen sofort zum nächsten Versteck.

Als Nahrung dienen den Schlüpflingen ihre Dottersackreserve sowie die für größere Tiere unzugänglichen Gräser. Das Dotter des inneren Dottersackes reicht mehrere Wochen. Der äußere Dottersack ist dagegen bereits nach 5 bis 7 Tagen resorbiert, der Nabel nach 10 Tagen geschlossen. Bei Erreichen der Erdoberfläche verbleibt lediglich eine Narbe von < 2 mm. Schlüpflinge wurden in allen Habitaten der adulten Tiere gefunden. Die Größe der Schlüpflinge wird mit 60 bis 70 mm angegeben. Bei Jungtieren wurde ein Geschlechterverhältnis von 50 : 50 gefunden (HONEGGER 1967, BOURN 1977, SWINGLAND u. COE 1978).

Fertilität

Die Fertilitätsrate beträgt 80 - 90 %. In den Populationen hoher Tierdichte (Grand Terre) werden 80 %, in den Populationen niedrigerer Tierdichte (Malabar) dagegen nur 60 % erreicht. Als Ursache der niedrigeren Fertilitätsrate wird der Mangel an adulten Männchen bzw. genügend geeigneter Nistplätze angesehen (SWINGLAND u. COE 1978, 1979).

Reproduktionsleistung/ Einflüsse auf die Fortpflanzung

Die durchschnittliche Gelegegröße und Eigewichte für Weibchen aus Populationen unterschiedlicher Tierdichte sowie die Veränderungen bei Zunahme der Jahresniederschlagsmenge sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Einflüsse von Populationsdichte und Niederschlagsmenge auf Fortpflanzung von *G. gigantea*

Inselteil	Niederschlag [mm]	Gelegegröße [Eizahl]	Eigewicht [g]
Grand Terre (Tierdichte 27/ha)	1975: 923	4,3	70,5
	1976: 1315	5,3	81,6
Malabar (Tierdichte 7/ha)	1975: 878	12,8	81,8
	1976: 1205	14	90

(nach SWINGLAND u. COE 1979, S. 183)

Weiterhin wurde festgestellt, dass bei niedrigen Populationsdichten alle adulten Weibchen jährlich Eier legen bei bis zu 3 oder 4 Gelegen pro Jahr. In Bereichen mit hoher Populationsdichte gelangten nur 30 - 80 % der Weibchen in einem Jahr zur Eiablage bei maximal 2 Gelegen pro Jahr. Insgesamt wurde bei Weibchen in Populationen mit niedriger Tierdichte eine 3 bis 5 mal höhere Nachwuchsrate gefunden als bei Weibchen in Populationen mit hoher Tierdichte (SWINGLAND u. COE 1978). Weibchen, die auf Grand Terre dem Futterangebot folgend zur Küste migrieren, haben Sektionen zu Folge durchschnittlich doppelt so viele präovulatorische Follikel wie im Inland gebliebene Weibchen (SWINGLAND u. LESSELLS 1979).

Die Fortpflanzungs- und Nachzuchtrate (inkl. Kopulationen, Eiablagen, Schlüpflinge, überlebende Jungtiere) wird von GAYMER (1968) und GRUBB (1971) als sehr gering eingeschätzt (max. 5 %). PRITCHARD (1979) sieht die bestehende hohe Tierdichte als mögliche Ursache für die geringe Anzahl erfolgreicher Paarungsversuche. Trotzdem war in den 70er Jahren ein deutliches Populationswachstum zu verzeichnen (s. 2.1.2.1). Möglicherweise verdeutlicht dieser Widerspruch die Schwierigkeit der verlässlichen Bestandszählung bzw. -schätzung, bei der jüngere Tiere oft als unterrepräsentiert gefunden werden, dem späteren Populationsanstieg zu Folge aber vorhanden gewesen sein müssen.

Jungtierverluste

Nach SWINGLAND und COE (1978, 1979) sind Angaben über Jungtierzahlen und Jungtierverluste schwer zu machen, da sich Jungtiere in den ersten 2 bis 3 Lebensjahren sehr gut verstecken. Eier und Schlüpflinge werden primär von Predatoren (Krabben, Ratten, Vögel, Katzen) bedroht. Nesträuber zerstören auf Grand Terre 7 % auf Malabar 17 % der Gelege (SWINGLAND u. COE 1978, 1979).

Zyklische Veränderungen an den Gonaden

Bei Sektionen 51 adulter männlicher *G. gigantea* beobachteten SWINGLAND und COE (1978) einen Anstieg der Hodengewichte ab September mit einem Maximum im Februar (1 bis 2 Monate vor der paarungsintensivsten Zeit März bis April). Ein Hauptteil des Spermatogenese-Zyklus findet demnach während der Regenzeit statt, wenn die durchschnittliche Maximaltemperatur bei 31 °C liegt (BOURN 1977).

Aufgrund der Sektionsergebnisse von 144 weiblichen *G. gigantea* ist von einem Beginn des Follikelwachstums mit Beginn der Regenzeit (November 5 bis 15 mm) auszugehen. Maximale Follikelgrößen wurden im März/ April (bis 40 mm) bzw. Juni/

Juli (bis 45 mm) erreicht (BOURN 1977, SWINGLAND u. COE 1978). Ovulationen erfolgen somit 1 bis 2 Monate vor der Nistzeit. Obwohl nicht alle Weibchen jährlich Eier legen, wurden bei allen seziierten Weibchen wachsende Follikel gefunden.

Geschlechtsreife

Das Alter der Geschlechtsreife bei weiblichen Tieren in Populationen größerer Tierdichte wird mit 25 bis 30 Jahren (BOURN 1977), 20 bis 25 Jahren (PRITCHARD 1979) bzw. 23 Jahren (SWINGLAND u. COE 1978) angegeben. Weibchen in Populationen niedrigerer Tierdichte sind mit 16 bzw. 17 Jahren geschlechtsreif. Männchen erreichen die Geschlechtsreife in Populationen niedriger Tierdichten mit 18 bzw. 20 Jahren, in hohen Tierdichten mit 26 Jahren (SWINGLAND u. COE 1978).

Reproduktion anderer Unterarten bzw. Arten von Riesenschildkröten des Indischen Ozeans

Über die Reproduktion anderer Unterarten außerhalb Aldabras, die auf Granitinseln mit anderem Klima und Futterangebot leben, ist nichts bekannt (BEAVER 1991) außer den Angaben GERLACHS über Tiere (*Dipsochelys hololissa* und *Dipsochelys arnoldi*) des Schutzprojektes auf Silhouette. Daten zu diesen und den in das Zuchtprojekt auf der vegetationsreicheren Insel Curieuse umgesiedelten Tiere sind im Kapitel 2.3.4.1 dargestellt.

2.2.1.5 Erkrankungen und Mortalität

Erkrankungen

Außer Verletzungen oder Narben an gestürzten oder eingeklemmten Tieren bzw. fehlenden Zehennägeln, Gliedmaßen oder Schwänzen, die den Tieren im Jungtieralter von Predatoren abgerissen worden waren, wird von den auf Aldabra lebenden *G. gigantea* von keinen Krankheitsanzeichen berichtet (GAYMER 1968, GRUBB 1971).

Die auf Curieuse ausgesetzten Tiere waren bis auf den Befall mit Endoparasiten gesund. Wenige Tiere zeigten ausgeheilte Panzerverletzungen (durch herabfallende Kokosnüsse verursacht) sowie vermutlich angeborene Panzerabnormalitäten (SAMOUR et al. 1986, HART et al. 1991).

Mortalität

Für adulte *G. gigantea* wurde eine geringe Mortalität von 2 – 3 % ermittelt. Häufigste Todesursachen sind Hitzschlag, Einklemmen in Gesteinsspalten oder Abstürzen in Gruben (GAYMER 1967, BOURN 1976, BOURN u. COE 1978, COE et al. 1979, STODDART u. SAVY 1983). Dabei überwiegt die Anzahl der an den Küsten durch Hitzschlag gestorbenen Tiere die Zahl der im Inland auf andere Weise gestorbenen um den Faktor 8 (SWINGLAND u. LESSELS 1979).

Wegen ihres relativ geringen Auftretens vermutet GAYMER (1968) bei Jungtieren massive Verluste in den ersten 5 Lebensjahren. Da keine Anzeichen für Krankheiten oder Parasitosen vorlagen, schreibt er dies hauptsächlich den die Jungtiere bis 20 cm sCPL verzehrenden Predatoren (Landkrebs, Ibis, Landralle, Ratten) sowie Unfällen durch Einklemmen oder Abstürzen zu. Jedoch sei erneut auf die schwierige Auffindbarkeit juveniler Individuen hingewiesen.

2.2.2 *G. elephantopus* in ihrer natürlichen Umwelt

2.2.2.1 Umweltbedingungen auf den Galapagos-Inseln

Die Verbreitung der Unterarten von *Geochelone elephantopus* auf den verschiedenen Inseln ist in der Abbildung 3 dargestellt. Große Unterarten mit kuppelförmigem Panzer („Graser“) leben auf den großen Inseln mit üppiger Vegetation in den höher gelegenen Inselteilen. Kleinere Unterarten mit sattelförmigem Panzer („Browser“) bewohnen die kleineren und flacheren Inseln mit weniger variabler Vegetation und meist sehr trockenem Klima. Inseln mit einer regenzugewandten und einer trockenen Seite bieten Lebensraum für Schildkröten verschiedener Formen (SWINGLAND 1989).

Klima

Das Klima der äquatorial gelegenen Galapagos-Inseln wird durch das circannuale Wechselspiel verschiedener Meeresströmungen beeinflusst. Es bestehen zwei Jahreszeiten, die Garua-Saison und der El Nino.

In der Garua-Saison (Trockenzeit) von Juni bis Dezember ist es kühl und trocken. Durch den starken Einfluss des kalten Humboldtstromes entstehen besonders in den höheren Lagen tief hängende Wolken, Nebel und Nieselregen. Die Küsten und flacheren Inseln bleiben trocken und regenfrei. Dabei steigen die minimalen und maximalen Lufttemperaturen kontinuierlich von 17 – 23 °C auf 18 – 25 °C (MAC FARLAND et al. 1974b) bzw. die durchschnittliche Lufttemperaturen im Monatsverlauf 20 – 24 °C auf 22 – 26,5 °C an (SCHRAMM et al. 1999a). Für 3 bis 4 Stunden am Tag ist es sonnig. In der Garua-Saison finden die Tiere der kleineren trockenen Inseln sehr wenig Futter. Auf den großen Inseln halten sich viele ältere Tiere fast ganzjährig im feuchteren, vegetationsreichen Hochland auf. Nur zur Nistzeit migrieren die Weibchen zu ihren Eiablageplätzen im Tiefland.

Von Januar bis Mai ist es warm und regnerisch, die Zeit des El Nino (Regenzeit). Dabei kommt es durch warme Meeresströme aus dem Golf von Panama unregelmäßig zu heftigen Regengüssen. Es herrscht eine starke Sonneneinstrahlung mit täglich über 6 Sonnenstunden. Von August bis März setzt generell eine Erwärmung ein, die in der Zeit von Dezember bis März ihr Maximum erreicht. Die Lufttemperatur steigt von 23 – 28 °C auf 24 – 31 °C an. Als Boden- bzw. Nestinnentemperaturen wurden auf großen Inseln während der Nistzeit 24 – 32 °C und auf kleinen ariden Inseln 27 – 36 °C gemessen. Insgesamt besteht eine große Variation der Gesamtjahresniederschläge (MAYLAND 1989, SWINGLAND 1989b, MAC FARLAND et al. 1974b, SCHRAMM et al. 1999a).

Vegetation

Die Vegetation ist entsprechend der Niederschlagsmenge ausgeprägt. In tieferen Lagen (bis 50 m) wachsen eine offene Dornstrauchvegetation sowie verschiedene Kakteen. Lavafelder sind vegetationslos oder von Pionierpflanzen besiedelt.

Die Übergangszone (zwischen 50 und 400 m) wird von offenem Wald mit einem dichten Unterbewuchs an Büschen und Lianen dominiert. Es gibt viele Lichtungen und flache Tümpel. Ab einer Höhe von 200 bis 700 m wächst Laubwald. Die

höchstgelegenen (über 350 m), feuchtesten und sehr fruchtbaren Gebiete werden von immergrünem tropischen Wald mit dichtem Unterbewuchs geprägt. Hier liegen die Tagestemperaturen zwischen 19 °C und 23 °C, bei einer durchschnittlichen Luftfeuchte von 80 % (EIBL-EIBESFELD 1960, RODHOUSE et al. 1975).

Interaktionen von *G. elephantopus* mit der Umwelt

Einen großen zerstörerischen Einfluss auf die Vegetation haben verwilderte Haustiere ausgeübt. Auf einigen Inseln ist die Landschaft von Eseln, Pferden, Ziegen und Rindern regelrecht kahlgefressen (HONEGGER 1964). Im Gegensatz zu *G. gigantea* gibt es in der heutigen Zeit aufgrund der geringeren Tierzahlen und Tierdichten keine negative Beeinflussung der Umwelt durch *G. elephantopus*.

2.2.2.2 Ernährung und Wachstum

Ernährung

Die Ernährung von *G. elephantopus* richtet sich einerseits nach dem Habitat der verschiedenen Unterarten, andererseits nach dem saisonalen Futterangebot. Im feuchteren Hochland werden saftige Gräser, Kräuter, Kletterpflanzen, Büsche, Beeren, Fallobst und Flechten gefressen. Da diese üppige Vegetation in den Hochländern bodennah wächst, ernähren sich die hier lebenden kuppelförmigen Unterarten überwiegend mittels „Grasing“. Von CAYOT (1981) und JACKSON (1985) wurde eine große Vielfalt der Futterpflanzen festgestellt, indem über 50 verschiedene Pflanzen identifiziert wurden.

In den mehr ariden Gebieten werden herabhängende Blätter von Sträuchern sowie auch Opuntia-Kakteen gefressen. Die Schildkröten müssen sich dazu oft hochrecken, wobei ihnen ihre Sattlrückenform zugute kommt. Sie ernähren sich vorwiegend durch „Browsing“. Opuntia-Kakteen dienen besonders während der Trockenzeit als Wasserquelle (SNOW 1964, RODHOUSE et al. 1975, SWINGLAND 1989).

Die meisten Futterpflanzen sind relativ energiearm (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989), zeichnen sich aber aufgrund der Nähe zum Meer durch hohe Mineralstoffgehalte aus (NOEGEL u. MOSS 1989). Die Ernährungsweise wird mit der von Rindern u. a. Huftieren verglichen (NOEGEL u. MOSS 1989).

Im Bezug auf Fleisch und Aas als Nahrungsbestandteile bestehen unterschiedliche Ansichten. Einerseits wurde nicht beobachtet, dass *G. elephantopus* auf den Galapagos-Inseln Fleisch oder Aas gefressen hätte, sondern im Gegenteil sogar Desinteresse signalisiert habe (RODHOUSE et al. 1975, SWINGLAND 1989). Andererseits wurde von THORNTON (1971) berichtet, dass lebende Tiere und Aas gefressen wurden, jedoch mit sehr geringem Anteil.

Wachstum

Sowohl von den freilebenden Tieren als auch von den auf der CDRS gehaltenen und nachgezogenen Tieren stehen keine veröffentlichten Daten bezüglich des Wachstums zur Verfügung.

2.2.2.3 Verhalten und Sinnesleistungen

Tagesaktivität

Da die Unterarten von *G. elephantopus* auf mehreren Inseln verschiedener klimatischer Bedingungen und verschiedener Vegetation vorkommen, weisen sie auch verschiedene Tagesaktivitäten auf. Tiere in arider Umgebung sind vergleichsweise weniger aktiv und zeigen z. T. eine bimodale Tagesaktivität. Insgesamt ist die relative Zeit für Futteraufnahme, Fortbewegung und Ruhe extrem variabel. In der Mittagshitze und nachts ruhen oder schlafen die Tiere mit ausgestreckten Beinen und Köpfen. Die Tiere kehren täglich oder erst nach einigen Tagen an ihre Schlafplätze, in den Boden gedrückte und gegrabene Mulden, zurück. Tiere in der dichter bewachsenen Übergangszone suchen tagsüber von ihrem Ruheplatz aus zirkulär die Umgebung nach Futter ab. Einige Individuen brechen dabei durch Gebüsche, während andere ausgetretenen Routen folgen. Die im Laufe eines Tages zurückgelegten Wegstrecken liegen zwischen 20 und über 400 m (RODHOUSE et al. 1975, SWINGLAND 1989).

Einige Individuen scheinen während sehr trockener Zeit eine Art Trockenschlaf zu halten. Von HONEGGER (1964) wurden Tiere in Höhlen und kanalartigen Vertiefungen erstarrter Lava sowie im Hochland unter Büschen in schlafähnlichem Ruhezustand gefunden.

Migration

Auch die Schildkröten der Galapagos-Inseln zeigen eine saisonale Migration. Zwar halten sich viele adulte Tiere ganzjährig in der Nähe der Süßwasserquellen im Hochland auf. Im April und Mai wandern jedoch viele Weibchen zur Eiablage an die mehr ariden Küsten zurück. Auch einzelne Männchen migrieren zur Küste. Jungtiere halten sich bis zum Alter von 10 bis 15 Jahren in Küstennähe auf, erst danach wandern auch sie ins Hochland (SNOW 1964, RODHOUSE et al. 1975, SWINGLAND 1989).

Sozialverhalten

Bei den Männchen von *G. elephantopus* kommt es verhältnismäßig häufig zu Interaktionen, wobei sie bei den sattelrückenförmigen Unterarten überwiegen. Ursache dafür ist wahrscheinlich die stärkere Nahrungskonkurrenz in trockeneren Biotopen.

Bei der Konfrontation zweier Männchen begegnen sich diese mit hoch ausgestreckten Hälsen, Bissandeutungen und Schnappbewegungen. Tatsächliche Bissverletzungen sind allerdings selten. Bei den Auseinandersetzungen siegt rituell das Männchen, welches den Kopf höher streckt. Die Panzergröße ist demnach von geringerer Bedeutung als die Länge von Hals und Gliedmaßen sowie die kraniale Aufwölbung des Carapax. Bei den Männchen besteht somit eine Rangfolge und Männchen dominieren über Weibchen. Weibchen untereinander scheinen allerdings kaum Sozialkontakt aufzubauen (FRITTS 1983, SCHAFER u. KREKORIAN 1983).

Die Abwehrreaktion der Tiere besteht wie bei *G. gigantea* im Einziehen von Kopf und Gliedmaßen unter Zischen und Absenken des Panzers. Danach folgt manchmal

Kopfnicken als Teil des Imponiergehaves. Manche Tiere verstecken sich oder graben sich ein, wenige reagieren mit Beißen (SWINGLAND 1989).

Wie bei *G. gigantea* gibt es auch bei *G. elephantopus* Beziehungen zu Vögeln (z. B. Finken *Geospiza sp.* und Spottdrosseln *Nesomimus sp.*), die offenbar Ektoparasiten entfernen. BEEBE (1924) und RODHOUSE et al. (1975) berichten, dass sich die Schildkröten dazu aufstellen.

Sinnesleistungen

Der Geruchssinn und der Sehsinn sind gut entwickelt. Die Männchen von *G. elephantopus* stoßen bei der Paarung Laute aus, die jedoch relativ leiser sein sollen als bei *G. gigantea* (RODHOUSE et al. 1975, SWINGLAND 1989).

2.2.2.4 Fortpflanzung

Jahreszeitliche Reproduktionsabläufe

Paarungen werden von Dezember bis August beobachtet, wobei die meisten zwischen Februar und April stattfinden. Auf den größeren Inseln halten sich Weibchen wie Männchen zur Paarungszeit im Hochland auf. Zur Nistzeit kommen die Weibchen aus dem Hochland herab. Da es dort vermutlich zu kühl und zu feucht zur Inkubation ist, werden die Eier in Küstennähe in tiefe, grabbare Erde abgelegt. Die Nistzeit beginnt gegen Ende Juni und dauert bis Ende November. Der Schlupf erfolgt nach 4 bis 8 Monaten von November bis April, wobei die Schlüpflinge bis zu 4 Wochen benötigen, um sich aus dem Nest an die Erdoberfläche emporzuarbeiten (EIBL- EIBESFELD 1960, HONEGGER 1964, SNOW 1964, HENDRICKSON 1966, STAEDELI 1972, MAC FARLAND et al. 1974b).

Es wurde nicht beobachtet, dass die Weibchen während einer bestimmten zeitlichen Periode besonders paarungsbereit sind. Während der Paarungszeit werden sie jedoch von den Männchen gezielt aufgesucht. Diese können sich nur bei genügender Ausdauer mit den Weibchen paaren (MAC FARLAND et al. 1974b).

Paarungsverhalten

Das Paarungsverhalten von *G. elephantopus* ist weitestgehend mit dem von *G. gigantea* identisch (s. 2.3.2.1.2), weshalb hier auf eine Darstellung verzichtet wird.

Eiablage, Inkubation, Schlupf

Die Weibchen bauen ihre Nester in relativ feinem Substrat (kein Sand, keine grobklumpige Erde), welches bei Befeuchtung gut klebt und stabile Wände für das stiefelförmige Nest bildet. Nach dem Abdecken des Geleges und dem Verschließen des Nestes mit Substrat drücken die Weibchen die Oberfläche durch Drehungen des Bauchpanzers glatt (EIBL- EIBESFELD 1960, MAC FARLAND et al. 1974b).

Die Gelegegröße variiert zwischen 8 und 17 Eiern (BECK 1902), wobei einerseits große Unterschiede zwischen den Weibchen verschiedener Unterarten bestehen, andererseits sich die Gelegegrößen innerhalb eines Jahres sehr unterscheiden (SWINGLAND 1989). Für *G. e. porteri* (größere, kuppelförmige Unterart) werden durchschnittliche Gelege mit 9,6 Eiern (3 bis 16), für *G. e. ephippium* mit 4,6 Eiern (4 bis 8) angegeben. Dabei werden bei *G. e. porteri* 1,1 bis 2,2 % beschädigte Eier, bei *G. e. ephippium* 1,5 bis 10,3 % beschädigte Eier vorgefunden.

Die Gewichte der Eier betragen durchschnittlich 157 g für große Unterarten (*G. e. darwini*) und durchschnittlich 82 g für kleine Unterarten (*G. e. hoodensis*).

Die Inkubationszeit beträgt für *G. e. porteri* 110 bis 250 Tage, für *G. e. ephippium* 85 bis 120 Tage. Der längeren Inkubationszeit für *G. e. porteri* liegt eine kühlere Umgebungstemperatur zu Grunde. Der Schlupf dauert 4 bis 7 Tage. Das Schlupfgewicht der Jungtiere liegt je nach Unterart zwischen 57 und 109 g. Die Reabsorption des Dottersackes erfolgt in den ersten 4 bis 10 Tagen. Trotz der verhärteten Nestoberfläche gelingt es fast allen Schlüpflingen, sich zur Erdoberfläche zu graben. Nur sehr wenige bleiben stecken (MAC FARLAND et al. 1974b, SWINGLAND 1989).

Reproduktionsleistung

Im Gegensatz zu *G. gigantea* konnte keine signifikante Korrelation zwischen der Niederschlagsmenge und dem damit verbundenen Futterangebot sowie der Gelegegröße festgestellt werden (MAC FARLAND nach SWINGLAND 1989).

Fertilität

Die Fertilitätsrate der Eier von *G. e. porteri* und *G. e. ephippium* beträgt 80 bis 85 %. Die Schlupfrate liegt bei 76 bis 82 %.

Zyklische Veränderungen der Gonaden

Bei *G. elephantopus* wurde aufgrund der geringeren Bestandszahlen der Entwicklungszyklus der Hoden im Gegensatz zu *G. gigantea* nicht anhand von Sektionen untersucht. Die Untersuchungen der Sexualsteroiden von ROSTAL et al. (1998) und SCHRAMM et al. (1999b) (s. Kapitel 0) lassen jedoch auf einen pränuptialen Ablauf der Spermatogenese schließen. Demnach kann, wie von CASARES et al. (1995) vermutet, eine Zunahme der Hodengewichte einige Monate vor der Hauptpaarungszeit (März - April) angenommen werden.

Geschlechtsreife

Die Geschlechtsreife wird geschlechtsunspezifisch mit 20 bis 30 Jahren angegeben (SCHRAMM 1998).

Reproduktion verschiedener Unterarten

Auf Unterschiede in der Reproduktionsleistung, die mit der Unterart und somit einerseits der Größe der Weibchen, andererseits den Umweltbedingungen, zusammenhängen, wurde im vorangegangenen Text bereits hingewiesen.

2.2.2.5 Erkrankungen und Mortalität

Erkrankungen

Insgesamt wird berichtet, dass nur sehr wenige Krankheiten bei *Geochelone elephantopus* auftreten, KEIRANS et al. (1973) fand drei parasitierende Zeckenarten. Nach COUCH et al. (1996) litten nur ca. 4 % der Tiere an einer Kokzidiose.

Mortalität

Jungtiere bis zum Alter von 3 - 4 Jahren sterben meist durch Unfälle, wie z. B. Herabstürzen in Erd- bzw. Gesteinslöcher sowie durch Hitzschlag. Gelegentlich treten Erkrankungen des Respirationsapparates auf. Aufgrund ihrer geringeren Fettreserven sind Jungtiere anfällig für Nahrungsmangel in Jahren mit starker Trockenheit. Die Mortalitätsrate älterer Tiere ist sehr niedrig (MAC FARLAND et al. 1974a).

2.3 Riesenschildkröten in menschlicher Obhut

2.3.1 Haltung und Fütterung

Historische und aktuelle Tierzahlen

In Deutschland wurde schon 1896 von Elefantenschildkröten (*G. gigantea*) im Zoologischen Garten Hamburg berichtet. Im Zoo Hannover wurden sie erstmals 1902 und im Berliner Zoo 1913 ausgestellt (SCHACHT 1902, JUNGHANS 1916). Die ersten Tiere in Zürich gab es 1929 (HONEGGER 1998).

Im Jahre 1928 brachte eine Galapagos-Expedition 180 Exemplare *G. elephantopus vicina* vom südlichen Teil der Insel Isabela mit und übergab sie Zoos in den USA und Australien. Es sollten aufgrund akuter Bestandsgefährdung Zuchtgruppen außerhalb ihrer natürlichen Umwelt geschaffen werden. Alle importierten Tiere waren noch sehr jung (SHAW 1967). In Basel gab es die ersten Galapagos-Riesenschildkröten (*G. elephantopus*) 1903, in Zürich 1946 (DOLLINGER et al. 1997).

Aldabra-Riesenschildkröten

Nach HONEGGER (1967) gab es weltweit 1959/1960 112 Exemplare, 1965 sogar 209 Exemplare von *G. gigantea* in zoologischen Gärten. In der ISIS-Liste (International Species Information System) vom März 1999 sind 145,129,21 (m, w, unbekanntes Geschlecht) Exemplare von *G. gigantea* bei 90 Haltern registriert.

Galapagos-Riesenschildkröten

1976 wurden 293 Exemplare von *G. elephantopus* in 62 nordamerikanischen Haltungen gezählt (Anonym 1977).

Beim Aufbau eines Zuchtbuches durch SCOTT THOMSON (Universität Canberra/Australien) waren im Juni 1989 389 (93,73,219) Tiere verzeichnet. In der ISIS-Liste sind im März 1999 weltweit bei 50 Haltern die in Tabelle 7 dargestellten Galapagos-Riesenschildkröten registriert. Bei Vergleich beider Datenmengen wird deutlich, dass die aktuelle Tierzahl von den Haltern offenbar nur unvollständig zur Registrierung gemeldet wird.

Tabelle 7: Verzeichnis 1999 in menschlicher Obhut gehaltener *G. elephantopus*

Unterarten	Tierzahl (m, w, unbekanntes Geschlecht)
<i>G. elephantopus</i> , Unterart unbekannt	41,39,91
<i>G. e. darwini</i>	1,0,0
<i>G. e. elephantopus</i>	1,2,4
<i>G. e. guentheri</i>	2,1,0
<i>G. e. microphyes</i>	2,3,0
<i>G. e. porteri</i>	4,4,10
<i>G. e. vandenburghi</i>	2,0,0

(nach ISIS März 1999)

2.3.1.1 Haltung von *G. gigantea*

In einigen Zoos werden *G. gigantea* und *G. elephantopus* gemeinsam in einem Gehege gehalten, z. B. in Sydney, Barcelona, Phoenix, Zürich sowie im Izu-Andyland-Aquarium (PETERS u. FINNIE 1979, RUIZ et al. 1980, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998). Üblich sind auch Vergesellschaftungen mit anderen Schildkröten, z. B. der Spornschildkröte *Geochelone sulcata*. Dabei gibt es wenig oder keine Interaktionen (STEARNS 1988, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995).

2.3.1.1.1 Bestandsgröße und Geschlechterverhältnis

Als die ersten Aldabra-Riesenschildkröten in Zoos gezeigt wurden, bestand aufgrund des hohen Schauwertes eine Präferenz für große und somit vorwiegend männliche Tiere. Außerdem wurden fast ausschließlich männliche Tiere von den Seychellen exportiert (NOEGEL 1967).

Bei den in der Literatur beschriebenen Haltungen werden meist kleine Gruppen mit bis zu 6 Tieren genannt. Das Geschlechterverhältnis ist dabei entweder ausgeglichen oder weist einen höheren Anteil Weibchen auf, wie in Tabelle 8 gezeigt. Die Ursache für den großen Anteil weiblicher Tiere liegt wahrscheinlich darin begründet, dass die meisten Publikationen aus Haltungen mit Nachzuchterfolgen oder starken Bemühungen darum vorliegen und demnach auch ein großes Interesse an Gruppen mit vielen Weibchen bestand.

Tabelle 8: Geschlechterverhältnis bei beschriebenen Haltungen von *G. gigantea*

Zoo	Tiere (m, w)	Quelle
Sydney	2,2	PETERS u. FINNIE 1979
St. Catherines Island	3,4	BEHLER u. VALENZUELA 1983
Jacksonville	2,2	COLLINS 1984
Stanford	1,1	STEARNS 1988
Zürich	2,4	CASARES et al. 1995
Izu- Andyland- Aquarium	4,11	CHIDA 1998
Hirakawa Zoo	1,1	TERAHARA u. MORIYAMA 1998
LFBS Seffner	12,18	NOEGEL pers. Mitteil. 2000

Den ISIS-Listen der Jahre 1994 -1999 ist zu entnehmen, dass in sehr vielen Zoos noch immer kleine Tiergruppen gehalten werden. Die Einteilung in Gruppengrößen mit mehr oder weniger als 5 Tieren wurde von mir gewählt, da sie eine überschaubare Zuordnung ermöglicht und auch in der von mir durchgeführten Befragung Verwendung findet.

Von insgesamt 90 aufgeführten Haltern sind 1999:

- 49 Zoos mit Tiergruppen < 5 Exemplare,
- 23 reine Männchen- oder Weibchengruppen bzw. Einzeltiere,
- 15 mit Gruppen \geq 5 Exemplare
- 3 Haltungen von ausschließlich subadulten Exemplaren.

Dabei ist das Geschlechterverhältnis meist 1:1 (57 % der Halter), mehr Männchen gibt es bei 25,5 %, mehr Weibchen bei 17,5 % der Halter.

Aufgrund der Bemühungen um Nachzucht sind in den letzten 10 Jahren auch in einigen europäischen Zoos größere Tiergruppen adulter Individuen zusammengestellt worden, z. B. in Bochum, Hannover, München und Prag sowie mindestens in 2 Privathaltungen in Großbritannien.

2.3.1.1.2 Außengehege

Den klimatischen Bedingungen entsprechend können die adulten Tier in einigen Zoos, z. B. in Sydney, Florida und Gran Canaria, ganzjährig im Außengehege bleiben. Bei niedrigen Außentemperaturen, als Windschutz und nachts steht in diesen Fällen ein beheizter Unterstand zur Verfügung (PETERS u. FINNIE 1979, COLLINS 1984, OROS et al. 1996).

Akklimatisierte adulte *G. gigantea* werden von STEARNS (1988) und COLLINS (1984) als kälteunempfindlich bezeichnet und sollen minimale Nachttemperaturen von 6 °C tolerieren. Die Tagestemperaturen müssen dann jedoch mindestens 17 °C betragen, um den Tieren eine ausreichende Tagesaktivität und eine physiologische Körpertemperatur für die Nacht zu ermöglichen.

Häufig ziehen sich die Tiere bei Temperaturen unter 15 °C eigenständig in das beheizte Innengehege/Unterstand zurück, in anderen Fällen werden sie getragen, mit Futter gelockt oder getrieben (TUCHAK u. ELLIS 1979, COLLINS 1984). Das manuelle Umsetzen geht allerdings immer mit einer erhöhten Stressbelastung einher. So berichtet HONEGGER (1998) vom regelmäßigen Absetzen dünnflüssigen Kotes nach diesem Handling. Optimal sind direkt an den Auslauf angrenzende Innengehege, die abends sowie für die winterliche Innenhaltung ein stressfreies Anlocken der Tiere mit Futter ermöglichen.

Gehegegröße

G. gigantea wird von den verschiedenen Haltern unterschiedlich viel Fläche angeboten. Beispielsweise stehen zum Zeitpunkt der jeweiligen Haltungsbeschreibung

- 2,1 Tieren im Dreher Park Zoo 6000 m²,
- 1,1 Tieren in Stanford 3300 m²,
- 4,11 Tieren im Izu-Andyland Aquarium 205 m² zur Verfügung.

Im Durchschnitt beträgt die Größe der Außengehege 200 m² bis 400 m² für 4 bis 6 adulte Tiere (PETERS u. FINNIE 1979, TUCHAK u. ELLIS 1979, BEHLER u. VALENZUELA 1983, STEARNS 1988, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998).

Gehegeboden und -strukturierung

Im Außengehege dienen als Untergrund unbewachsener Boden, Wiese bzw. Sand und Wiese (PETERS u. FINNIE 1979, BEHLER u. VALENZUELA 1983, WILLIAMS 1986, STEARNS 1988, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Zur Strukturierung, als Schattenspender und als Rückzugsort dienen Büsche und Bäume (TUCHAK u. ELLIS 1979, BEHLER u. VALENZUELA 1983, COLLINS 1984, STEARNS 1988, CHIDA 1998, HONEGGER 1999).

Im LFBS Seffner und im Zoo Zürich sind die Außengehege mit Gräben und Hügeln gestaltet (NOEGEL u. MOSS 1989, HONEGGER et al. 1995).

Viele Außengehege weisen ein Wasserbecken zum Baden oder eine Schlammuhle auf (PETERS u. FINNIE 1979, TUCHAK u. ELLIS 1979, COLLINS 1984, STEARNS 1988, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998). Teilweise haben sich die Riesenschildkröten selbst eine Schlammuhle gegraben (PETERS u. FINNIE 1979).

2.3.1.1.3 Innengehege

In Haltungen mit gemäßigttem Klima (Nordamerika, Europa, Japan) gibt es zusätzlich ein beheizbares Innengehege. Dort sind die Tiere teilweise nachts sowie zumeist durchgehend von September/Oktober bis März/April untergebracht (BEHLER u. VALENZUELA 1983, COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, STEARNS 1988, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998). Einige Halter erlauben den Tieren auch, an milden Wintertagen ins Außengehege zu gehen (BEHLER u. VALENZUELA 1983, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Gehegegröße und -gestaltung

Die Größe des Unterstandes oder Innengeheges variiert von 12 m² für 2,2 Tiere bis zu 87 m² für 4,11 Tiere (COLLINS 1984, CHIDA 1998). Dabei steht den Tieren mehr Platz zur Verfügung, die einen Großteil des Jahres im Innengehege verbringen.

Ein spezieller Eiablageplatz ist für die Haltung in Zürich beschrieben (s. 2.3.1.4.3).

Ein Wasserbecken im Innengehege existiert bei der Haltung in Barcelona, im Izu-Andyland Aquarium sowie in Zürich (RUIZ et al. 1980, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998).

Temperatur

Die Raumtemperatur beträgt

- in St. Catherines Island mindestens 10 °C
- im Dreher Park Zoo mindestens 24 °C
- in Zürich 24 - 28 °C
- im Izu-Andyland Aquarium über 24 °C
- im Hirakawa Zoo 10 - 17 °C

(TUCHAK u. ELLIS 1979, BEHLER u. VALENZUELA 1983, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Als Wärmequellen dienen Bodenheizung, Raumheizung und Infrarot-Lampen. In Zürich wird in Bodennähe ein Temperaturgradient von 24 - 32 °C erzielt. In St. Catherines Island beträgt die Bodentemperatur mindestens 27 °C und im Hirakawa Zoo mindestens 20 °C (BEHLER u. VALENZUELA 1983, CASARES et al. 1995, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Luftfeuchte

Angaben zur Luftfeuchtigkeit werden von keinem Autor gemacht.

Licht und Beleuchtung

Um eine möglichst hohe Lichtintensität auch im Winter zu erreichen, ist in einigen Haltungen das Dach des Riesenschildkrötenhauses mit Fenstern ausgestattet (BEHLER u. VALENZUELA 1983, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998). Aus den anderen Haltungen fehlen Angaben zur Beleuchtung im Innengehege.

Messungen der Lichtintensität in Zürich (lichtdurchlässiges Dach) ergaben jedoch eine Erniedrigung der Lichtintensität um 42 % an sonnigen Tagen und 69 - 80 % an bewölkten Tagen. Weibchen mit heranreifenden Eiern sind nach LICHT (1972) besonders wärmebedürftig. In der Annahme, dass trotz Bodenheizung und lichtdurchlässigem Dach die Tiere zusätzliche Wärme- und Lichtreize benötigen, wurde 1988 in Zürich ein Strahlersystem installiert, welches als zusätzliche Wärme- und Lichtquelle dient (CASARES et al. 1995).

UV-Bestrahlung

Eine regelmäßige UV-Bestrahlung wird von CASARES et al. (1995) für die Züricher Haltung erwähnt. Das installierte Strahlersystem kombiniert Infrarot- und UV-Quellen (Vita-Lites®). Den Schildkröten wird unter der Bestrahlungsanlage zweimal täglich Futter während einer Bestrahlungsdauer von je 30 Minuten angeboten. Die Strahler befinden sich in 2,5 m Höhe, so dass die Oberflächentemperatur des Carapax 32 °C nicht überschreitet.

Im Izu-Andyland Aquarium sind Vollspektrum-Strahler (True light®) installiert, Angaben zu Bestrahlungsdauer und Frequenz werden nicht gemacht (CHIDA 1998).

2.3.1.1.4 Management

Um die Aktivität der Tiere zu fördern, wird in Zürich und im Sedgwick County Zoo Futter an mehreren Stellen verteilt angeboten (CASARES et al. 1995, WEISS 2000). Außerdem sollen in Zürich zusätzliche Licht- und Wärmequellen für die Erhöhung der Tagesaktivität im Winter sorgen (HONEGGER 1998). Im LFBS Seffner werden die Tiere zweimal jährlich in ein anderes Außengehege umgesetzt (Wechselbeweidung). Weiterhin werden dort gelegentlich innerhalb des Geheges Strukturen verändert. Auf diese Weise wird die Bewegungsaktivität der neugierigen Tiere stimuliert. Im Sedgwick County Zoo werden *Geochelone gigantea* sogar auf Targets - ein Tennisball auf einem Stock - trainiert. Als Belohnung für das Berühren des Targets werden sie gestreichelt oder erhalten Futter (Möhren). So sind bei einem Tier sogar Blutentnahmen möglich, wenn es sich aufstellt und den Target berührt. Außerdem soll das Einreiben der Tiere mit Feuchtigkeitsmilch zum Wohlbefinden beitragen (WEISS 2000). Auf die von wenigen Haltern praktizierte Geschlechtertrennung wird im Kapitel 2.3.2.3 eingegangen.

2.3.1.1.5 Gesetzliche Vorschriften zur Haltung

Von den wissenschaftlichen Behörden der Schweiz und Liechtensteins sind Mindestanforderungen für die Haltung von Riesenschildkröten erarbeitet worden. Diese gelten für Tiere aus Anhang A des WA (*Geochelone elephantopus*) als verpflichtend, für Tiere aus Anhang B des WA (*Geochelone gigantea*) als Empfehlung. Demnach ist die Mindestfläche im Innengehege für 4 Tiere 24 m², für jedes weitere Tier 2 m² mehr. Das Außengehege muss für 4 Tiere eine Fläche von mindestens 100 m², für jedes weitere Tier zusätzlich 20 m² bieten (DOLLINGER et al. 1997).

In Deutschland wurde 1997 das „Gutachten über Mindestanforderungen an die Haltung von Reptilien“ vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten herausgegeben, welches in allen Bundesländern verbindlich gilt, sofern nicht eine noch strengere Rechtsvorschrift übergeordnet ist. In dem Gutachten wird zur Haltung adulter *Geochelone elephantopus* und *Geochelone gigantea* zusammenfassend eine Terrariengröße von Länge = 8 x CPL_{max} und Breite = 4 x CPL_{max} für 2 Tiere empfohlen. Für jedes dritte und vierte Tier ist die Grundfläche um 10 %, ab dem fünften Tier um 20 % zu vergrößern. Es werden außerdem Gruppenhaltung, Freilandhaltung nur in den Sommermonaten (Gehege mit Sonnen- und Schattenplätzen, möglichst beheizbares Schutzhaus) und im Gehege ein Wärmespot mit einer Strahlungswärme von bis zu 45 °C angeraten (BLAHAK et al., BMELF 1997).

2.3.1.1.6 Jungtierhaltung

In menschlicher Obhut gelegte Eier werden bis zum Schlupf in Inkubatoren aufbewahrt. Zur Dottersackresorption verbleiben die Schlüpflinge auch nach dem Schlupf noch etwa 5 - 10 Tage im Inkubator. In dieser Zeit streckt sich der gekrümmte Carapax. Nach dieser Zeit werden die Schlüpflinge aus dem Inkubator in spezielle Terrarien umgesetzt (STEARNS 1988, CHIDA 1998).

Terrarium und Auslauf

Die Haltung der Schlüpflinge und Jungtiere erfolgt in Holzterrarien (PETERS u. FINNIE 1979, CHIDA 1998), Glas- oder Kunststoffbehältern (WILLIAMS 1986).

Als Einstreu dienen Kaninchenpellets (WILLIAMS 1986), Heu (STEARNS 1988) oder Teppichboden (CHIDA 1998). Ungeeignet sind dagegen aufnehmbare anorganische Substanzen wie Sand und feinkörniger Kies, da sie zu gastrointestinalen Störungen führen können. Luzerne-Pellets haben sich ebenfalls nicht bewährt. Nach Aufnahme dieser eiweißreichen Pflanzenpellets wurden bei halbjährigen Tieren Anzeichen einer beginnenden pyramidalen Carapaxverformung beobachtet (STEARNS 1988).

Den Jungtieren wird Auslauf mit der Möglichkeit zu grasen sowie direktes Sonnenlicht während täglichem mehrstündigem Aufenthalt in Drahtkäfigen im Außengehege geboten (PETERS u. FINNIE 1979, COLLINS 1984, STEARNS 1988). Bei fortgeschrittenem Alter bzw. Körpergröße werden sie bei geeignetem Wetter auch permanent unter Drahtabdeckung im Außengehege gehalten (PETERS u. FINNIE 1979).

Jungtiere werden mehrmals wöchentlich gebadet (COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, STEARNS 1988, TERAHAWA u. MORIYAMA 1998) oder verfügen über ein Badebecken im Terrarium (CHIDA 1998).

Temperatur

Als Wärmequellen in den Jungtierterrarien dienen Heizkissen, Bodenheizung bzw. Infrarot-Strahler. Sie gewährleisten eine Temperatur von 24 °C (PETERS u. FINNIE 1979) bzw. einen Temperaturgradienten von 24 °C bis 32 °C (STEARNS 1988, CHIDA 1998) für einjährige Jungtiere sogar von 25 °C bis 47 °C (STEARNS 1988).

Luftfeuchte

Nach CHIDA (1998) ist eine relative Luftfeuchtigkeit von 40 - 60 % als geeignet anzusehen. Von anderen Autoren fehlen diesbezügliche Angaben.

UV-Bestrahlung

Als UV-Quelle dienen Vollspektrumlampen (Vita-Lites®), Schwarzlichtlampen (Blacklights®) oder UV-Lampen (Power UV-B-Lampen®) (STEARNS 1988, CHIDA 1998). Es fehlen jedoch detaillierte Angaben zu Bestrahlungsdauer und -frequenz.

2.3.1.1.7 Private Haltung von *G. gigantea* auf den Seychellen-Inseln

Traditionell wird bei der Geburt eines Kindes diesem eine junge Riesenschildkröte geschenkt. Aus diesem Grund befinden sich auf den Seychellen viele dieser Tiere in Privathaltung.

HONEGGER beschreibt 1967 die Haltung von Aldabra-Riesenschildkröten in alten Schweineställen und Pferchen als ortsüblich. Neben Bananenblättern und Früchten bestand die Fütterung aus Garten- und Küchenabfällen. Koprophagie wurde beobachtet. Es wird auch berichtet, dass manche Tiere bei gemeinsamer Haltung mit Schweinen und Geflügel in einem Pferch gelernt haben, gezielt Ferkel und Hühner zu töten, indem sie sich darauf fallen lassen. Die „Beute“ wurde aufgefressen (PRITCHARD 1979). Der Boden in diesen Pferchen war in der Trockenzeit so hart, dass kein Nestbau möglich war. Die folglich auf den Boden abgelegten Eier wurden von Hausschweinen gefressen. In der Regenzeit stauten sich in den Stallungen große Wassermengen. Solche Privathaltungen existierten 1966 auf Mahe, Fregate, Cousin und Therese.

Bis heute hat sich an den Haltungsbedingungen wenig geändert. GERLACH berichtete 1999 von vergleichbaren Haltungsbedingungen (pers. Mitt.). Als Unterkunft diente beispielsweise ein Pferch von 6 m² für 4 adulte bzw. von 30 m² für 16 adulte Tiere ohne jeglichen Auslauf. Eine erfolgreiche Reproduktion fand unter diesen Umständen nicht statt.

2.3.1.2 Fütterung von *G. gigantea*

Fütterung adulter Tiere

An dieser Stelle soll zuerst auf die im Anhang befindliche Tabelle I (Anhang) verwiesen werden. In ihr sind Fütterungsangaben verschiedener Haltungen zusammengestellt. Im Folgenden werden grundsätzliche Fütterungsansprüche besprochen.

Riesenschildkröten gehören ernährungsphysiologisch zu den Enddarm-Fermentierern (RODHOUSE et al. 1975). Sie benötigen eine abwechslungsreiche und rohfaserreiche Fütterung (NOEGEL u. MOSS 1989, EDWARDS 1991, STARRETT 1992). NOEGEL und MOSS (1989) nennen als geeignete Futtermittel in der Reihenfolge Laub, Grünfütter, Gemüse und Obst.

Nach EDWARDS (1991) ist eine abwechslungsreiche und mit rohfaserreichen Pellets ergänzte Grünfütterung bedarfsdeckend. Anstelle der Fütterung von Obst sollte die gelegentliche Gabe von Gemüse stehen. Eine zusätzliche Supplementierung von Vitaminen, Mineralstoffen und Aminosäuren sei demnach nicht notwendig. NOEGEL und MOSS (1989) weisen hingegen explizit auf eine ausreichende Supplementierung von Kalzium zur Prophylaxe von Muskelschwächen und Panzerverformungen hin.

STEARNS (1988), EDWARDS (1991) und CASARES et al. (1995) geben an, dass Obst nur in geringen Mengen gefüttert wird. Dazu erfolgte teilweise eine temporäre Futterumstellung. Im Züricher Zoo orientiert sich die Futterzusammenstellung an der

Nahrung frei lebender Tiere auf Aldabra, nachdem 1983 ein Tier in Folge chronischer Nephritis und Viszeralgicht verendet war (CASARES et al. 1995). Im Potter Park Zoo konnten Tiere, denen vordem nur rohfasernarmes Obst und Gemüse verabreicht worden waren, nach mehreren Wochen an eine Futtermischung aus Heu und rohfaserreichen Pellets adaptiert werden (EDWARDS 1991). CHIDA (1998) beschreibt, dass nach restriktiver Fütterung mit Umstellung auf einen erhöhten Anteil an Grünfutter eine Verbesserung der Vitalität und Paarungsaktivität verzeichnet werden konnte. Auch nach BEHLER und VALENZUELA (1983) mangelt es adipösen Männchen an Fortpflanzungstrieb. In den Abbildungen 5 und 6 sind ein Männchen in physiologischem Ernährungszustand und ein hochgradig adipöses Männchen gegenübergestellt.

Bezüglich der proteinreichen Futterbestandteile bestehen große Unterschiede zwischen den beschriebenen Haltungen. NOEGEL und MOSS (1989) füttern zur Steigerung der Vitalität hochwertiges Eiweiß (Ei, Hundefutter). Im Gegensatz dazu sehen STEARNS (1988) eiweißreiche Futtermittel generell und EDWARDS (1991) in Anlehnung an RODHOUSE et al. (1975) eiweißreiche Futtermittel tierischer Herkunft als ungeeignet an.

Die Frequenz der Fütterung bzw. Zufütterung zum Grünfutter variiert von täglich bis 2 - 3mal wöchentlich.

Fütterung der Schlüpflinge und Jungtiere

Die erste Nahrungsaufnahme erfolgt ein bis zwei Wochen nach dem Schlupf (PETERS 1977, WILLIAMS 1986, STEARNS 1988, CHIDA 1998). Zu den Ansprüchen an die Fütterung der Jungtiere finden sich in der Literatur widersprüchliche Angaben, von denen einige exemplarisch in der Tabelle II (Anhang) aufgezeigt sind. Nach BEHLER und VALENZUELA (1983) führen unphysiologisch hohe Wachstumsraten der Jungtiere, die bei energiereicher Fütterung beobachtet werden konnten, zu Panzerdeformationen. Beispiele für ein Jungtier und ein adultes Tier mit pyramidalen Carapaxverformungen sind in den Abbildungen 7 und 8 dargestellt. NOEGEL und MOSS (1989) hingegen sehen die Zufütterung hochwertigen Eiweißes an Jungtiere als essentiell an.

In Sydney wurden Futterrationen mit Fliegenlarven und Mehlkäferlarven eingesetzt, ohne dass bis zum 5. Lebensjahr krankhafte Veränderungen auftraten (PETERS u. FINNIE 1982). Hingegen berichtet CHIDA (1998) von Panzerverformungen bei einjährigen Jungtieren im Izu-Andyland Aquarium, die protein- und energiereiche Kost erhielten. Daraufhin wurden neben verstärkter Kalzium-Supplementierung ein erhöhter Anteil an Wildkräutern, Gräsern und Klee, sowie weniger Obst und Gemüse gefüttert. Bei insgesamt restriktiverer Fütterung stellt sich bei juvenilen und adulten Tieren zudem als Nebeneffekt eine gesteigerte Körperaktivität durch verlängerte Futtersuche ein.

Die Fütterungsfrequenz variiert dabei zwischen mehrmals wöchentlich und täglich. Bezüglich der Futtermenge berichtet CHIDA (1998), dass Schlüpflinge eine tägliche Futterraufnahme von 5 % des Körpergewichtes aufweisen. TERAHARA und MORIYAMA (1998) berichten, dass im Alter von 7 Monaten eine tägliche Futterraufnahme von durchschnittlich 30 g gemessen wurde.

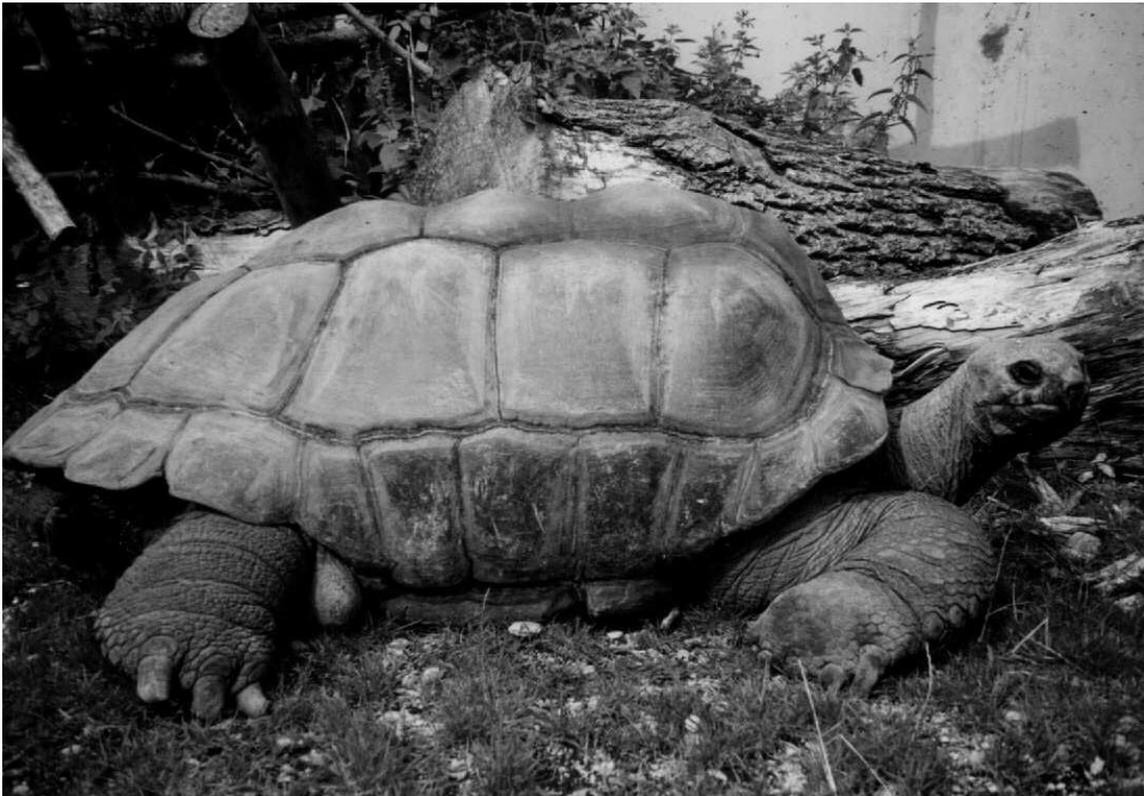


Abbildung 5: Männliches Exemplar von *G. gigantea* in physiologischem Ernährungszustand

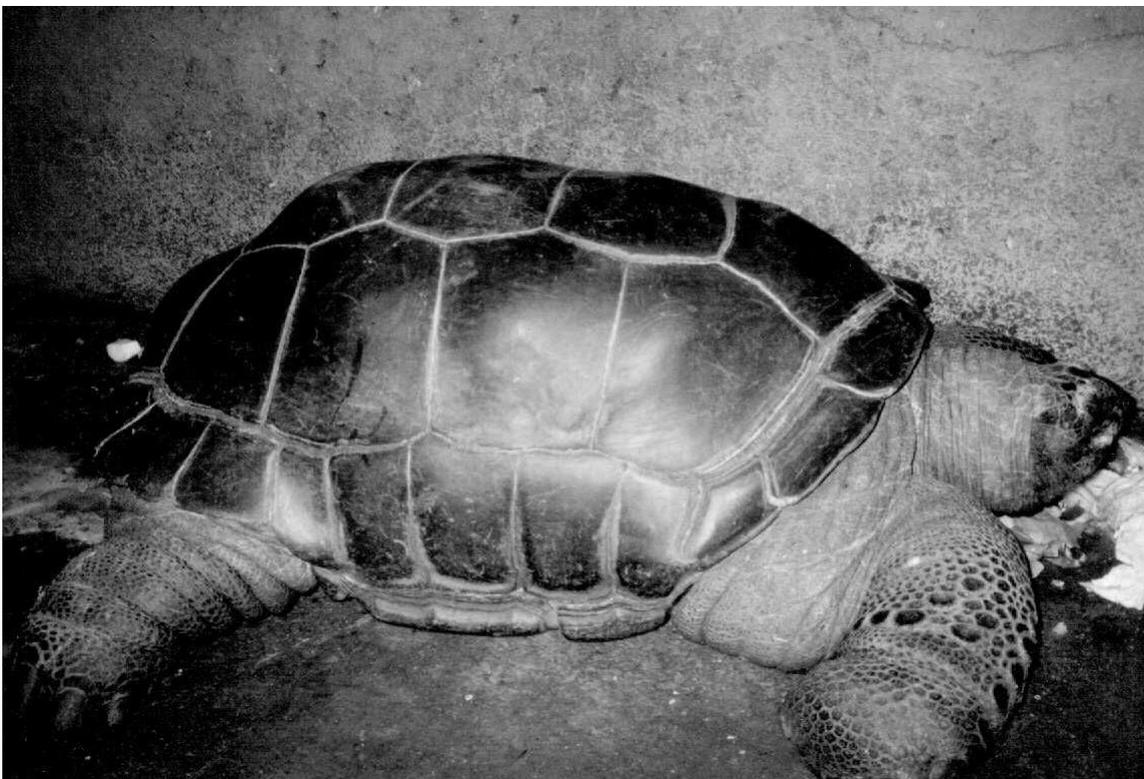


Abbildung 6: Hochgradig adipöses männliches Exemplar von *G. gigantea*

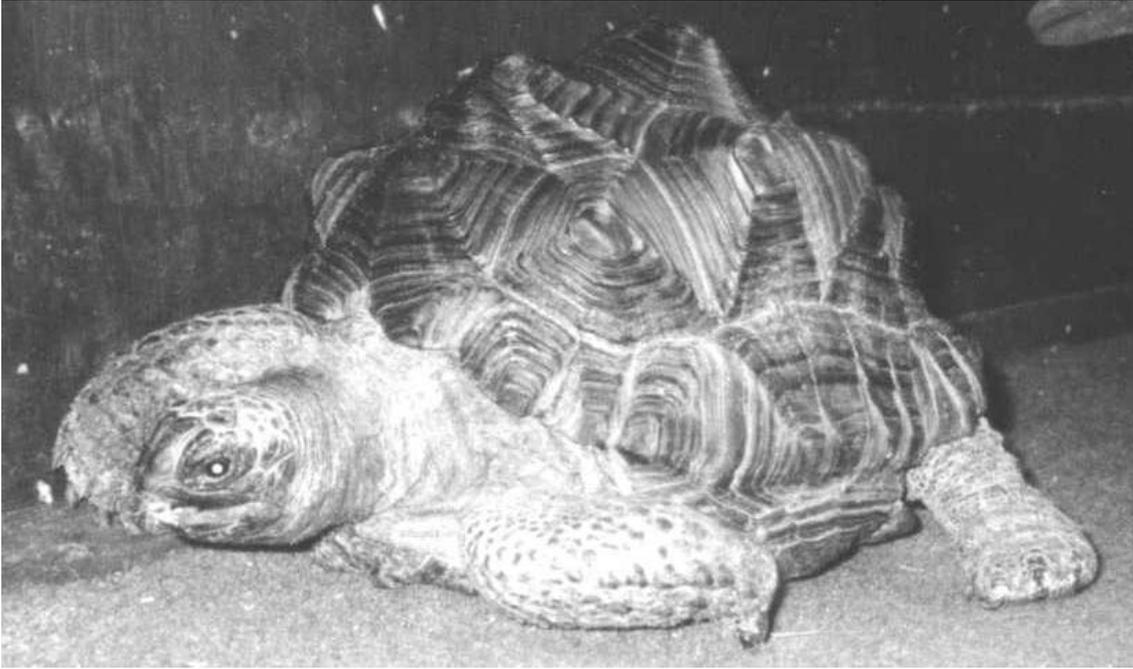


Abbildung 7: Jungtier von *G. gigantea* im Alter von ca. 2,5 Jahren mit pyramidaler Carapaxverformung als Folge einer Energieübersorgung und Mangelversorgung mit Vit. D₃, Kalzium bzw. fehlerhaftem Ca:P-Verhältnis



Abbildung 8: Adultes Exemplar von *G. gigantea* mit pyramidaler Carapaxverformung, Ursachenkomplex wie in Abb. 7

2.3.1.3 Größen- und Gewichtszunahmen der Jungtiere

Im Unterschied zu *G. elephantopus* befassen sich nur wenig Studien mit der Größen- und Gewichtszunahme bei *G. gigantea*. Die verfügbaren Angaben zu Größen- und Gewichtszunahmen in verschiedenen Haltungen sind in der Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Größen- und Gewichtszunahmen der Jungtiere von *G. gigantea*

Zoo	Alter [Monate]	sCPL [mm]	Gewicht [g]	Quelle
Hirakawa Zoo	7,5	120 - 130	240 - 550	TERAHARA u. MORIYAMA 1998
Stanford	12	120	k. A.	STEARNS 1988
Izu-Andyland Aquarium	12	105 - 125	k. A.	CHIDA 1998
Sydney	17	k. A.	483 - 897	PETERS u. FINNIE 1979
Stanford	21	130 - 168	432 - 900	STEARNS 1988

2.3.1.4 Haltung von *G. elephantopus*

2.3.1.4.1 Bestandsgröße und Geschlechterverhältnis

Bei den Galapagos-Riesenschildkröten gibt es neben kleinen Gruppen mit weniger als 5 Tieren auch Halter, die größere Gruppen zusammengestellt haben. Teilweise werden mehrere kleine Gruppen nach Unterart, Herkunft oder ähnlicher Panzerform selektiert und getrennt gehalten. Dabei variieren die Geschlechterverhältnisse, die in der Tabelle 10 aufgeführt werden:

Tabelle 10: Geschlechterverhältnis bei beschriebenen Haltungen von *G. elephantopus*

Zoo	Tiere (m, w)	Quelle
San Diego	16,7	SHAW 1967
Honolulu	7,5	THROP 1969
Sydney	1,2	PETERS u. FINNIE 1979
LFBS Seffner	11,13	NOEGEL u. MOSS 1989
Gladys Porter Zoo	2,4 und 2,1	HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989
Phoenix	1,1	STARRETT 1992
Portal	5,2 und 2,1	COHEN 1994, GRAY 1994
Zürich	3,1	CASARES et al. 1995

Aus den ISIS-Listen von 1994-1999 geht hervor, dass auch von *G. elephantopus* in sehr vielen Haltungen noch immer kleine Tiergruppen gehalten werden. Dabei wurde eine Unterteilung nach Unterarten vorgenommen, die aber hier nicht aufgeführt werden soll. Die insgesamt 50 aufgelisteten Halter teilen sich 1999 auf in: 9 Zoos mit

Tiergruppen < 5 Tieren, 15 reine Männchen- oder Weibchengruppen bzw. Einzeltiere, 7 größere Gruppen mit 5 oder mehr Tieren und 19 Haltungen von Subadulten. Dabei ist das Geschlechterverhältnis bei 33 % der Halter 1:1 und bei jeweils 33 % überwiegt eins von beiden Geschlechtern.

2.3.1.4.2 Außengehege

Gemäß dem jeweiligen Klima werden die adulten Galapagos-Riesenschildkröten ganzjährig oder nur einen Teil des Jahres im Außengehege gehalten. Sie werden ab 12 °C bis 15 °C Außentemperatur in das Außengehege gelassen. Wird dieser Temperaturbereich unterschritten, kommen sie oft sogar selbständig in das beheizte Innengehege oder werden dorthin gebracht. Dazu werden sie angetippt, mit Futter gelockt bzw. getragen (BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994, GRAY 1994).

Die Aussage HONEGGERS (1998) über den stressbedingt dünnflüssigen Kot nach manuellem Transport der Riesenschildkröten in ihre Winterquartiere trifft auch für Galapagos-Riesenschildkröten zu.

Gehegegröße

Die Außengehege von *G. elephantopus* - teilweise in gemeinsamer Haltung mit *G. gigantea* - variieren von 200 m² bis 3000 m². Beispielsweise hatten 2,4 Tiere im Gladys Porter Zoo 200 m² und 7,5 Tiere in Honolulu ca. 3000 m² zur Verfügung. Einige Halter haben die Fläche unterteilt, so dass die Tiere nach Unterarten getrennt in Außengehegen untergebracht sind (THROP 1969, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, COHEN 1994).

Gehegeboden und -strukturierung

Die meisten Außengehege haben als Bodengrund Wiese (THROP 1969, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995) bzw. trockenes Grasland (COHEN 1994). Nach SHAW (1967) wurde in San Diego ein Teil der Gehegefläche mit Flusssand gefüllt, der aufgrund seiner Nachgiebigkeit den Männchen die Kopulation erleichtern soll (s. 2.3.2.3).

Büsche und Bäume dienen zur Strukturierung, als Schattenspender und als Rückzugsort. Im LFBS Seffner und im Gladys Porter Zoo sind Hügel, Gräben und Abhänge als Klettermöglichkeiten vorhanden, um den Tieren vielfältige Bewegungsmöglichkeiten zu verschaffen. Ein Wasserbecken oder eine Schlammuhle sind in vielen Außengehegen angelegt (THROP 1969, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994, DOLLINGER et al. 1997).

Eiablageplätze, die von den Weibchen genutzt werden, sind mit Vulkanasche-Erde-Gemisch (THROP 1969), Lehm-Asche-Gemisch (BACON 1980), Sand-Lehm-Gemisch (NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992) oder Lehm-Sand-Laub-Gemisch (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989) als Substrat angelegt. Diese Mischungen sind nach Befeuchtung durch die Weibchen während der Eiablage nachgiebig und adhäsiv.

2.3.1.4.3 Innengehege

Ebenso wie *G. gigantea* verbringen *G. elephantopus* entsprechend des Klimas ausschließlich die Nächte bzw. bis zu sechs Monate in beheizten Unterkünften. Dabei handelt es sich je nach Dauer der Unterbringung um kleinere Unterstände bzw. Ställe oder um größere, strukturierte Innengehege.

Gehegegröße und –gestaltung

Die Größe des Innengeheges ist nur von CASARES et al. (1995) für die Haltung in Zürich angegeben. 1,3 *G. elephantopus* werden mit 2,4 *G. gigantea* zusammen gehalten, die Gehegegröße beträgt 65 m². Laut BACON (1980) muss bei einer kurzen Periode der Innenhaltung die Stallfläche pro Tier die Körpermaße nur geringgradig überschreiten. Die Schildkröten liegen in dieser Zeit bei generell niedriger Aktivität häufig eng aneinander.

Der Eiablageplatz des Innengeheges ist in Zürich mit einer Sand-Kies-Mischung angelegt, so dass er in feuchtem Zustand klebrig und von den Weibchen gut zu bearbeiten ist (HONEGGER 1999).

Ein Wasserbecken ist für Haltungen der Zoos in Zürich und Barcelona beschrieben (RUIZ et al. 1980, CASARES et al. 1995).

Temperatur

Die Raumtemperatur beträgt

- in San Diego 25 – 35 °C
- im Gladys Porter Zoo 17 - 20 °C,
- in Portal 28 °C
- und in Zürich 24 - 28 °C

(BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, COHEN 1994, CASARES et al. 1995). In Zürich wird mittels Bodenheizung ein Temperaturgradient von 24 – 32 °C in Bodennähe erzielt.

BACON (1980) weist darauf hin, dass bei der Festlegung einer naturgetreuen Haltungstemperatur unterartenspezifische Unterschiede berücksichtigt werden müssen. Bei einem ausreichend weiten Temperaturgradienten sei dieser Anspruch allerdings erfüllt.

Luftfeuchte, Licht und Beleuchtung, UV-Bestrahlung

Die einzigen Angaben hierzu stammen von CASARES et al. (1995) und sind im Kapitel 2.3.1.1.3 bei *G. gigantea* erwähnt.

2.3.1.4.4 Management

Es sind aus verschiedenen Haltungen Möglichkeiten beschrieben worden, *G. elephantopus* zu einer erhöhten Bewegungsaktivität anzuregen. Vergrößerung des Geheges und Bepflanzung mit Gras (THROP 1969), abwechslungsreiche Gestaltung

des Geheges (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989), Wechselbeweidung mehrerer Außengehege (NOEGEL u. MOSS 1989), Verteilung von Futter an wechselnden Stellen (CASARES et al. 1995) sowie zeitweise Abtrennung der männlichen Tiere (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989) führten zu diesem Ziel.

Ein Wasserbecken oder eine oft bevorzugte Schlammsohle im Außengehege werden ebenso hervorgehoben wie zusätzliche Licht- und Wärmequellen bei längerer Innenhaltung und eine Bodenheizung mit Temperaturzonen im Innengehege bzw. Unterstand (BACON 1980, HONEGGER 1998).

Aus den jahreszeitlich bedingten klimatischen Veränderungen im Freiland (bzw. auf der CDRS) wurde die Simulation einer längeren Trockenperiode für die Haltung in San Diego übernommen. Das Wasserbecken ist nur in den 4 heißesten Monaten des Jahres gefüllt (STAEDELI 1972). HAIRSTON und BURCHFIELD (1989) empfehlen, einen der natürlichen Umwelt vergleichbaren Temperaturgradienten im Jahresverlauf einzustellen.

Die Einflüsse des Management auf mögliche Fortpflanzungserfolge sind im Kapitel 2.3.2.3 beschrieben.

2.3.1.4.5 Gesetzliche Vorschriften zur Haltung

Die bei *G. gigantea* genannten gesetzlichen Regelungen (S. 2.3.1.1.5) gelten ebenso für die Haltung von *G. elephantopus*.

2.3.1.4.6 Jungtierhaltung

Nach dem Schlupf im Inkubator verbleiben die Schlüpflinge zur Resorption des Dottersackes noch einige Tage in einzelnen Behältern im Inkubator. Danach werden sie in Terrarien umgesetzt.

Terrarium und Auslauf

In den Jungtier-Terrarien dienen als Einstreu Gras (THROP 1969), Stroh (THROP 1976), Heu-Pellets für Kaninchen (BACON 1980, STARRETT 1992), Luzerne-Heu (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989) oder Aquarienkies, wobei der Durchmesser der Kiesel mindestens 5 mm betragen soll (HATT u. HONEGGER 1997).

Im Alter von einigen Wochen werden die Jungtiere bei gutem Wetter täglich in das Außengehege gesetzt. Zur Verhinderung von Wachstumsstörungen in Form von Carapaxverformungen bzw. einer erhöhten Mortalitätsrate ist nach MARQUEZ (1987) natürliche Sonnenbestrahlung notwendig. Aufgrund des Dominanzverhaltens stärkerer Jungtiere gingen einige Halter dazu über, mehrere, nach Körpergröße selektierte Gruppen zu halten. Da die Tiere sehr scheu sind und sich gern verstecken, werden in Terrarium und Auslauf Versteckmöglichkeiten angeboten. Einige Haltungen berichten von regelmäßigem Baden der Jungtiere (NOEGEL u. MOSS 1989, HONEGGER 1998).

Temperatur

Als Wärmequellen werden Infrarot-Lampen sowie Bodenheizung genannt (THROP 1969, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, CASARES et al. 1995). Die Temperatur beträgt in San Diego 20 - 35 °C (BACON 1980), in Zürich 23 °C (HATT u. HONEGGER 1997). In Phoenix gibt es einen Aufwärmspot von 34 °C (STARRETT 1992).

Luftfeuchte

In Zürich beträgt die relative Luftfeuchte 65 % (HATT u. HONEGGER 1997).

UV-Bestrahlung

Zur UV-Bestrahlung werden Schwarzlichtlampen (Blacklights®) und Vollspektrumlampen (Vita-Lites®) verwendet, die in 25 cm bzw. 35 cm Abstand zur Terrarienabdeckung angebracht sind (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995).

2.3.1.5 Fütterung von *G. elephantopus*

Fütterung adulter Tiere

In der Tabelle III (Anhang) sind die verfügbaren Angaben verschiedener Haltungen zur Fütterung dargestellt. Im folgenden Abschnitt werden spezielle Empfehlungen einzelner Autoren aufgezeigt.

Nach Analysen von Futterpflanzen im Freiland empfiehlt HINTZ (1973) folgende Futterzusammensetzung. Als Hauptanteil Gras und ein Ca-reiches Futtermittel, z. B. Opuntia, sowie als Ergänzung weitere rohfaserreiche Komponenten (Heu, Opuntia). Opuntia-Kakteen, die mit 6,46 % in der Trockensubstanz (TS) einen sehr hohen Ca-Gehalt aufweisen, werden nach NOEGEL und MOSS (1989) bevorzugt gefressen. Spurenelemente sollten für alle Altersgruppen supplementiert werden.

Um in Anlehnung an die Ernährung im Freiland abwechslungsreiches Grünfutter anbieten zu können, werden von NOEGEL und MOSS (1989) Wildgräser in die Wiese eingesät. Damit sattelförmige Unterarten ihrer natürlichen Verhaltensweise des „Browsing“ nachkommen können, wird in San Diego Blattwerk von Hibiskus, Akazie und Eugenia angeboten (BACON 1980).

Da HAIRSTON und BURCHFIELD (1989) nach eigenen Beobachtungen feststellten, dass viele Zootiere adipös und somit unbeweglicher als frei lebende Tiere sind, wurde im Gladys Porter Zoo die Fütterung von Obst und Gemüse zugunsten rohfaserreicher Futtermittel stark reduziert. Um die Tiere wieder an Heu zu gewöhnen, wurde eine Fastenzeit ohne Obst und Gemüse eingelegt. Tomaten und Bananen werden wegen ihres hohen P-Gehaltes wenig gefüttert.

Verschiedentlich wird auch von der Fütterung von tierischem Eiweiß, beispielsweise in Form von Ratten, Mäusen, Küken, gekochten Eiern, Hundefutter, Hackfleisch oder Pferdefleisch berichtet. In San Diego wurde dreimal beobachtet, wie Riesenschildkröten Pfauenküken fingen und fraßen. Da diese carnivore Ernährung stets nur über wenige Tage beobachtet werden konnte, wurde ein Nährstoffmangel als

ursächlich vermutet (THROP 1975, BACON 1980, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995).

Um beim Füttern trotz stärker ausgeprägter Rangordnung bei *G. elephantopus* alle Tiere gleichmäßig zu versorgen, wird in einigen Haltungen portioniert und an mehreren Stellen gefüttert (BACON 1980).

Fütterung der Schlüpflinge und Jungtiere

Die Schlüpflinge nehmen nach etwa 5 bis 12 Tagen die erste Nahrung auf (SHAW 1962, NOEGEL u. MOSS 1989). Die einzelnen Angaben verschiedener Autoren zur Jungtierfütterung sind in der Tabelle IV (Anhang) zusammengefasst.

HINTZ (1973) empfiehlt für Schlüpflinge den Zusatz einer proteinreichen Futterkomponente. THROP (1969) stellt fest, dass Jungtiere jegliches tierisches Eiweiß dem Gemüse vorziehen und vermutete deshalb ein subklinisches Proteindefizit. HENDRICKSON (1965) hat bei Freilandbeobachtungen im Kot von Jungtieren Reste vieler Chitinpanzer von Käfern gefunden. So wurde in der Darstellung älterer Fütterungsmodi mehrfach von der regelmäßigen Zufütterung tierischen Eiweißes, z. B. Pferdefleisch, Katzenfutter, Mehlkäferlarven oder Hackfleisch berichtet (THROP 1969, NOEGEL u. MOSS 1989, HONEGGER u. RÜBEL 1991). In aktuellen Publikationen zur Jungtierfütterung, z. B. in Zürich und Rotterdam, wird jedoch mit Ausnahme von 3 % Quark auf tierisches Eiweiß verzichtet.

In Zürich erfolgte 1990 eine Futterumstellung, nachdem bei der Sektion eines Jungtieres verspätete und mangelhafte Knochenreife (Osteodystrophia fibrosa) festgestellt wurde. Die Futtermenge und der Proteingehalt wurden zugunsten von rohfaserreichen Futtermitteln reduziert. Dabei wird abwechslungsreiches Grünfutter angeboten. Die tägliche Ca-Supplementierung besteht aus verschiedenen Zusätzen. Heuhäcksel von proteinarmem Wiesenheu und Laub sind ad libitum verfügbar. Insgesamt wird ein möglichst langsames und kontinuierliches Wachstum angestrebt (HATT u. HONEGGER 1997). Eine Fütterung bis zur Sättigung führt nach HATT et al. (1999) unweigerlich zur Überfütterung. Die bei Jungtieren verwendete Futtermenge beträgt in Zürich ca. 10 % des Körpergewichtes (HATT u. HONEGGER 1997).

Untersuchungen zur Verdaulichkeit verschiedener Ca-, P- und Mg- Quellen ergeben eine zufriedenstellende Verdaulichkeit ($\geq 60\%$) von Ca aus Kalkmix, Sepia und Eierschalen. Hüttenkäse wies eine Ca-Verdaulichkeit von 44 % auf. Die Verdaulichkeit von Phosphor war bei beiden Futterrationen hoch. Geringerer Ca-Gehalt in der Trockenmasse des Futters führt nicht zu kompensatorisch verstärkter gastrointestinaler Resorption des Kalziums (LIESEGANG et al. 1999). Es ist demnach ein hohes Ca:P-Verhältnis im Futter anzustreben, HIGHFIELD (1994) empfiehlt ein Verhältnis von 4 - 6 : 1. Bei entsprechender Verdaulichkeit kann so eine ausgewogene Versorgung mit Ca und P erreicht werden.

2.3.1.6 Gewichtszunahmen der Jungtiere

Die Tabelle 11 enthält Angaben zu den Gewichtszunahmen unter verschiedenen Haltungsbedingungen. Insbesondere bei Vergleich der Körpergewichte einjähriger Tiere kann festgestellt werden, dass die Gewichtsentwicklung zwischen verschiedenen Haltern, aber auch innerhalb einer Haltung in verschiedenen Jahren deutlich variiert.

Tabelle 11: Gewichtszunahmen der Jungtiere von *G. elephantopus*

Zoo	Alter [Monate]	Gewicht [kg]	Quelle
Honolulu	6	0,40 - 0,62	THROP 1969
San Diego	12	0,53 - 0,97	Anonym 1960
San Diego	12	1,10 - 1,25	SHAW 1969
San Diego	12	0,17 - 0,49	BACON 1980
LFBS Seffner	12	0,40 - 0,80	NOEGEL u. MOSS 1989
Zürich	12	0,13* - 0,75	HONEGGER 1999
Phoenix	24	3,00 - 7,00	STARRETT 1992
San Diego	24	2,38 - 3,29	Anonym 1960
San Diego	24	0,48* - 2,00	BACON 1980
Zürich	24	2,10 - 2,97	HONEGGER 1999
Phoenix	36 (3Jahre)	7,00 - 13,00	STARRETT 1992
San Diego	36 (3Jahre)	6,80 - 8,80	SHAW 1962, 1968
Zürich	36 (4Jahre)	4,50 - 7,50	HONEGGER 1999
Phoenix	48 (4Jahre)	16,00 - 26,00	STARRETT 1992
San Diego	48 (4Jahre)	14,20 - 17,30	SHAW 1968
Zürich	48 (4Jahre)	9,80 - 9,80	HONEGGER 1999
San Diego	60 (5Jahre)	21,00 - 29,00	SHAW 1968
San Diego	96 (8Jahre)	41,00 - 49,00	SHAW 1968
San Diego	120 (10Jahre)	49,00 - 61,00	SHAW 1968

* gerundet

Im Gegensatz zu den Bemühungen anderer Halter um langsames und gleichmäßiges Wachstum berichtet BACON (1980) mit positiver Wertung von hohen Wachstums- und Zunahmeraten der Jungtiere in San Diego. Wachstumsprobleme werden nicht erwähnt. BROCK und MARTIN (1995) beobachteten, dass bei den Jungtieren San Diegos bis zum Alter von 10 Jahren Panzerschilder mit prominenten Zentren auftraten. Die Panzer sind zudem generell irregulärer geformt als bei denen adulter Tieren. Durch Reibung der Tiere an rauen Oberflächen im Gehege und aneinander werden die Panzer im Alter geglättet. NOEGEL (pers. Mitt. 2000) vertritt die Meinung, dass kegelförmiges Wachstum, besonders der vertebralen und costalen Schilder, bei einigen Unterarten physiologisch bedingt sei. Die Deformierung des gesamten Panzers ("Pyramiding" bzw. Osteodystrophia fibrosa), welche aus Proteinübersorgung und Mangel an Sonnenlicht resultiere, sei jedoch krankhaft.

Nach HATT und HONEGGER (1997) wird in Zürich ein restriktives Futtermanagement zur Gewährleistung eines möglichst langsamen aber kontinuierlichen Wachstums

eingesetzt. Eine vergleichende Untersuchung der Wachstumsdaten zufällig ausgewählter Jungtiere der Züricher Nachzucht in verschiedenen Haltungen und bei verschiedener Fütterung ergab, dass Jungtiere im Zoo Zürich leichter, Jungtiere im Loro Park (Fütterung wie in Zürich, ganzjährig in Außenanlage) gleich schwer und Jungtiere im Zoo Rotterdam schwerer sind als die zum Vergleich herangezogenen Jungtiere von *Geochelone gigantea* auf Aldabra (Fütterungsdaten Tab. IV Anhang). Ursachen dieser Diskrepanz sind nicht bekannt.

2.3.2 Fortpflanzung

Mittlerweile sind - soweit publiziert oder gemeldet - bei etwa der gleichen Anzahl an Haltern von *Geochelone gigantea* und *Geochelone elephantopus* Zuchterfolge zu verzeichnen. In Anbetracht der großen Zahl in menschlicher Obhut gehaltener adulter Tiere handelt es sich dabei allerdings um mäßige Erfolge.

Die Anatomie der Geschlechtsorgane von *G. gigantea* ist detailliert bei SWINGLAND und COE (1978) sowie SCHACHT (1902) beschrieben.

2.3.2.1 Fortpflanzung von *G. gigantea*

Obwohl *Geochelone gigantea* schon seit Ende des 19. Jahrhunderts in Zoos gehalten wird, ist ein Nachzuchterfolg auch heute noch immer eine Seltenheit. Von JUNGHANS wird bereits 1916 von Eiablagen der im Berliner Zoo gehaltenen Elefantenschildkröten (damals *Testudo gigantea*) berichtet. Die Welterstzucht außerhalb der Seychellen-Inseln und des Aldabra-Atolls gelang allerdings erst 1976 in Sydney. In Europa wurde 1997 der erste Zuchterfolg aus einer Privathaltung in Surrey/GB gemeldet. Bei den wenigen Zuchterfolgen handelt es sich meist um Einzelfälle. Regelmäßige Eiablagen und Nachzuchten existieren dagegen nur wenige.

2.3.2.1.1 Übersicht zu Eiablagen und Fortpflanzungserfolgen

In der Tabelle V (Anhang) sind alle veröffentlichten Eiablagen und Nachzuchten erfasst. Von 14 Haltungen mit Eiablagen schlüpften in insgesamt 10 Haltungen Jungtiere. Mit Ausnahme der Welterstzucht in Sydney 1976 wurden alle Zuchterfolge innerhalb der letzten 20 Jahre erzielt. In dieser Zeit wurde nur von 2 Haltungen von regelmäßigen Nachzuchterfolgen mit zahlreichen Schlüpflingen berichtet. In allen anderen Fällen handelt es sich um einmalig im International Zoo Yearbook genannte Zuchterfolge.

2.3.2.1.2 Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung

Paarungsverhalten – Ablauf von Paarungsversuch und Kopulation

Die Paarungsaktivitäten von *G. gigantea* werden von CASARES et al. (1995) als nicht zielgerichtet beschrieben. Männchen zeigen bei zufälligen Begegnungen mit Weibchen plötzliches Interesse und beginnen einen Paarungsversuch.

Dabei versuchen sie sich entweder mit allen verfügbaren Weibchen zu paaren, oder interessieren sich besonders für einzelne, offenbar besonders attraktive Weibchen der Gruppe (COLLINS 1984, CHIDA 1998). Nach CHIDA (1998) suchen die Männchen sich bevorzugt „ausreichend große“ Weibchen für Paarungsversuche aus (sCPL der Weibchen 93 cm und 87 cm, dabei sCPL des Männchens 111 cm). Interessanterweise sind dies aber häufig nicht die Weibchen, die später auch zur Eiablage kommen. Des weiteren beschreibt er, dass auch Weibchen ihre Paarungspartner auswählen. Als Hauptfaktoren werden hier das Körpergewicht und die arttypischen Lautäußerungen bei der Paarung, das sogenannte “Grunzen” bzw. “Stöhnen” genannt. TUCHAK und ELLIS (1979) haben bei der Annäherung an das Weibchen zusätzlich ein Kopfnicken beobachtet. Das Männchen lief dabei “stöhnend” um das Weibchen herum.

Bei einem Paarungsversuch nähert sich das Männchen dem Weibchen von hinten, reitet auf, umfasst dabei das Weibchen mit den Vorderbeinen und streckt den Hals weit vor (s. Abb 9). Unter “grunzenden”, “stöhnenden” Lautäußerungen vollführt das Männchen dann „Beckenschübe“ und gleichzeitig Suchbewegungen mit dem Schwanz nach der Kloake des Weibchens (CHIDA 1998). Dieses Aufreiten dauert nach STEARNS (1988) je nach Fitness und Geschick des Männchens und dem Abwehrverhalten des Weibchens wenige Sekunden bis zu 5 Minuten. Unwillige Weibchen versuchen zu flüchten, suchen Verstecke auf oder wehren durch Absenken ihres Hinterendes das Männchen ab, so dass keine Kopulation stattfindet (TUCHAK u. ELLIS 1979, COLLINS 1984, STEARNS 1988, CHIDA 1998).



Abbildung 9: Paarungsversuch bei *G. gigantea*

Echte Kopulationen mit dem Einführen des Penis des Männchens in die Kloake des Weibchens, die von den sehr häufig zu beobachtenden Paarungsversuchen unterschieden werden müssen, sind von BEHLER und VALENZUELA (1983), COLLINS (1984), TERAHARA und MORIYAMA (1998) sowie CHIDA (1998) beschrieben worden. Sie wurden in allen Fällen selten beobachtet. Von CHIDA (1998) wurden Kopulationen von Juni bis Dezember beobachtet, ausschließlich zwischen 11 und 14 Uhr. Sexuell aktiven Männchen konnten Kopulationen mit verschiedenen Weibchen nachgewiesen werden. Hinweise auf Vorlieben für spezielle Individuen existieren demnach im Izu-Andyland Aquarium nicht. Es wurde auch beobachtet, dass paarungsbereite Weibchen ihr Hinterende anheben und den Schwanz des Männchens zu ihrer Kloake leiten (CHIDA 1998). COLLINS (1984) betont ausdrücklich, dass Weibchen ihr Hinterende anheben müssen, damit der Schwanz des Männchens darunter geschoben werden kann und die Kopulation ermöglicht wird. Eine erfolgreiche Kopulation dauert 15 - 20 Minuten (CHIDA 1998).

Speziesfremde Paarungsversuche mit Galapagos-Riesenschildkröten

Das Männchen von *G. elephantopus* aus dem Izu-Andyland Aquarium reitet auch manchmal auf die *G. gigantea*-Weibchen auf. Es gelang jedoch bisher keine einzige Kopulation, obwohl identische Verhaltensweisen wie bei den *G. gigantea*-Männchen beobachtet wurden (CHIDA 1998).

Auch aus Zürich wurde ein Aufreiten der kleineren *G. elephantopus*-Männchen auf das größte *G. gigantea*-Weibchen berichtet. Dabei konnte jedoch weder die Erektion des Penis noch ein Versuch, den Schwanz unter das Hinterende des Panzers des weiblichen Tieres zu bringen, beobachtet werden. Offensichtlich handelt es sich bei diesem Weibchen um ein sexuell attraktives Tier, da auch die *G. gigantea*-Männchen hier die meisten Paarungsversuche unternehmen (CASARES et al. 1995).

Eiablageverhalten

Vor der Auswahl eines geeigneten Nistplatzes wandern die Weibchen einige Tage unruhig herum. Von WILLIAMS (1986) wird beschrieben, dass ein Weibchen erst nach dem Verkosten der Erde, bei dem das Tier kleine Bissen Erde ins Maul genommen hat, an der ausgewählten Stelle zu graben beginnt. TERAHARA und MORIYAMA (1998) beschreiben, dass das Weibchen immer denselben Platz im Außengehege zur Eiablage wählte.

Das Ausgraben der stiefelförmigen Nistgrube durch alternierendes Graben der Hinterbeine begleitet von Urin- und Kotabsatz dauert etwa 1,5 bis 3 Stunden. Die durchschnittlichen Ausmaße des Nestes betragen: 29 cm Tiefe, 15 cm Durchmesser an der Erdoberfläche und 20 cm Durchmesser am Nestboden. Die eigentliche Ablage der Eier dauert 15 – 30 Minuten. Das Schließen des Nestes wird sehr sorgfältig durchgeführt und dauert etwa 3 Stunden. Die Erde wird festgetreten. Manchmal findet sogar ein Glattstreichen der Erde über dem Nistplatz durch kreisende Bewegungen mit dem Plastron statt, so dass ein Auffinden des Nestes zur Bergung der Eier erschwert wird (CHIDA 1998).

Von vielen Weibchen wurde jedoch kein Nest gegraben und die Eier statt dessen auf den Boden abgelegt.

2.3.2.1.3 Reproduktionsabläufe im Jahresverlauf

Die Tiere paaren sich das ganze Jahr über, sofern die Geschlechter nicht zeitweise voneinander getrennt werden. Die meisten Paarungen finden bei warmem Wetter statt, also in der nördlichen Hemisphäre vom Frühling bis zum Herbst (ca. April bis November). Dabei wird ein Maximum im August (Jacksonville, WILLIAMS 1986) bzw. im Juni bis Oktober (Izu-Andyland Aquarium, CHIDA 1998) verzeichnet. Hingegen nennen TUCHAK und ELLIS (1979) als paarungsaktivste Zeit im Dreher Park die Monate November bis Februar.

Die Eiablage der Weibchen auf der südlichen Hemisphere (Sydney) findet in den Monaten April und August statt (PETERS u. FINNIE 1979).

Auf der nördlichen Hemisphere (Californien, Florida, Japan) verteilt sich die Eiablagezeit der Weibchen über die Monate Oktober bis März (TUCHAK u. ELLIS 1979, BEHLER u. VALENZUELA 1983, COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, STEARNS 1988, TERAHAWA u. MORIYAMA 1998).

Es besteht somit in Nordamerika (COLLINS 1984) und Japan - in Anpassung an entsprechende Klimate und den Jahresrhythmus - eine zeitliche Verschiebung um 4 - 6 Monate gegenüber dem Freiland und eine zeitlich verlängerte Legeperiode gegenüber der Eiablage auf Aldabra (Juni bis August). Im Gegensatz dazu beginnt im Dreher Park nach der einige Monate früheren Paarungszeit auch die Eiablage bereits im April (TUCHAK u. ELLIS 1979).

Die Schlupfzeit in Sydney ist im September und Oktober (PETERS u. FINNIE 1979). Auf der nördlichen Hemisphäre schlüpfen die Jungtiere von Februar bis Juli (COLLINS 1984, STEARNS 1988, CHIDA 1998, TERAHAWA u. MORIYAMA 1998).

2.3.2.1.4 Individuenbezogene Angaben zu reproduzierenden Tieren

Im folgenden Kapitel werden die wenigen detaillierten Angaben zu einzelnen Tieren zusammengefasst, die in der Literatur vorliegen.

Die Eiablage wird bei Weibchen im Alter von ca. 23 bzw. 30 Jahren im einzelnen beschrieben (COLLINS 1984, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Die Größe der Weibchen mit Eiablagen variiert von 72,5 cm sCPL bis 87 cm cCPL, das Gewicht von 42 bis 80 kg (COLLINS 1984, STEARNS 1988, CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Weibchen mit 70 bis 80 cm sCPL produzieren im Izu-Andyland Aquarium bis zu 3 Gelege bzw. 46 Eier pro Legesaison. Die beiden größeren Weibchen legen dagegen keine Eier. CHIDA (1998) hält es deshalb für möglich, dass die größeren Weibchen ihr Fortpflanzungsvermögen verlieren.

Die Körpergrößen der paarenden Männchen liegen bei mindestens 94 cm sCPL, das Gewicht bei 110 bis 150 kg (COLLINS 1984, STEARNS 1988, TERAHARA u. MORIYAMA 1998, SAWYER pers. Mitt. 2000). Ein Männchen zeugte seinen ersten Nachwuchs im Alter von ca. 100 Jahren. Es wurde 10 Jahre vorher in eine neue Gruppe mit fortpflanzungsfähigen Weibchen integriert (SAWYER pers. Mitt. 2000).

Die wenigen Nachzuchterfolge gibt es sowohl in kleinen (Hirakawa Zoo 1996: 1,1 Tiere) als auch in größeren Tiergruppen (Izu-Andyland Aquarium 1996: 4,11 Tiere). Bei einer Gruppe mit hohem Weibchenanteil können im Izu-Andyland Aquarium bei fast der Hälfte der Weibchen (5 von 11) Eiablagen verzeichnet werden. Von den 4 gehaltenen Männchen ist nur ein Tier kopulationsfähig, die übrigen sind aufgrund von Krankheit oder mangelnder Körpergröße nicht an den Paarungen beteiligt (CHIDA 1998).

Im LFBS Seffner gibt es von über 18 Weibchen insgesamt 14 Tiere mit Eiablagen. Viele dieser Exemplare waren vorher jahrelang ohne erfolgreiche Eiablagen in Zoos gehalten worden (NOEGEL pers. Mitt. 2000).

Die Zeit zwischen der Zusammenstellung einer Tiergruppe und ersten Eiablagen bzw. Reproduktionserfolgen betrug zwischen 2 Monaten und 20 Jahren. Das Hinzusetzen eines paarungsfähigen Männchens zu einem vorher allein gehaltenen oder von den anderen Männchen nicht gepaarten Weibchen führte in Stanford und in Surrey zum Erfolg, da das Weibchen bei Paarungsversuchen kooperativ war und sich Nachzuchterfolg einstellte (STEARNS 1988, SAWYER pers. Mitt. 2000).

2.3.2.1.5 Störungen im weiblichen Fortpflanzungsgeschehen

Viele adulte Weibchen zeigen in menschlicher Obhut über viele Jahre keine Eiablagen. Es wird deshalb angenommen, dass bei diesen Tieren keine Ovaraktivitäten vorliegen, die gebildeten Follikel atretisch werden oder einzelne Eier retentiert werden. (Untersuchungen s. 2.3.2.4)

Follikelatresien

Als Gründe für Follikelatresien in menschlicher Obhut werden abfallende Tagestemperaturen bzw. Tageslichtlängen im Herbst und Veränderungen im Haltungsmanagement genannt. Das manuelle Umsetzen der Tiere in ihre Winterquartiere, der damit verbundene Stress, die neue Umgebung, weniger Platz, ungeeignete Nistplätze und - in Anlehnung an die Untersuchungen von SWINGLAND und COE (1978) im Freiland - eine vermutete geringere Futteraufnahme können diese Störungen im Zyklusablauf bewirken. Eine andere Hypothese besagt, dass das konstante Futterangebot in menschlicher Obhut nicht der im Freiland durch das Nahrungsangebot wechselnden Energierzufuhr entspricht. Diese wird dort als ein Auslöser für die Follikelanbildung und -reifung angesehen (COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, CASARES et al. 1995, 1997).

Eiretentionen

PETERS und FINNIE (1979), BEHLER und VALENZUELA (1983) sowie ZWART et al. (1998) berichten von Weibchen, die über mehrere Jahre überkalzifizierte und verformte Eier ablegten. Das bedeutet, dass diese Eier unphysiologisch im Eileiter zurückgehalten wurden, wobei sich zusätzliche Kalkschichten auf die physiologisch gebildete Schale auflagerten (Schalenmasse bis 72 g, Schalendicke bis 5 mm). Auch Weibchen in St. Catherine Island und im Züricher Zoo legten einige Monate nach Neuankunft und Oxytocingabe einige zurückgehaltene Eier. Diese waren überkalzifiziert und stammten wahrscheinlich noch von der Zeit vor der Ankunft.

CASARES et al. (1997) führen diese Eiretention auf den Transport der Tiere und die neue, ungewohnte Umgebung zurück. Nach ZWART et al. (1998) zählen der Mangel an geeigneten Ablageplätzen, klimatische Faktoren, besondere Lichtreize, welche über die Epiphyse-Hypophyse eine erneute Eischalenbildung anregen, und andere unbekannte Faktoren zu den Ursachen für Eiablagestörungen und abnorme Eischalen.

2.3.2.1.6 Eiablage, Inkubation und Schlupf

Eiablage

Von den meisten Weibchen wurde ein Gelege pro Nistsaison, von wenigen Weibchen bis zu 3 Gelege erzielt. Dabei enthielt ein Gelege zwischen 5 und 25 Eier.

Der Zeitraum zwischen der Ablage zweier Gelege (ohne Oxytocingabe) innerhalb einer Fortpflanzungssaison war 120 Tage (WILLIAMS 1986) bzw. 42 bis 113 Tage (CHIDA 1998).

Es wurden sowohl Eier auf dem Boden abgelegt, z. T. weil im Innengehege kein geeigneter Nistplatz vorhanden war (PETERS 1977, BEHLER u. VALENZUELA 1983, COLLINS 1984, STEARNS 1988), als auch in gegrabenen Nestern (PETERS 1977, WILLIAMS 1986, CHIDA 1998, TERAHAWA u. MORYJAMA 1998).

Im Zoo Jacksonville wurden regelmäßig zurückgehaltene Eier erst nach Applikation von Oxytocin (250 IE) abgelegt. Dabei wurden auch einige ungenügend verkalkte Eier abgelegt. In Einzelfällen war die Applikation von Oxytocin nicht erfolgreich, so dass die Eier operativ entfernt werden mussten (COLLINS 1984).

Beschädigungen an den Eiern, die während des Legevorgangs entstanden, betrugen 5,5 % (CHIDA 1998) bis 19,3 % (COLLINS 1984) aller gelegten Eier aller Weibchen. Bei auf den Boden abgelegten Eiern wurden diese z. T. durch das Hinterende des Panzers zerdrückt, da sich die Weibchen nach der Eiablage entspannt hinlegten (COLLINS 1984, STEARNS 1988). Aber auch beim Ausbreiten der Eier im Nest mit den Hinterbeinen und beim darauffolgenden Abdecken des Nestes können Eier beschädigt werden (CHIDA 1998).

Bergung der Eier und Inkubation

Die Eier werden während des Legens aufgefangen oder sofort nach ihrer Ablage aus dem Nest ausgegraben (PETERS 1977, TUCHAK u. ELLIS 1979, COLLINS 1984). In Einzelfällen werden Eier absichtlich zur Inkubation in ihrem Nest belassen (CHIDA 1998).

Vor der künstlichen Inkubation werden die Eier teilweise abgebürstet (COLLINS 1984) oder gewaschen (WILLIAMS 1986), vermessen und an ihrem oberen Pol markiert. Die Markierung dient zur Orientierung bei späteren Manipulationen, z. B. dem Durchleuchten ("Schieren") der Eier.

Von keinem Autor liegen Angaben vor, wie lange nach der Eiablage die Eier bewegt werden dürfen, bevor das Risiko einer Schädigung des Embryos besteht. In

Anlehnung an *G. elephantopus* ist allerdings von einem zeitlichen Rahmen von 2 bis 3 Tagen nach der Eiablage auszugehen.

Die Form der Eier wird von einigen Autoren als rund (CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998) von anderen als länglich (COLLINS 1984, STEARNS 1988) bezeichnet. Dabei beträgt die durchschnittliche Größe 4,8 x 5,2 cm bis 5,2 x 5,3 cm (TUCHAK u. ELLIS 1979), 5,3 x 4,8 cm (COLLINS 1984), 5 x 5,5 cm (STEARNS 1988) bzw. 45 mm (TERAHARA u. MORIYAMA 1998) bis etwa 50 mm im Durchmesser (CHIDA 1998).

Das durchschnittliche Eigewicht lag bei 60 g (TERAHARA u. MORIYAMA 1998) bis 75 g (STEARNS 1988). Nach NOEGEL (pers. Mitt. 2000) variieren die Eigrößen von verschiedenen Unterarten (nach GERLACH handelt es sich um selbständige Arten) bei *G. gigantea* stärker als bei *G. elephantopus*. Kleine Weibchen (60 - 70 kg) von länglicher Form legen 6 bis 10 Eier von 40 bis 50 g Gewicht, größere Weibchen mit kuppelförmigem Carapax legen bis zu 23 Eier von 55 bis 75 g Gewicht.

Als Substrat zur künstlichen Inkubation der Eier wird seit einigen Jahren meist mit destilliertem Wasser befeuchtetes Vermiculite[®] genutzt. Vordem kamen auch feuchte Papiertücher oder befeuchteter, steriler Mutterboden zur Anwendung (PETERS 1977, COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, STEARNS 1988, CHIDA 1998). Die Tabelle 12 enthält Angaben zu Inkubationstemperaturen und Inkubationszeiten. Während der Inkubation betrug die Luftfeuchte 70 - 80 % (CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998). Die Eier wurden von WILLIAMS (1986) mit 2 - 4 Wochen durchleuchtet. Nach CHIDA (1998) ließen sich fertile von infertilen Eiern bei der Durchleuchtung mit 2 Monaten gut unterscheiden.

Tabelle 12: Inkubationstemperaturen und -zeiten für *G. gigantea*

Inkubationstemperatur [°C]	Inkubationszeit [Tage]	Quelle
26,7 - 29,4	110 - 183	PETERS 1977
28,0	103 - 116	STEARNS 1988, TERAHARA u. MORIYAMA 1998
29,0	95 - 136	CHIDA 1998
29,4 - 31,0	97 - 125	COLLINS 1984, WILLIAMS 1986

Schlupf, Aussehen, Gewicht und Größe der Schlüpflinge

Nach ersten Rissen in der Eischale dauert der Schlupf noch 20 bis 60 Stunden. In einem Versuch im Izu-Andyland Aquarium wurde für den Schlupf (im Zimmer, außerhalb des Inkubators) die Temperatur auf 28 °C, die Luftfeuchtigkeit auf 40 % eingestellt und eine Leuchtstoffröhre genutzt. Dabei dauerte der Schlupf nur 4 Stunden (CHIDA 1998).

Eier mit ersten Schlupfanzeichen wurden 1997 aus dem Inkubator genommen, um eine Störung der noch inkubierenden Eier zu vermeiden. Danach konnte bei den verbliebenen Eiern jedoch ein hoher Anteil an abgestorbenen Embryonen im letzten

Entwicklungsstadium gefunden werden. Es wurde danach ein Einfluss der schlüpfenden auf die noch inkubierenden Eier vermutet und folglich alle Eier bis zum Schlupf im Inkubator belassen. 1998 wurde so eine 100%ige Schlupfrate erzielt (CHIDA 1998).

Die Schlupfgewichte variierten zwischen 40 und 71 g. Die gerade Carapaxlänge der Schlüpflinge betrug zwischen 49 und 81 mm (PETERS u. FINNIE 1979, COLLINS 1984, STEARNS 1988, TERAHAWA u. MORIYAMA 1998).

Die frisch geschlüpften Jungtiere werden als hellbraun, dunkelbraun, schwarz mit einzelnen gelben Tupfen an den Gliedmaßen bzw. als dunkelgrau mit zentraler Aufhellung der zentralen und lateralen Schilder beschrieben. Die Panzer- und Körperfärbung verändert sich in den ersten Wochen zu dunkelgrau bis schwarz (s. Abb.10 u. 11). Die Farbe des ursprünglich weißen Eizahnes, der noch einige Wochen (max. 15 Wochen) verbleibt, gleicht sich allmählich der Farbe des Carapax an (COLLINS 1984, STEARNS 1988, CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998, NOEGEL pers. Mitt. 2000).

Fertilitäts- und Schlupfraten

Wie in der Tabelle V dargestellt, weisen Fertilitätsraten und Schlupfraten eine hohe Variabilität auf. Befruchtete Eier, aus denen keine Jungtiere schlüpften, enthielten abgestorbene Embryonen aller Entwicklungsstadien (WILLIAMS 1986, CHIDA 1998). Nach persönlicher Mitteilung von NOEGEL (2000) gab es im LFBS Seffner mindestens 4 Gelege mit 100 % Fertilitätsrate und 100 % Schlupfrate.

2.3.2.1.7 Fortpflanzung in privaten Haltungen auf den Seychellen

Privathaltungen existierten 1966 auf Mahe, Fregate, Cousin und Therese. Es gab auf Mahe 5 Privathalter und den botanischen Garten mit größeren (adulten) Tieren. Nur in drei dieser Haltungen pflanzten sich die Tiere fort. Ein Weibchen aus dem Botanischen Garten legte erstmals mit 16 Jahren Eier (HONEGGER 1967).

Nach PRITCHARD (1979) haben die halbwilden Tiere auf den Seychellen früher jahrelang nachgezüchtet. Im Parc Aux Tortues auf den Seychellen fanden Paarungen von Januar bis April statt. Nach etwa 10 Wochen kamen die Weibchen zur Eiablage. Ein Gelege bestand aus 9 - 25 Eiern, die Eier waren weiß und ca. tennisballgroß. Der Schlupf erfolgte nach 120 - 130 Tagen. Die Fertilitätsrate lag bei ca. 50 %, manche Weibchen legten 2 Gelege pro Jahr. Mit 4 Jahren wiesen die Jungtiere eine Körperlänge von 45,7 – 55,9 cm auf. Sie waren damit etwa doppelt so groß wie die Vierjährigen auf Aldabra mit 20,3 - 22,9 cm. Allein von 1904 - 1909 sollen 168 Jungtiere geschlüpft sein, von denen 1910 47 Exemplare auf Long Island/USA ausgewildert wurden.

Nach Mitteilungen von GERLACH (pers. Mitt. 1999), gibt es auf den Seychellen 1999 nur einen Privalthalter, dessen Tiere nachzüchten.



Abbildung 10: Färbung der Jungtiere von *G. gigantea* beim Schlupf



Abbildung 11: Jungtiere von *G. gigantea* im Alter von ca. 4 Wochen mit nachgedunkeltem Carapax

2.3.2.2 Fortpflanzung von *G. elephantopus*

Bei den 1928 von Charles Townsend importierten Tieren stellte sich nach 11 Jahren ein erster Zuchterfolg ein. Die wahrscheinliche Welterstzucht gelang 1939 in Bermuda (SHAW 1967). In den 40er bis 70er Jahren wurde in einzelnen Haltungen Nordamerikas schon erfolgreich gezüchtet. Die erste Nachzucht in Europa gelang 1989 im Zoo Zürich.

2.3.2.2.1 Übersicht zu Fortpflanzungserfolgen

In den letzten 20 Jahren gab es bei zunehmend mehr Haltern und im Vergleich zu *G. gigantea* auch der Anzahl nach größere Fortpflanzungserfolge. Insgesamt wird für 10 Halter von Nachzuchterfolgen berichtet, wovon bei 9 Haltern regelmäßig Zuchterfolge zu verzeichnen waren. In Tabelle VI (Anhang) wird deshalb auf eine detaillierte Aufstellung der Eiablagen und Nachzuchten einzelner Weibchen verzichtet.

2.3.2.2.2 Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung

Paarungsverhalten – Ablauf von Paarungsversuch und Kopulation

Paarungsversuche und Kopulationen zeigen bei *G. elephantopus* denselben Ablauf wie bei *G. gigantea*. Nur die wenigsten Paarungsversuche führen auch bei dieser Art zur Kopulation (THROP 1969, BACON 1980, CASARES et al. 1995).

So wurden in San Diego innerhalb von 3 Jahren von 100 Paarungsversuchen nur drei Kopulationen beobachtet. Teilweise erfolgte diese Kopulation, nachdem einzelne Tiere nach einer Periode der Abtrennung zurück in die Gruppe gelassen wurden. Bei dieser Gelegenheit wurden auch paarungsbereite Weibchen beobachtet, die sich aufstellten (THROP 1969, BACON 1980, CASARES et al. 1995).

BACON (1980) berichtet, dass einzelne weibliche Individuen bevorzugt von den Männchen zu Paarungsversuchen ausgewählt wurden. Andere Autoren machen dazu keine Aussage.

Die Dauer einer Paarung wird von HENDRICKSON (1966) mit 30 Minuten angegeben. Er berichtet weiterhin von auffälligem Stöhnen der Männchen während der Kopulation. Bei anderen beschriebenen Kopulationen zeigten die Männchen dagegen weder Lautäußerungen noch Friktionsbewegungen. In einem Fall stand das Weibchen während der 15minütigen Kopulation aufgestellt (BACON 1980).

Eiablageverhalten

Die Weibchen wandern vor der Auswahl eines geeigneten Nistplatzes einige Tage unruhig umher. Der spätere Eiablageplatz wird ausgiebig berochen. Teilweise finden Probegrabungen statt. Dieses Verhalten kann bei unerfahrenen Weibchen einige Tage andauern, bei erfahrenen Exemplaren dagegen manchmal nur zwei Stunden. Manche Weibchen suchen innerhalb einer Saison bevorzugt ihre zuletzt genutzten Nistplätze auf. Liegen diese in abgetrennten Gehegeteilen, bedrängen die Tiere die Absperrung.

Von der Möglichkeit einer Induktion der Eiablage durch Besprengung der gewünschten Eiablagefläche wird berichtet.

Das Ausgraben des Nestes und die Ablage der Eier unter Befeuchtung des Bodens mit Mucus und Urin geschehen meist nachmittags bis nachts. Der eigentliche Grabevorgang verläuft analog zu *G. gigantea* (s. 2.3.2.1.2). In Abhängigkeit von den Ausmaßen der Hinterfüße ist das Nest ca. 30 cm tief bei einem Durchmesser am Boden von ca. 23 cm (SHAW 1962, 1967, THROP 1969, 1976, BACON 1980, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995, HONEGGER 1998).

Es wird beschrieben, dass das Weibchen nach dem Graben ein paar Schritte rückwärts tritt und so ihre Kloakenöffnung genau über der Nestöffnung positioniert. Die Eier werden sodann im Abstand von 15 Sekunden bis 10 Minuten, durchschnittlich alle 3 - 4 Minuten, gelegt. Auf dem Boden des Nestes werden die Eier mit einem Hinterbein so angeordnet, dass sie in 3 - 4 Schichten liegen. Nach dem Verschließen des Nestes führt das Weibchen rotierende Bewegungen mit seinem Bauchpanzer über dem Boden des Nistplatzes durch, um ihn vor Fressfeinden zu verbergen (SHAW 1967, THROP 1969, 1976).

2.3.2.2.3 Reproduktionsabläufe im Jahresverlauf

Paarungsversuche von *G. elephantopus* können das ganze Jahr über beobachtet werden. Das Maximum wird in den warmen Monaten erreicht: in Phoenix im Sommer (ab Juni), in San Diego und Zürich zwischen August und Oktober sowie in Honolulu von Januar bis Juni (THROP 1976, BACON 1980, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995). Dabei paaren sich die Tiere nach BACON (1980) bevorzugt bei heißem und trockenem Wetter. STARRETT (1992) hingegen berichtet, dass sich das Männchen mit Vorliebe an heißen und feuchten Tagen paart, etwa bei Gewitter und hoher Luftfeuchte, was im Freiland der Monsunzeit (El Nino) entspricht. Kopulationen wurden im Gladys Porter Zoo ab Oktober beobachtet (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989).

Von NOEGEL und MOSS (1989) wurden Kloakenschwellung und gelatinöser Ausfluss als Anzeichen von Östrus und Paarungsbereitschaft bei den im LFBS Seffner gehaltenen Weibchen im Sommer bis Herbst (Juli bis September) beobachtet. Empfängliche Weibchen drängten zu den Gehegen der abgetrennten Männchen. Derlei Östrusanzeichen werden von keinem anderen Autor erwähnt. Jedoch fanden auch CASARES et al. (1995) gelegentlich gelatinösen Ausfluss, aber ganzjährig und ohne Korrelation zum Zyklusgeschehen.

Die Eiablagen der Weibchen auf der nördlichen Hemisphäre finden in den Monaten Oktober bis Mai statt:

- von Oktober bis Februar in Zürich,
- von Januar bis April in San Diego – gehäuft in Februar und März zum Ende der niederschlagsreichen und kühlen Jahreszeit,
- von November bis Ende April im Gladys Porter Zoo,
- von Februar bis Mai in Phoenix,

- sowie von Oktober bis März im LFBS Seffner (BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995).

Dabei induziert nach NOEGEL und MOSS (1989) Temperaturabfall und Regen analog den Freilandbeobachtungen die Ablage der Eier, so dass manchmal mehrere Weibchen der Gruppe an demselben Abend nisten.

Der Schlupf erfolgt in den Monaten Februar bis Juni (NOEGEL u. MOSS 1989, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, CASARES et al. 1995), Juni und Juli (BACON 1980) bzw. von August bis November (SHAW 1962, 1967, STARRETT 1992).

2.3.2.2.4 Individuenbezogene Angaben zu reproduzierenden Tieren

Wie bei *G. gigantea* liegen auch bei *G. elephantopus* genauere Angaben zu einzelnen fortpflanzungsaktiven Tieren nur von wenigen Autoren vor.

Bei der ersten Eiablage waren Weibchen 17, 24 oder 35 Jahre alt. Im Fall des 17jährigen Tieres ist offensichtlich von Frühreife auszugehen. Aufgrund von Freilandstudien wurde von MAC FARLAND et al. (1974a) das mittlere Alter bei Erreichen der Adoleszenz mit 30 bis 40 Jahren angegeben. Weibchen wiesen bei Eiablagen ein Gewicht von 58 – 145 kg auf (THROP 1975, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, BACON 1980).

NOEGEL und MOSS (1989) berichten, dass von den gehaltenen 11 Männchen nur 2 ca. 60jährige bei erfolgreichen Kopulationen beobachtet wurden. Von Seiten der Männchen sind nach Meinung mehrerer Autoren sowohl Kondition als auch Körpergröße und -masse in Relation zu den Weibchen wichtig, um diese zu dominieren und zur Kopulation zu kommen. So sind im Gladys Porter Zoo die paarenden Männchen 90 bis 140 kg schwerer als die Weibchen (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989). Auch aus Zürich wird berichtet, dass das Weibchen sich gern mit dem größten Männchen paart, obwohl dieses in diesem Fall das rangniedrigste Tier ist (CASARES et al. 1995). Kleinere Männchen werden abgewiesen. NOEGEL (pers. Mitt. 2000) berichtet hingegen, dass im LFBS Seffner leichte Männchen sich gegenüber schweren erfolgreicher paaren.

Ein 12jähriges Männchen zeigte in San Diego Aufreiten auf kleinere Tiere. Bei einem verstorbenen 16jährigen Männchen wurden viele Spermatozoen in der Sektion gefunden. Daraus schließt BACON (1980), dass Männchen schon in einem Alter von 10 bis 20 Jahren geschlechtsreif sind.

Nachzuchterfolge werden sowohl in kleinen (Phoenix 1992: 1,1 Tiere), mittleren (Zürich 1995: 3,1; Gladys Porter Zoo 1989: 2,4 und 2,1 Tiere), als auch in großen Tiergruppen (Honolulu 1969: 7,5 Tiere, LFBS Seffner 1989: 13,11 Tiere, San Diego 1968: 23,7 Tiere) erzielt. Dabei spricht die Regelmäßigkeit der Nachzuchten im LFBS Seffner, in San Diego, Honolulu und im Gladys Porter Zoo für die positive Korrelation zwischen Gruppengröße und Nachzuchterfolg (STARRETT 1992).

Im LFBS Seffner legten 1989 4 von 13 Weibchen Eier. Die besten Nachzuchterfolge wurden dabei von 2,1 der insgesamt 11,13 Tiere erzielt (NOEGEL u. MOSS 1989). 1999 legten von 8 Weibchen 7 mehrere Gelege (NOEGEL pers. Mitt. 2000). Im Gladys Porter Zoo legten 1986/1987 4 von 5 Weibchen Eier (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989). In San Diego hatten 1965 von 7 Weibchen 5 Eiablagen, wovon 3 Nachwuchs produzierten (SHAW 1968).

In einigen Haltungen kamen weibliche *G. elephantopus* als Jungtiere, d. h. Jahre vor Erreichen der Geschlechtsreife, oder vor den männlichen Tieren in die Gruppe. Deshalb kann der Zeitraum der Gruppenzugehörigkeit vor ersten Eiablagen oder Nachzuchterfolgen bei diesen Haltungen nicht angegeben bzw. bewertet werden (THROP 1969, SHAW 1968, CASARES et al. 1995).

Von NOEGEL (pers. Mitt. 2000) wird gemeldet, dass nahezu alle Weibchen 1 bis 2 Jahre nach Integration in die Gruppe des LFBS Seffner erstmals Eiablagen haben. Andere Autoren berichten, dass die Weibchen nach 10 Jahren Gruppenzugehörigkeit die ersten Eiablagen und nach 15 bzw. 16 Jahre erste Nachzuchterfolge hatten (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992).

Das Fortpflanzungsvermögen in menschlicher Obhut gehaltener Riesenschildkröten ist äußerst variabel. Neben nachzuchtenden Tieren gibt es eine Vielzahl unkooperativer Weibchen ohne Eiablagen und kopulationsunfähiger Männchen. NOEGEL und MOSS (1989) vermuten, dass im Freiland eine ähnliche Situation bestehen könnte.

2.3.2.2.5 Störungen im weiblichen Fortpflanzungsgeschehen

Im Vergleich beider Riesenschildkrötenarten weist *G. elephantopus* eine deutlich höhere Fortpflanzungsrate in menschlicher Obhut auf (s. Tab. V u. VI). Aber auch bei dieser Spezies sind es in Relation zur Gesamtzahl der in menschlicher Obhut gehaltenen Weibchen nur wenige Exemplare, die nachzüchten. Von den Weibchen ohne Eiablagen bzw. Nachzuchten muss wie bei *G. gigantea* angenommen werden, dass zu einem hohen Prozentsatz fehlende Ovaraktivitäten oder regelmäßige Follikelatresien vorliegen.

Follikelatresien

Ultrasonographische Untersuchungen mehrerer Autoren (s. 2.3.2.4.1) zeigten sowohl bei reproduzierenden als auch bei nicht reproduzierende Weibchen ganzjährig das zeitgleiche Auftreten von wachsenden wie auch atretischen Follikeln. Von inaktiven Ovarien wird nicht berichtet. Die Gründe für Follikelatresien sind analog zu den bei *G. gigantea* (s. 2.3.2.1.5) beschriebenen.

Eiretentionen

Von der Ablage übermäßig verkalkter Eier berichten NOEGEL und MOSS (1989) sowie CASARES et al. (1997). Die Retention beschalter Eier im Ovidukt kann dabei über ein Jahr andauern. In Zürich wurden Eigewichte von bis zu 150 g verzeichnet. Die artübergreifenden Ursachen für Eiretentionen wurden im Kapitel 2.3.2.1.5 beschrieben.

Im Gladys Porter Zoo wurde auch beobachtet, dass im Anschluss an einen kühlen Winter, in welchem die Tiere vergleichsweise häufiger in die Innenhäuser gebracht wurden, die Eiablage bei allen Tieren ausblieb. Das gleiche galt auch für andere im Zoo gehaltene Schildkrötenarten. Möglicherweise war das mehrfache Umsetzen der primäre Störfaktor (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989).

2.3.2.2.6 Eiablage, Inkubation und Schlupf

Eiablage

Von den sich in menschlicher Obhut erfolgreich fortpflanzenden weiblichen *G. elephantopus* werden dem Freiland vergleichbare Gelege erzielt.

So werden in den meisten Fällen 2 bis 3, maximal sogar 5 Gelege pro Saison produziert. Die Gelege enthalten 2 - 28 Eier.

Als durchschnittliche Eizahl pro Gelege sind Angaben von folgende Zoos bekannt:

- Zürich 8,6
- Phoenix 12
- San Diego 15
- Portal 10 -12

(SHAW 1967, THROP 1976, BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994, CASARES et al. 1995).

Die Gelegegröße ist sowohl von der Körpergröße des Weibchens als auch von der Unterart (variieren u.a. in der Körpergröße) abhängig. HAIRSTON und BURCHFIELD (1989) berichten, dass ein kleineres Weibchen (58 kg) 7 Eier, das größere Weibchen (145 kg) aber bis zu 21 Eier legte. Im LFBS Seffner legten kleine Weibchen (*G. e. guntheri*) 8 -11 Eier, große Weibchen (*G. e. vicina*) hingegen bis zu 20 Eier pro Nest.

Der Zeitraum zwischen 2 Gelegen einer Saison betrug

- 37 bis 57 Tage (San Diego),
- 30 bis 45 Tage (LFBS Seffner),
- 43 bis 96 Tage (Zürich),
- bzw. 56 Tage (Gladys Porter Zoo)

(SHAW 1967, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995).

Bei Ausbleiben einer spontanen Eiablage fand im Gladys Porter Zoo eine medikamentelle Induktion mit Hilfe von Oxytocin statt (2 IE/kg). Dabei wurden jedoch einige Eier von dem legenden Weibchen zerdrückt, weshalb empfohlen wird, Weibchen nach Oxytocinapplikation auf einen Holzblock zu setzen und die Eier aufzufangen. Eine geringe Anzahl der nach Oxytocinapplikation gelegten Eier, die offensichtlich eine unfertige poröse Schale aufwiesen, vertrockneten jedoch im Inkubator (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989).

Von den meisten Autoren werden Eiablagen in gegrabene Nester beschrieben. In Phoenix nistet das Weibchen gern in härterem Boden statt in der vorbereiteten Eiablagefläche. Allerdings wird auch von Eiablagen auf den Boden berichtet (THROP 1975, BACON 1980, STARRETT 1992).

Mechanische Beschädigungen der Eier können durch das Aufeinanderfallen der hartschaligen Eier beim Legevorgang, beim Arrangieren der Eier im Nest sowie beim Abdecken des Nestes auftreten (SHAW 1962, 1967, 1968, THROP 1969). Die Verluste lagen beispielsweise in San Diego bei einem Anteil von 18,7 % bis 82,4 % beschädigter Eier pro Gelege (SHAW 1968). Auch bei mit der Hand aufgefangenen Eiern konnten Defekte nachgewiesen werden. SHAW (1968) vermutet deshalb, dass diese bereits während der Eileiterpassage entstanden und stellt die Hypothese auf, dass es sich um einen natürlichen Mechanismus zur Bestandsregulierung handelt.

Bei Eiern mit Schalendefekten, die häufig während der Inkubation von Schimmelpilzen bewachsen werden, kommt es i. d. R. zum Absterben des Embryos (SHAW 1968). Im Gladys Porter Zoo jedoch gelang es, trotz eines 7 mm großen Schalendefektes einen Schlüpfling zu erhalten. Der Defekt wurde geklebt und die Luftfeuchte während der Inkubation erhöht (90 %) (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989).

Bergung der Eier und Inkubation

Die Eier können während des Legens aufgefangen oder nach Beendigung der Eiablage ausgegraben werden (SHAW 1962, BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995). Teilweise werden aus dem Sand geformte Kugeln als Eiattrappen auf den Nestboden gelegt. So kann eine Irritation des Weibchens vermieden werden, wenn es am Ende des Legevorganges die Eier mit einem Hinterbein arrangieren will (ROHNER pers. Mitt. 1999). BACON (1980) hingegen berichtet, dass sich Weibchen weder durch Anwesenheit von Personen während der Eiablage noch durch ein sofort entleertes Nest gestört fühlen.

Vor der Inkubation werden die Eier abgetrocknet, vermessen und am oberen Pol markiert. Die Markierung dient dazu, bei späteren Lageveränderungen, z. B. beim Durchleuchten, die Eier anschließend wieder in ihrer ursprünglichen Position zu lagern (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995).

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben über die Zeitspanne nach der Eiablage, innerhalb der eine Bewegung der Eier möglich ist, ohne den Embryo zu schädigen. Diese Zeitspanne beträgt wenige Stunden (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989), 3 Tage (HENDRICKSON 1965) bzw. 2 bis 3 Tage (HATT pers. Mitt. 1999). MAC FARLAND et al. (1974b) berichten, dass ein Transport der Eier bis zu 110 Stunden nach der Eiablage und auch kurz vor dem Schlupf gefahrlos möglich ist.

Die Eier haben eine annähernd kugelige bis leicht längliche Form, ihre Größe wird mit tennisballgroß bzw. 5,9 x 5,6 cm angegeben. Die Eigewichte betragen 66 bis 113 g (SHAW 1962, 1967, THROP 1969, 1976, HONEGGER 1998).

Zur Inkubation wird heute meist Vermiculite® als Substrat genutzt (BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, HONEGGER 1998). Früher wurden hingegen die Eier in San Diego, Honolulu und Phoenix in mit Nistbodensubstrat gefüllten Tontöpfen entsprechend ihrer Anordnung im Nest geschichtet und inkubiert (SHAW 1967, THROP 1969, STARRETT 1992).

In der Tabelle 13 sind die Angaben verschiedener Autoren zu Inkubationstemperaturen und -zeiten zusammengestellt. Dabei gelten die längeren Inkubationszeiten bei gleichbleibender Temperatur stets für die frühesten Gelege einer Saison (BACON 1980, STARRETT 1992) bzw. für kühlere Inkubationstemperaturen.

Tabelle 13: Inkubationstemperaturen und -zeiten für *G. elephantopus*

Inkubationstemperatur [°C]	Inkubationszeit [Tage]	Quelle
26,7	bis 200	BOWLER 1975
27,7	120 - 160	THROP 1976
27,2 - 32,2 (schwankend)	176 - 190	SHAW 1962
28	97 - 130	BACON 1980
28,5	96 und 106	THROP 1969
28 - 30	137 - 156	STARRETT 1992
28 - 32 (im Tagesverlauf schwankend)	91 - 112	NOEGEL u. MOSS 1989
30 - 31,4	96 - 140	HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989
30 - 32	121 - 161	CASARES et al. 1995
„Zimmertemperatur“ in Arizona	85 - 130	COHEN 1994

BACON (1980) empfiehlt für Eier von Weibchen kuppelförmiger Unterarten eine monatlich ansteigende Inkubationstemperatur von 25 - 28 - 31 °C bei einer tolerierten Tagesschwankung von maximal ± 1 °C.

Bei Schildkröten ist die Entwicklung des Geschlechts von der Inkubationstemperatur abhängig (TSD – temperature dependent sex determination). Bei höheren Temperaturen entwickeln sich weibliche und bei niedrigeren Temperaturen männliche Schlüpflinge (DEEMING u. FERGUSON 1988).

Nach NOEGEL (pers. Mitt. 2000) führt eine exakte Inkubationstemperatur von 30 °C zu einer Erhöhung des Anteils weiblicher Schlüpflinge.

Die geeignete Luftfeuchte im Inkubator wird mit 65 bis 80 % angegeben (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, CASARES et al. 1995).

Am 20. Tag der Inkubation wurde von HAIRSTON und BURCHFIELD (1989) bei der Durchleuchtung fertiler Eier der sich abzeichnende Dottersack, ab dem 24. Tag der Embryo beobachtet. Nach NOEGEL und MOSS (1989) ist beim Durchleuchten fertiler Eier mit 2 - 3 Wochen ein dunkler Punkt von 2 cm Durchmesser zu sehen, der wenige Tage später 1/3 des Eies ausfüllt. BACON (1980) nennt Undurchsichtigkeit beim Durchleuchten mit 4 bis 5 Wochen als Merkmal für Fertilität.

Schlupf, Aussehen, Gewicht und Größe der Schlüpflinge

Nach SHAW (1967) wird die Eischale kurz vor dem Schlupf zerbrechlicher und bricht durch das Strampeln der Schlüpflinge auf. Die dann noch bestehende kräftige Membran (Schalenhaut) wird unter Einsatz der scharfen Krallen und des Eizahns aufgerissen. Die Zeitspanne zwischen dem ersten Schalenriss und dem vollständigen Schlupf kann mehrere Tage betragen. Eine Kontrolle der Luftfeuchte muss auch während des Schlupfes erfolgen, da bei zu niedrigen Werten Teile der Eischale oder der Schalenhaut mit dem Carapax des Schlüpflings verkleben können (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, HONEGGER 1998). HONEGGER (1999) beobachtete eine höhere Überlebensrate bei Schlüpflingen nach selbständigem Schlupf als nach Schlupfhilfe durch den Menschen.

Die Gewichte der Schlüpflinge betragen 48 - 78 g, die geraden Carapaxlängen 59,3 – 68,8 mm (SHAW 1962, THROP 1969, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992).

Frisch geschlüpfte Jungtiere besitzen eine auffällige Färbung: die Zentral-, Lateral- und Marginalschilder haben eine helle, cremefarbene Randfärbung mit dunklem Zentrum. Der restliche Panzer ist von der Farbe polierten Ebenholzes (SHAW 1967, HONEGGER 1998).

Fertilitätsraten und Schlupfraten

Die Fertilitäts- und Schlupfraten eines Zoos werden i. d. R. nicht zu Einzeltieren veröffentlicht, sondern beziehen sich auf die Gelege aller reproduzierenden Weibchen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes. Die aus der Literatur verfügbaren Angaben sind in der Tab. 14 dargestellt. Der deutliche Anstieg der Fertilitätsrate in Honolulu war nach Managementänderungen (s. 2.3.2.3) zu verzeichnen.

Von NOEGEL und MOSS (1989) werden zusätzlich Angaben zur Überlebensrate der Schlüpflinge gemacht, jedoch ohne genaue Altersangabe. Sie ist mit 89,9 % relativ hoch.

Tabelle 14: Fertilitäts- und Schlupfraten verschiedener Haltungen von *G. elephantopus*

Zoo	Zeitraum	Fertilitätsrate	Schlupfrate	Quelle
San Diego San Diego	1961 - 1979	16,8%	6,97 - 8,67 % 0 - 24,3 % (Durchschnitt 4,0 %)	SHAW 1967, 1968 BACON 1980
Honolulu	bis 1966 bis 1971	4,8% 32,5%*	3,6% 30,9%*	THROP 1969 THROP 1971
LFBS Seffner	1986/87 1987/88	36,4% 19,7%	17,3% 15 %.	NOEGEL u. MOSS 1989
Phoenix	1987	20,0%		STARRETT 1992
Zürich	1992	33,3%	33,3 %.	CASARES et al. 1995

*Fertilitäts- und Schlupfrate einzelner Gelege von 0 - 81,5 %

2.3.2.3 Einfluss des Haltungsmanagements auf die Fortpflanzungsrate

In der Literatur wird die Beeinflussbarkeit der Fortpflanzungserfolge durch Verbesserung verschiedener Haltungsbedingungen kontrovers diskutiert. Als Möglichkeiten zur Erhöhung der Fortpflanzungsrate werden vor allem die Bodenbeschaffenheit im Gehege, Aktivitätsanregung, eine zeitlich begrenzte Geschlechtertrennung und die separate Haltung verschiedener Unterarten (bei *G. elephantopus*) genannt.

Bodenbeschaffenheit

Verschiedene Untersucher vermuten, dass rauhe bzw. harte Böden die Ursache niedriger Fertilitätsraten sein können. Bei rauher Bodenbeschaffenheit werde demnach der Penis mechanisch irritiert. Harte Böden sollen dagegen die Kopulation erschweren, da das männliche Tier seinen Penis nicht unter die Kloake des Weibchens positionieren kann. Demgegenüber wird eine Haltung mit weichem Boden zitiert, in der das Männchen bei der Paarung sein Schwanzende in den Boden unter dem Weibchen bringen konnte und eine Kopulation stattfand. Auch in San Diego erfolgte nach dem Auftrag sandigen Bodens (Flußsand) ein signifikanter Anstieg der Fertilitätsrate (SHAW 1967, THROP 1976).

Einen Zusammenhang zwischen Bodenstruktur und Kopulation bestreiten dagegen MAC FARLAND et al. (1974b), BACON (1980) sowie HAIRSTON und BURCHFIELD (1989). Die Untersucher argumentieren, dass auch in der Natur erfolgreiche Paarungen auf harten Lavaböden stattfinden. Sie vermuten deshalb, dass nicht die Bodenbeschaffenheit, sondern ausschließlich der Mangel an Fitness und Kondition sowie das Unvermögen, die Weibchen zu dominieren, Ursache für schlechte Fortpflanzungserfolge sind. BACON (1980) vermutet auch, dass Weibchen ihre Eier resorbieren, wenn sie während der Eiablagezeit - im Winter - in Innengehegen auf Zementböden gehalten werden.

Gehegegröße und -gestaltung sowie Fütterungseinflüsse auf die Aktivität

Mehrere Untersucher berichten von der positiven Beeinflussung der Fertilitätsrate der Tiere durch eine Erhöhung der Körperaktivität nach Vergrößerung des Geheges, Ersatz von Sand- und Erdböden durch Wiesenflächen sowie einen erhöhten Anteil rohfaserreicher Futtermittel bei generell restriktiver Fütterung (s. 2.3.1.2 und 2.3.1.5) (THROP 1969, PETERS 1977, CHIDA 1998).

Ein großes Gehege hat außerdem den Vorteil eines höheren Individualabstandes. Die Möglichkeit, der permanenten Zudringlichkeit vieler Männchen auszuweichen, fördert bei einigen weiblichen Tieren zu bestimmten Zeitpunkten (Paarungszeit) die Paarungswilligkeit. Auf diese Weise steigt die Chance einer erfolgreichen Kopulation (STEARNS 1988). Nach NOEGEL und MOSS (1967) wiederum können die Männchen in größerem Gelände die Weibchen besser „treiben“, ohne ständig auf Hindernisse zu stoßen. Die Autoren nehmen an, dass sich dadurch die Paarungsbereitschaft der Weibchen deutlich erhöht.

Geschlechtertrennung

Nach MAC FARLAND et al. (1974b) ist die zeitweilige Abtrennung der Geschlechter nicht notwendig. Die von anderen Haltern mit der Geschlechtertrennung angestrebte

Paarungsbereitschaft der Weibchen wurde im Freiland nie beobachtet. Vielmehr kommen sowohl im Freiland als auch auf der CDRS (für *G. elephantopus*) Kopulationen allein durch die Ausdauer der paarungswilligen Männchen zustande.

Auch in zoologischen Gärten sind ohne Geschlechtertrennung wiederholt Nachzuchterfolge zu verzeichnen gewesen, z. B. für *G. elephantopus* in Zürich (CASARES et al. 1995). Hier wird von einer besonderen Präferenz des züchtenden Paares füreinander berichtet (ROHNER pers. Mitt. 1999).

SCHRAMM (pers. Mitt. 2000) hält eine Geschlechtertrennung für sinnvoll, wenn die Tiere auffällige Fortpflanzungsprobleme, wie z. B. Paarungsunlust oder wenige Kopulationen, zeigen. Die von ihr auf der CDRS untersuchten Tiere zeigen bei ganzjährigem Zusammenleben in der Gruppe keine Fortpflanzungsschwierigkeiten. Jedoch ist die sexuelle Aktivität der Männchen unterschiedlich stark ausgeprägt.

In einigen Haltungen in menschlicher Obhut wurde die Geschlechtertrennung wegen ausbleibender Fortpflanzungserfolge praktiziert und hatte durchweg positive Auswirkungen. Die Tabelle 15 enthält Angaben verschiedener Haltungen zur Geschlechtertrennung.

Tabelle 15: Haltungen von *G. gigantea* und *G. elephantopus* mit Geschlechtertrennung mit zeitlichen Angaben

Haltungen mit Geschlechtertrennung	Zeitraum der Geschlechtertrennung
<i>Geochelone gigantea</i>	
Jacksonville (COLLINS 1984)	Oktober - März (Eiablagezeit)
LFBS Seffner (NOEGEL pers. Mitt. 2000)	Mai- Juli (direkt vor Paarungszeit)
<i>Geochelone elephantopus</i>	
Honolulu (THROP 1969)	Oktober - März (während Eiablagezeit)
San Diego (STAEDELI 1972)	2 Monate während Eiablagezeit
Gladys Porter Zoo (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989)	kurzzeitig
Phoenix (STARRETT 1992)	keine Zeitangabe
Portal (COHEN 1994)	außerhalb der Paarungszeit
LFBS Seffner (NOEGEL pers.Mitt. 2000)	Mai - Juli (direkt vor Paarungszeit)

Die Weibchen wurden z. B. in Honolulu, San Diego, Jacksonville, in Portal und im LFBS Seffner zur Eiablagezeit von den Männchen getrennt und zu Beginn der sexuell aktiven Zeit wieder zusammen geführt. Die Männchen zeigten dann ein stärkeres Interesse an den weiblichen Tieren und unternahm zahlreiche Paarungsversuche. Die Weibchen zeigten sich dabei kooperativer als vor der Trennung und stellten sich beim Paarungsversuch auf. Im LFBS Seffner versuchten paarungsbereite Weibchen, in das Gehege der abgetrennten Männchen zu gelangen. Insgesamt wird auch ein Geruchsstimulus neuer bzw. neu zusammengeführter Tiere für die sexuelle Aktivität vermutet. Kopulationen fanden in direktem zeitlichen Zusammenhang mit der Zusammenführung der Geschlechter statt (THROP 1969, COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994).

ROSTAL et al. (1998) untersuchte den Verlauf des Testosteronspiegels im Blut eines Männchens, welches in der Vor-Paarungszeit, Paarungszeit und Nach-Paarungszeit von der Gruppe für 2 - 3 Wochen abgetrennt war und danach wieder zurückgeführt wurde. Veränderungen des Hormonspiegels konnten dabei jedoch nicht festgestellt werden. Tatsächlich wurden bei erneutem Kontakt zur Gruppe sehr viele Paarungsversuche beobachtet. Finden die Paarungen allerdings außerhalb der saisonalen Paarungszeit statt, ist eine erfolgreiche Konzeption unwahrscheinlich. Aufgrund des Nachweises niedriger Testosteronwerte wird davon ausgegangen, dass zu diesem Zeitpunkt keine Spermatogenese abläuft.

Gruppengröße

Die Gruppengröße und damit der Herdenstimulus sowie die Sozialstruktur werden von THORNTON (1971), BACON (1980) und STARRETT (1992) als positive Einflussfaktoren auf Fortpflanzungserfolge genannt. Bei der Haltung mehrerer Männchen (*G. elephantopus*) kann es nützlich sein, eine separate Gruppe aus untergeordneten Männchen und Weibchen zusammenzustellen. Das Reproduktionspotential dieser von den dominanten Männchen ansonsten an der Paarung gehinderten Tiere kann so genutzt werden (BACON 1980).

Nach Unterartenzugehörigkeit getrennte Haltung

Die gemeinsame Haltung und Zucht von *G. elephantopus* verschiedener Unterarten gilt nach OLSEN (1976) und THROP (1976) als mögliche Ursache einer geringen Fertilitätsrate. MAC FARLAND (pers. Mitt. an BACON 1980) berichtet von geringen Fertilitätsraten und Missbildungen der Schlüpflinge von Tieren der Varias-Islas-Gruppe, die wahrscheinlich aus verschiedenen Unterarten zusammengesetzt ist, auf der CDRS.

Hingegen betonen NOEGEL und MOSS (1989), dass die Zucht mit Tieren verschiedener Unterarten keine geringen Fertilitätsraten oder Missbildungen bei Jungtieren bedingt. VAN DENBURG (1914) und FRITTS (1984) berichten zudem von Kreuzungen verschiedener Unterarten im Freiland.

HONEGGER (1998) empfiehlt den Verzicht auf Kreuzungszucht verschiedener Unterarten in menschlicher Obhut, da es auch bei Reinzucht befriedigende Fortpflanzungserfolge gibt (PRITCHARD 1996) und eine Nachzucht geschützter Tiere in menschlicher Obhut immer unter der Prämisse der geno- und phänotypischen Unterarterhaltung geschehen sollte. In der Praxis besteht jedoch nicht immer die Möglichkeit der Zusammenstellung geeigneter Zuchtpaare oder -gruppen aus den in verschiedenen Zoos gehaltenen Tieren. Der hohe Schutzstatus und der große Schauwert der Riesenschildkröten führen ebenso wie strenge Quarantänevorschriften zu hohen organisatorischen und bürokratischen Hindernissen. So wird bisher in Zürich, auch auf Empfehlung der IUCN Schildkröten- und Süßwasserschildkröten-Spezialisten-Gruppe (Tortoise and Freshwater Turtles Group), mit einem Zuchtpaar verschiedener Unterarten weitergezüchtet.

Insgesamt kommen THROP (1969) sowie NOEGEL und MOSS (1989) zu dem Schluss, dass Individuen mit gutem Reproduktionsvermögen bei gutem Management in menschlicher Obhut eine zufriedenstellende Nachzuchtrate erreichen. Als Beleg dafür gelten die Nachzuchterfolge des LFBS Seffner für *G. gigantea* und

G. elephantopus (s. Tab. V u. VI). Da es auf der CDRS wegen des rauen Klimas zeitweilig Jungtierüberlebensraten von nur 49 % gab, bevorzugten NOEGEL und MOSS (1989) zur Erhaltungszucht sogar die Haltung in menschlicher Obhut.

2.3.2.4 Untersuchungen zum Fortpflanzungsgeschehen bei Riesenschildkröten

Das Verständnis der Reproduktionsbiologie einer Art ist Voraussetzung für populationsbiologische Freilandstudien und die Aufstellung von Zuchtprogrammen (SCHRAMM et al. 1999b).

Im Folgenden wird der bisherige Kenntnisstand zur Physiologie der Fortpflanzung bei Riesenschildkröten aufgezeigt. Im Vergleich zu anderen Schildkrötenarten ist das Wissen über die reproduktionsbiologischen Vorgänge sowohl bei *G. elephantopus* als auch bei *G. gigantea* noch lückenhaft.

Bei geschlechtsreifen Schildkröten finden jährliche zyklische Reifungsvorgänge der Gameten in den Gonaden statt, die Spermatogenese und die Vitellogenese. Schildkröten mit mehreren Eiablagen in einer Legesaison zeigen ein gleichzeitiges Wachstum von Follikelgruppen verschiedener Größen vor der Nistzeit. Nur die jeweils größte Follikelgruppe reift kurz vor der Ovulation durch verstärkte Akkumulation von Dottereiweiß zu präovulatorischer Größe heran (Endvitellogenese). In jedem Entwicklungsstadium können Follikel atresieren. Während der Vitellogenese treten jedoch Atresien gehäuft auf. An der Ovulationsstelle des Follikels entsteht ein Corpus luteum. Nach der Ovulation wird der in den Eileiter (Tuba uterina) eintretende Follikel im proximalen Eileiterabschnitt von Albumin und im distalen Eileiterabschnitt von der Eischale umgeben, welches die jeweiligen Schleimhautdrüsen sezernieren (PALMER u. GUILLETTE 1988, GURAYA 1989). Der Befruchtungszeitpunkt bei Reptilien ist nicht genau bekannt. Wahrscheinlich finden Kopulationen während der Vitellogenese statt und die Spermien werden bis zur Ovulation im Eileiter gespeichert (MADER 1996).

Für freilebende *G. gigantea*, *G. elephantopus* in menschlicher Obhut und semikaptive *G. elephantopus* wurde ermittelt, dass die Spermiogenese wenige Monate vor der Legesaison stattfindet. Bei den weiblichen Tieren erreichten Follikel 1 - 2 Monate vor der Legezeit die größten präovulatorischen Durchmesser (SWINGLAND u. COE 1989, ROSTAL et al. 1998, SCHRAMM et al. 1999b). Dies entspricht einem pränuptialen Zyklus, bei dem die Gameten direkt vor der saisonalen Paarungs- und Fortpflanzungszeit reifen.

2.3.2.4.1 Untersuchungen bei weiblichen Tieren

Zyklusuntersuchungen mittels Ultraschographie

Die Ultraschographie ist eine geeignete Methode zur regelmäßigen Untersuchung der Ovarien sowie zur Feststellung im Ovidukt befindlicher Eier. Im Gegensatz zur Radiographie, Endoskopie und Kloakoskopie, die noch vor wenigen Jahren bei verschiedenen Schildkrötenarten die Standardmethoden zur Untersuchung des Fortpflanzungsgeschehens waren, empfiehlt sich heute, insbesondere für Langzeituntersuchungen, der Einsatz der nichtinvasiven, schnellen und einfachen

Ultrasonographie. Die Riesenschildkröten werden zur Untersuchung entweder mit fixierten Hintergliedmaßen in Rückenlage gehalten (ROBECK et al. 1990, ROSTAL et al. 1998, SCHRAMM et al. 1999b) oder durch Streicheln an Hals und Hinterbeinen zur Einnahme einer starren, aufgestellten Körperhaltung stimuliert (CASARES 1995). Aufgrund des großen Körpervolumens werden 3,0 MHz, 3,5 MHz oder 5,0 MHz Schallköpfe verwendet, die eine Befundaufnahme an weit vom Schallkopf entfernten Geweben ermöglichen (ROBECK et al. 1990, CASARES 1995, ROSTAL et al. 1998).

Der Schallkopf wird in der inguinalen Panzeröffnung kranial der Hintergliedmaßen plziert. Bei kranialer bis kraniodorsaler Schallrichtung stellen sich Funktionskörper auf dem Ovar sowie oviduktale Eier dar. Follikel zeigen sich als kugelige Gebilde von homogener akustischer Dichte (echoreich bis mäßig echoarm). Atretische Follikel sind ebenfalls von kugeliger Form, jedoch in der akustischen Dichte inhomogen. Corpora lutea sind allerdings nicht von atretischen Follikeln zu unterscheiden. Eier weisen einen homogenen echoreichen Eidotter umgeben von echofreiem Eiweiß und einer zunehmend echoreichen Schale auf. Ab einer bestimmten Schalendicke werden Schallwellen an der Eischale reflektiert und das Eiinnere ist nicht mehr dargestellt (ROBECK et al. 1990, CASARES 1995, ROSTAL et al. 1998).

ROSTAL et al. (1990) weisen darauf hin, dass weder mittels Ultrasonographie noch mittels einer gleichzeitig durchgeführten laparoskopischen Vergleichsuntersuchung das jeweilige Ovar vollständig eingesehen werden konnte. Als Ursache hierfür führen sie eine starke Beweglichkeit der Ovarien mit der resultierenden Verdeckung einzelner Follikel durch Darmschlingen, Eileiter oder Leberlappen an. An einem Ovar wächst jedoch stets eine Gruppe von Follikeln gemeinsam heran, so dass vom Vorhandensein einzelner Follikel unterschiedlicher Größengruppen auf weitere Follikel der jeweiligen Entwicklungsstadien geschlossen werden kann.

G. gigantea

Bei 4 Weibchen in Zürich wurden ein Jahr lang die Ovarien regelmäßig ultrasonographisch untersucht. CASARES et al. (1997) fanden heraus, dass die Exemplare im Gegensatz zu Tieren im Freiland keine zyklische Ovaraktivität zeigen. Es sind stattdessen ganzjährig große vitellogene (22 - 40 mm \emptyset) sowie auch atretische (bis 67 mm \emptyset) Follikel auf den Ovarien nachweisbar. Dabei wurden große atretische Follikel (> 40 mm \emptyset) besonders im Herbst (von September bis Dezember) gefunden. In der nördlichen Hemisphäre finden in diesem Zeitraum die Eiablagen statt. Die Autoren vermuteten daher, dass es sich um präovulatorische Follikel handelt, die nicht ovulierten und folglich atretisch wurden (s. Kap. 2.3.2.1.5). Im Untersuchungszeitraum 1992 - 1994 wurden in der Haltung des Zoos Zürich keine Ovulationen festgestellt, in den Jahren zuvor lediglich die Eiablage eines Weibchens 9 Monate nach ihrer Ankunft. Insgesamt ist somit bei diesen Weibchen seit Beginn der Haltung in Zürich (1955 bzw. 1984) keine Ovulation erfolgt, obwohl Körpergröße und Ovaraktivität ihre Maturität beweisen.

G. elephantopus

Bei Tieren in menschlicher Obhut wurden von ROBECK et al. (1990), CASARES (1995) und ROSTAL et al. (1998) bzw. bei semikaptiven Tieren (CDRS, Galapagos) von SCHRAMM et al. (1999b) ultrasonographische Langzeituntersuchungen der

Ovarien durchgeführt. Der Untersuchungszeitraum betrug jeweils über ein Jahr. Bei allen untersuchten Tieren konnten große vitellogene Follikel (28 - 42 mm \emptyset), präovulatorische Follikel (40 - 42 mm \emptyset), atretische Follikel (10 - 47 mm \emptyset) und bei reproduzierenden Weibchen zusätzlich beschalte Eier von leicht länglicher Form (55 - 68 mm Schalendurchmesser; 34 - 43 mm Dotterdurchmesser) dargestellt werden.

Bei in menschlicher Obhut gehaltenen Tieren (Zürich, Gladys Porter Zoo) wurden große vitellogene Follikel bei Weibchen mit Eiablagen vor der Legesaison bzw. bei allen Weibchen (mit und ohne Eiablagen) ganzjährig und atretische Follikel bei allen Weibchen ganzjährig gefunden (ROBECK et al. 1990, CASARES 1995, ROSTAL et al. 1998). Nach CASARES et al. (1997) wurden eine Häufung von Follikelatresien außerhalb der Paarungs- und Eiablagezeit beobachtet. Das entspricht der saisonalen Unterbrechung der Vitellogenese während ungünstiger Umweltbedingungen im Freiland.

Oviduktale Eier waren ab Oktober (ROBECK et al. 1990) bzw. August bis Dezember (CASARES 1995) darstellbar. Der individuelle Zeitraum zwischen ihrer ultrasonographischen Feststellung und der Eiablage variierte zwischen 34 und 84 Tagen (CASARES et al. 1997) bzw. 18 und 76 Tagen (ROSTAL et al. 1998). Einzelne Eier wurden über mehrere Monate retentiert und erst nach 180 oder mehr Tagen zur nächsten Legesaison, z. T. zusammen mit neu ovulierten Eiern abgelegt. Nach stattgefundener Eiablage konnten in Einzelfällen bereits nach 1, 9 und 46 Tagen erneut dünnchalige Eier im Ovidukt nachgewiesen werden (CASARES et al. 1997).

Bei den Tieren auf der CDRS fanden SCHRAMM et al. (1999b) ebenfalls das ganzjährige Vorliegen vitellogener und atretischer Follikel bei Weibchen mit und ohne Eiablagen. Die größten präovulatorischen Follikel lagen dabei in der Nistzeit vor. Die Eiablagen auf der CDRS erfolgten 8 bis 74 Tage nach Detektion der ersten Schalenstrukturen. Auch hier zeigten Weibchen einer Beobachtungsgruppe Retentionen von Eiern, die Wochen und bei einem Weibchen sogar Monate dauerten, so dass die Eiablage über das ganze Jahr erfolgte. Als mögliche Ursache werden fehlende Nistplätze diskutiert (SCHRAMM et al. 1999b).

Zyklusuntersuchungen mittels Hormonanalysen

In der Tabelle 16 werden die für Reptilien oder Schildkröten bekannten physiologischen Funktionen der einzelnen Hormone aufgeführt, die bei der Fortpflanzung von Bedeutung sind. Untersuchungen dieser Hormone werden auch bei Riesenschildkröten zur Zyklusdiagnostik eingesetzt.

Außer den in der Tabelle 16 angegebenen Hormonen werden von einzelnen Autoren weitere Untersuchungsparameter angeführt. Beispielsweise bindet Kalzium an das Vitellogenin-Molekül und kann somit als Indikator für die Vitellogenese und das Follikelwachstum genutzt werden (ROSTAL et al. 1998). Bezüglich der Androgene vermutet CASARES (1995), dass außer Testosteron auch andere Androgene eine Bedeutung bei männlichen Riesenschildkröten besitzen, z. B. Dehydroandrostendione und Androstendione. Untersuchungen dazu liegen jedoch nicht vor.

Tabelle 16: Physiologie der Sexualhormone bei Schildkröten bzw. bei Reptilien

Hormon	Funktion	Quelle
Weibchen		
Östrogene	stimulieren Vitellogenese bei Reptilien, in Follikel- u./o. Thekazellen produziert	I
Östradiol	wichtigstes Östrogen bei Reptilien, Anstieg mit Vitellogenese	II
	stimuliert Vitellogeninproduktion der Leber, Anstieg vor Paarungszeit	III
Androgene	Vorstufe der Östrogensynthese bei Schildkröten, parallele Verläufe von Testosteron zu Östrogenen	IV
Testosteron	könnte paarungsbereite Weibchen zur Pheromonproduktion stimulieren, Einflüsse auf Sexualverhalten bei anderen Schildkrötenarten vermutet	V
	assoziiert mit Ovarreife u. Follikelwachstum, Maximum in Paarungszeit, Abfall mit Ovulation, Zusammenhänge mit Empfänglichkeit der Weibchen bei anderen Schildkrötenarten vermutet	III
	Anstieg in Vitellogenese, Maximum vor Ovulation (Parallelität zu Östrogenen)	II
Progesteron	periovulatorischer Anstieg bei vielen Reptilien, Bildung von prä- u. periovulatorischen Follikeln sowie Corpora lutea	II, VI
	bei multiplen Follikelwachstumswellen u. Mehrfach-ovulationen in einer Saison auch mehrfache Progesteronwellen bei Schildkröten	VII, V
	Anstiege in Paarungs- und Nistzeit mit Ovulationen	VIII
	Stimulation der Eiweißsekretion im Eileiter sowie Blockade der Uteruskontraktionen während der Beschalung der Eier vermutet	IX, X, V
Männchen		
Testosteron	während der Spermio-genese bei Reptilien erhöht	XI
	vermutete Stimulierung des Paarungsverhaltens	XII
Corticosteron	mit Testosteron korrelierender zyklischer Verlauf, ungeklärte Bedeutung	XIII
Östrogene	durch periphere Aromatasen aus Androgenen umgewandelt, parallele Verläufe von Testosteron zu Östrogenen bei Schildkröten	XIV

I HO 1987

II LANCE u. CALLARD 1978

III ROSTAL et al. 1998

IV FEDER 1981

V OWENS u. MORRIS 1985

VI LICHT 1984

VII LICHT et al. 1979

VIII LICHT e al. 1982

IX MAC PHERSON et al. 1982,

X OWENS 1980,

XI LANCE 1984

XII CASARES 1995

XIII SCHRAMM et al. 1999b

XIV CALLARD et al. 1978

Da unter Einfluss von akutem Stress von mehreren Untersuchern bei verschiedenen Reptilien Hormonabfall (Testosteron bei männlichen Tieren, Östradiol bei weiblichen Tieren) bzw. Hormonanstieg (Progesteron und Östradiol bei weiblichen Tieren) festgestellt wurden und chronischer Stress bei physiologischer Gametogenese zu gestörter Steroidproduktion führen kann, ist eine parallele Untersuchung von Corticosteron als Stress-Indikator sinnvoll (LANCE u. LAUREN 1984, MENDONCA u. LICHT 1986, CASARES 1995, GREGORY et al. 1996). Ein deutlicher Corticosteron-Anstieg wurde mehrfach bei bzw. nach Manipulationen an Reptilien gefunden (LANCE u. LAUREN 1984, GREGORY 1996).

Die Steroidhormone werden hauptsächlich über die Leber metabolisiert und inaktiviert sowie danach mit dem Kot bzw. Harn ausgeschieden. Eine Langzeituntersuchung ohne den Stress regelmäßiger Blutentnahmen ist also anhand der Hormon- bzw. Metabolitenbestimmungen in Kot oder Harn grundsätzlich möglich. Der Einfluss der langen Darmpassagezeit von 7 - 21 Tagen bei *G. elephantopus* und $6 \pm 2,8$ bis $30 \pm 10,7$ Tage in der Regenzeit bzw. Trockenzeit bei *G. gigantea* auf die Steroide im Schildkrötenkot ist allerdings nicht bekannt (Freilanddaten RICK u. BOWMAN 1961, COE et al. 1979, CASARES 1995).

Von CASARES (1995) wurde neben Östron, Östradiol und Testosteron auch Pregnan diol-Glucuronid gemessen. Bei Huftieren wird Progesteron überwiegend im Urin als Pregnan diol-Glucuronid ausgeschieden (LOSKUTOV et al. 1983). Es wurde aufgrund des vergleichbaren Nahrungsspektrums der Schildkröten und der häufigen Urinbeimengungen im Schildkrötenkot als Progesteron-Metabolit bestimmt. Dieser Analogieschluss ist jedoch nicht bewiesen.

G. gigantea

Die Steroidanalysen aus dem Kot von 4 Weibchen (Zürich) von CASARES (1995) führten bei sehr hoher Variabilität der Werte zu folgenden Ergebnissen:

- Östron: keine Zyklizität erkennbar
- Östradiol: 2 Tiere phasenweise erhöht (April - Mai, September - November),
2 Tiere ganzjährig niedrig
- Pregnan diol-Glucuronid: basal Juni - August, leicht erhöht September - Mai
- Testosteron: einzelne erhöhte Werte (Februar - Mai; Oktober)

Da bei diesen Tieren keine deutliche Paarungszeit existiert, sie keine Eier legen und auch ultrasonographisch keine zeitlich eingegrenzte Follikelwachstumsphase festgestellt wurde, ließen sich außer einem vermuteten Zusammenhang erhöhter Östradiolwerte mit der Endvitellogenese keine Zyklusaussagen ableiten. Jedoch ist aufgrund der für *G. elephantopus* ermittelten Werte die gesamte Untersuchung kritisch zu bewerten (s. u.).

G. elephantopus

Bei dieser Art liegen neben Analysen der Kotsteroiden auch Analysen der Steroide im Blut (Plasma und Serum) vor.

Die Steroiduntersuchungen im Kot eines im Untersuchungszeitraum mehrfach ovulierten Weibchens (Zürich) ergaben keine Aussagen über stattgefundenene

Ovulationen oder Eiablagen. Bei ganzjährig basalen Werten für Östradiol, Östron und Testosteron war Pregnanol-Glucuronid während der Nistzeit geringgradig erhöht, die Werte eines subadulten Tieres lagen jedoch auf gleichem Niveau. Da zudem der Östrogenspiegel männlicher Tiere dem des Weibchens gleich, ist die Aussagekraft dieser Untersuchung bezüglich des weiblichen Fortpflanzungszyklus fraglich. CASARES (1995) selbst vermutet, dass Pregnanol-Glucuronid im Kot möglicherweise nicht mit Progesteron im Plasma korreliert oder ein kurzer periovulatorischer Progesteronanstieg in den Kotsteroiden nicht erfassbar ist und dass zudem verschiedene Östrogene und Östrogenmetaboliten bei Aldabra- und Galapagos-Riesenschildkröten vorkommen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Plasma- bzw. Serumsteroidreproduzierender und nicht reproduzierender Weibchen sind in der Tab. 17 zusammengefasst.

Tabelle 17: Saisonaler Verlauf ausgewählter Sexualsteroiden und von Ca^{2+} im Serum weiblicher *G. elephantopus*.

Zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse von ROSTAL et al. (1998) von 5 Weibchen des Gladys Porter Zoo (2 reproduzierende, 3 nicht reproduzierende) sowie SCHRAMM et al. (1999a) von 8 semikaptiven Tieren (alle reproduzierend) der CDRS

Hormon	+/- EA*	Hormonverlauf	Quelle
Östradiol	+	Anstieg: vor der Paarungszeit (Juli) Min.: Mitte der Nistzeit (Februar)	I
	-	unregelmäßiger Anstieg, in Nistzeit erhöhte Werte	I
	+	Anstieg: vor der Paarungszeit (Nov.-Jan) Max.: Paarungszeit (Feb.) Min.: Nistzeit (Juli)	II
Kalzium	+	Anstieg: zur Paarungszeit hin (Mai – Okt.) Abfall: zur Nistzeit hin	I
Progesteron	+	Anstieg: während der Paarungszeit Max.: paarungsintensivste Zeit (Oktober) Abfall: mit der Nistzeit Min.: Ende der Nistzeit (Mai)	I
	-	unregelmäßig erhöhte Werte	I
	+	Anstieg: während der Paarungszeit Max.: Beginn der Nistzeit (Juni) Abfall: nach der Nistzeit	II
Testosteron	+	Anstieg: während der Paarungszeit Max.: paarungsintensivste Zeit (Oktober) Min.: späte Nistzeit (April)	I
	-	unregelmäßig erhöhte Werte	I
Testosteron u. Corticosteron	+	Anstieg: mit Beginn der Paarungszeit Max.: paarungsintensivste Zeit Abfall: mit der Nistzeit	II

* Weibchen mit bzw. ohne Eiablagen

I ROSTAL et al. (1998)

Gladys Porter Zoo: Paarungszeit August - November, Nistzeit November - April

II SCHRAMM et al. (1999a)

CDRS: Paarungszeit Januar - Juni, Nistzeit Mai - Oktober

Insgesamt zeigen Weibchen mit Eiablagen deutlich saisonale Hormonverläufe, Weibchen ohne Eiablagen hingegen unregelmäßige Verläufe. Östradiol und parallel Testosteron weisen zur Zeit der Endvitellogenese (Paarungszeit), Progesteron um den Zeitpunkt der Ovulation bzw. Eiablage (Paarungszeit bzw. Nistzeit) maximale Werte auf. Ein Weibchen ohne Eiablagen im Untersuchungszeitraum, welches in der Vergangenheit Eier gelegt hatte, besaß zyklische Hormonverläufe auf niedrigerem Aktivitätsniveau. Die Autoren vermuten, dass Stress für derartige Störungen im hormonellen Ablauf verantwortlich ist, da das betroffene Tier in der Gruppe eine untergeordnete Stellung besitzt (ROSTAL et al. 1998).

Zyklusuntersuchungen bei *G. gigantea* anhand von Sektionsmaterial

SWINGLAND und COE (1978) charakterisieren die bei der Sektion von 115 Weibchen auf Aldabra beobachteten Funktionskörper auf den Ovarien anhand folgender morphologischer Unterschiede. Wachsende (ab 5 mm \emptyset) und präovulatorische Follikel (ab 30 mm \emptyset) sind milchigweiß bis gelblich aufgrund der Einlagerung der Dottereiweiße und haben eine deutliche Blutversorgung. Atretische Follikel sind blassgelb bis graurosa, besitzen nur eine geringe Blutgefäßversorgung und treten in allen Größen auf. Corpora lutea sind kleine, mit klarer Flüssigkeit gefüllte Bläschen (unter 13 mm \emptyset). Reste der Corpora lutea sind punktförmige, braune Narben.

Bei einer Paarungszeit von Februar bis Mai und einer Nistzeit von Juni bis September wurden präovulatorische Follikel von Februar bis Juni nachgewiesen, die größten Follikel zur Hauptpaarungszeit im April. Zwischen Nistzeit und Beginn der nächsten Paarungszeit wurden nur kleinere Follikel festgestellt, so dass eine Zyklusruhe in diesem Zeitraum anzunehmen ist.

Wachsende Follikel oder Corpora lutea zeigen die Geschlechtsreife durch die Aktivität der Ovarien an. Je nach Populationsdichte sind die Tiere mit 17 bis 23 Jahren matur. Jedoch waren alle an Paarungen beteiligten Weibchen mindestens 7 bis 10 Jahre älter. Ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Weibchen und dem Reproduktionspotential (Anzahl präovulatorischer Follikel oder Corpora lutea) lag nicht vor. Bei mangelndem Futterangebot konnte ein signifikant häufigeres Auftreten von Follikelatresien beobachtet werden, wobei in einigen Fällen sogar alle präovulatorischen Follikel reabsorbiert wurden.

Ähnliche Untersuchungen für *G. elephantopus* sind nicht bekannt.

2.3.2.4.2 Untersuchungen bei männlichen Tieren

Untersuchungen zur Spermaqualität

G. gigantea

Für *G. gigantea* liegen bisher nur zwei Untersuchungen zur Spermaqualität vor. In Zürich wurden Sekrete von der Kloakenöffnung von Männchen und Weibchen sowie im Anschluss an Paarungsversuche vom Gehegeboden mikroskopisch untersucht (CASARES et al. 1995, pers. Mitt. 1999). In beiden Sekretproben konnten nur wenige Spermien gefunden werden, die zudem in der Mehrzahl abgestorben waren. Ein großer Anteil zeigte morphologische Abweichungen wie Missbildungen der Köpfe und Hälse, Zytoplasmatropfen und aufgerollte Schwänze.

Als Ursache der niedrigen Spermaqualität vermuten die Autoren insbesondere suboptimale klimatische Bedingungen, die Verkürzung der Photoperiode in gemäßigten Breiten sowie endogene Störungen. Die im natürlichen Lebensraum während der Spermio-genese bestehenden Umwelttemperaturen von 31 °C würden in den wenigsten Zoos weder in der Außen- noch in der Innenhaltung erreicht.

Demgegenüber ergaben Spermauntersuchungen von GÖRITZ und HILDEBRAND (pers. Mitt. 2001) bei mehreren Tieren des Münchener Zoos zahlreiche Spermien von physiologischer Morphologie und Beweglichkeit. Die Tiere waren zur Absamung auf den Rücken gelegt und sowohl kloakal als auch am erigierten Penis direkt manuell stimuliert worden. Auf diese Weise konnten ca. 3 - 4 ml Sperma pro Tier gewonnen werden.

G. elephantopus

Für *G. elephantopus* werden verschiedene Methoden zur Gewinnung von Sperma für die Untersuchung der Spermaqualität beschrieben. Von OLSEN (1976) wurden Spermien in gelatinösem Material gefunden, welches nach einem Paarungsversuch vom Gehegeboden aufgenommen worden war. Abstriche der feuchten Umgebung der Kloake von Männchen oder Weibchen nach einem Paarungsversuch bzw. der Kopulation können nach BACON (1980) und CASARES (1995 u. pers. Mitt. 1999) zur Untersuchung der Spermaqualität herangezogen werden. Diese einfache Methode erbrachte jedoch in anderen Untersuchungen keine Spermien (OLSEN 1976).

SVEVA (1993 nicht publiz.) gelang nach mehrmonatiger Konditionierung eines einzelnen Tieres auf der CDRS („Lonesome George“) die Gewinnung von Sperma durch rein manuelle Stimulation (SCHRAMM pers. Mitt. 2000, CAMERON – CDRS pers. Mitt. 2000). Schließlich wurden auch Absamungen mittels Elektroejakulation plus manueller Stimulation durchgeführt (PLATZ et al. 1980).

Die physiologische Spermienmorphologie wird von OLSEN (1976) beschrieben. Der Kopf eines Spermatozoons ist langgestreckt, ca. 18,5 µm lang und weist eine gekrümmte Spitze auf. Nach einem körnigen Mittelstück von 4,6 µm Länge folgt das ca. 31 µm lange, fibrilläre Schwanzstück. Alle zuvor genannten Untersucher berichten von Spermien normaler Morphologie und Beweglichkeit.

Aufgrund der Differenz zu den bei *G. gigantea* erhobenen Spermabefunden vermutet CASARES (1995), dass *G. elephantopus* in menschlicher Obhut niedrigere Temperaturen ($< 30\text{ °C}$) während der Spermatogenese toleriert, da die Spermatogenese im Freiland teilweise in der kühleren Jahreszeit stattfindet.

Zyklusuntersuchungen mittels Hormonanalysen

G. gigantea

Die Analyse der Kotsteroiden zweier Männchen (Zürich) ergab, dass die Messwerte für Östron und Östradiol bei einzelnen erhöhten Werten (Mai – August) eines Männchens keine Zyklizität aufwiesen. Die Testosteronwerte zeigten bei beiden Tieren einen deutlichen Anstieg im Juni. Da die Tiere dieser Haltung sich ganzjährig paaren, kann dieser Hormonpeak keinem Zyklusabschnitt der männlichen Fortpflanzungsphysiologie zugeordnet werden (CASARES 1995).

G. elephantopus

Die Untersuchungsergebnisse der Kotsteroiden von 3 Männchen waren ähnlich denen der *G. gigantea*: der Östronspiegel zeigte keine Zyklizität, bei zwei Tieren waren einzelne Östradiolwerte erhöht (Mai – August) und ein Testosteronanstieg aller Tiere erfolgte im Juni, d. h. 4 Monate vor der Nistzeit (Beginn Oktober). Die Zuordnung zu Paarungsaktivitäten ist erschwert, da keine saisonale Paarungszeit vorliegt. Bei saisonalen Verhaltensabläufen läge die Paarungszeit jedoch ca. 4 Monate vor Beginn der Nistzeit, weshalb der Testosteronanstieg Anzeichen der dann stattfindenden Spermatogenese sein kann. Auch könnte die Aktivitätserhöhung der Tiere nach Umzug auf die Außenanlage den Hormonanstieg bedingen (CASARES 1995).

Die Untersuchungen der Serumsteroiden Testosteron und Corticosteron von Männchen in menschlicher Obhut und semikaptiven Männchen konnten übereinstimmend einen pränuptialen Zyklus nachweisen. (s. Tab. 18). Bei ansteigendem Testosteronspiegel finden Gonadenreife und Spermatogenese vor der Paarungszeit statt, ähnlich wie bei verschiedenen tropischen Meeresschildkröten (ROSTAL et al. 1998, SCHRAMM et al. 1999a).

Die bezüglich der Auswirkung der Geschlechtertrennung auf Testosteron als physiologischen Parameter durchgeführten Messungen erbrachten keine Differenz des Testosteronspiegels des mehrfach für je 2 - 3 Wochen abgetrennten Männchens, welches nach Wiedereingliederung eine erhöhte Paarungsaktivität zeigte, zu den in der Gruppe verbliebenen Männchen (ROSTAL et al. 1998).

Die für Stresseinwirkungen indikativen Corticosteronwerte zeigten bei Männchen und Weibchen einen saisonalen Verlauf, obwohl diese bei der Blutentnahme sichtlich gestresst waren. Dramatische Stresseinflüsse auf die Hormonspiegel bei der Manipulation an den Tieren können somit ausgeschlossen werden (SCHRAMM et al. 1999a).

Tabelle 18: Saisonaler Verlauf von Testosteron und Corticosteron im Serum männlicher *G. elephantopus*.

Zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse von ROSTAL et al. (1998) von 4 Männchen des Gladys Porter Zoo sowie SCHRAMM et al. (1999a) von 8 semikaptiven Tieren der CDRS

Hormon	Hormonverlauf	Quelle
Testosteron	Anstieg: vor der Paarungszeit (Mai-Juli) Max.: Beginn Paarungszeit (August) Min.: Nistzeit (Februar)	I
Testosteron u. Corticosteron	Anstieg: vor der Paarungszeit (Dezember) Max.: paarungsintensivste Zeit (Februar) Min: Nistzeit	II

I ROSTAL et al. (1998) Gladys Porter Zoo: Paarungszeit August - November, Nistzeit November - April

II SCHRAMM et al. (1999a) CDRS: Paarungszeit Januar - Juni, Nistzeit Mai - Oktober

Zyklusuntersuchungen anhand von Sektionsmaterial

SWINGLAND und COE (1978a) fanden bei Sektionen von 51 *G. gigantea* saisonale Schwankungen der Hodengewichte. Bei einer Paarungszeit von Februar bis Mai stiegen ab September die Gewichte bis zu einem Maximum im Februar an und fielen dann bis April wieder ab. Das maximale Hodengewicht wird somit 1 bis 2 Monate vor der paarungsintensivsten Zeit (März, April) erreicht.

Das Alter für sexuelle Reife liegt abhängig von der Populationsdichte bei 20 bis 26 Jahren. Im Unterschied zu den weiblichen Tieren beteiligen sich die Männchen schon 1 bis 2 Jahre nach Erreichen der Maturität an Paarungsversuchen.

BACON (1980) berichtet, dass bei der Sektion eines 16jährigen Jungtieres (*G. elephantopus*) der Nachzucht aus San Diego bereits zahlreiche Spermien nachgewiesen werden konnten.

2.3.2.5 Einflussgrößen der Umwelt auf Reproduktionszyklen

Von SCHRAMM et al. (1999a) wurden bei den Untersuchungen von *G. elephantopus* auf der CDRS die Zusammenhänge zwischen Reproduktionszyklus und jahreszeitlichem Verlauf von Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchte, Tageslichtlänge und Lichtintensität untersucht. Die Serumaktivität der Androgene und Östrogene verlaufen entsprechend der jahreszeitlichen Veränderungen der Temperaturen und Niederschläge. Die maximalen Hormonspiegel liegen in der heißesten und regenreichsten Zeit (Paarungszeit), in der die Endspermiogenese abläuft und ultrasonographisch das Follikelwachstum bis zu präovulatorischer Größe nachgewiesen wurde. Ein Progesteronanstieg und -maximum der nistenden Weibchen lag in der Zeit abnehmender Temperaturen (Beginn der Nistzeit). Niedrige Progesteronwerte konnten dagegen am Ende der kühleren Jahreszeit (Ende der Nistzeit) und in den wärmsten Monaten (Paarungszeit) gemessen werden. Die

Eiablage erfolgte in der kühlen und regenarmen Zeit, während der aufgrund des Nieselregens (Garua) eine hohe Luftfeuchte herrschte. Die Tageslichtlänge schwankt aufgrund der äquatornahen Lage im Jahresverlauf um 30 Minuten und spielt daher als exogener Faktor saisonaler Reproduktionszyklen keine Rolle.

ROSTAL et al. (1998) konnten an den Riesenschildkröten des Gladys Porter Zoo zeigen, dass sich der gonadale Zyklus der weiblichen Tiere in Texas ebenso am jährlichen Temperaturverlauf orientiert, wie - zeitlich verschoben – auf den Galapagos-Inseln.

2.3.3 Erkrankungen und Todesfälle bei *G. gigantea* und *G. elephantopus*

2.3.3.1 Juvenile und subadulte Tiere

Die bei Jungtieren am häufigsten auftretenden Erkrankungen betreffen den Verdauungstrakt, das Exkretionssystem und den Knochenstoffwechsel.

Nach BACON (1980) traten die meisten Todesfälle von *G. elephantopus* in San Diego bei Jungtieren unter 5 Jahren auf. Bei mehr als 50 % dieser Tiere lag eine Enteritis, eine Sandanschoppung oder eine Leberdegeneration unbekannter Genese vor. Weitere Todesursachen bei juvenilen Tieren waren Nephritis, Endocarditis sowie Überhitzung. Knochenstoffwechselstörungen werden von dem Autor nicht genannt.

Hingegen berichten HAUSER et al. (1997) und CHIDA (1998) im Fall von *G. gigantea* sowie STAEDLI (1972) und HATT und HONEGGER (1997) bei *G. elephantopus* von hochgradigen metabolischen Knochenerkrankungen bzw. Panzerverformungen. In Zürich mussten 4 Jungtiere von *G. gigantea* im Alter von 10 bis 12 Jahren wegen Panzerdeformationen, Panzererweichung und starken Fortbewegungsstörungen euthanasiert werden. Als pathologische Befunde der postmortalen Untersuchungen dieser Jungtiere wurden im einzelnen genannt: Osteodystrophia fibrosa generalisata, Rachitis bzw. metastatische Verkalkungen bei aktivierten Epithelkörperchen und chronischer Nephritis (sekundärer Hyperparathyreoidismus). Es wird vermutet, dass hierfür vor allem ein zu niedriges Ca:P-Verhältnis im Futter (Zufütterung von Fleisch) und eine nicht ausreichende UV-Bestrahlung verantwortlich waren (CASARES et al. 1995). In den Folgejahren konnte bei zwei 14 und 15 Monate alten Jungtieren von *G. elephantopus*, die keine Anzeichen einer Panzerdeformation zeigten und an Infektionskrankheiten verstorben waren, eine verspätete und mangelhafte Knochenzubildung festgestellt werden (HATT u. HONEGGER 1997). Es ist somit möglich, dass haltungsbedingte Knochenstoffwechselstörungen aufgrund fehlender Symptomatik übersehen werden. Nach der Futterumstellung kam es in Zürich aufgrund der restriktiven Fütterung gelegentlich zu Bisswunden durch Kannibalismus.

Im Izu-Andyland Aquarium wiesen alle vor 1996 geschlüpften Jungtiere starke Panzerverformungen auf und verstarben an den Folgen eines Vitamin-D-Mangels. Sie waren energiereich und rohfasernarm bei mangelhafter Kalzium- und Vitaminsupplementierung gefüttert worden und hatten weder Zugang zu Sonnenlicht noch UV-Bestrahlung erhalten. Auch bei den 1997 geschlüpften Tieren traten mit

einem Jahr Panzererweichung bzw. starke Panzerverformung auf. Die daraufhin veränderte Fütterung mit Korrektur der genannten Mängel (s. Kapitel 2.3.1.2) verbesserte die Stabilität der Panzer (CHIDA 1998).

Nach STARRETT (1992) traten bei den Jungtieren von *G. elephantopus* im Phoenix Zoo wiederholt respiratorische Erkrankungen nach feuchtkalter Witterung auf.

Es wird verschiedentlich auch von Parasitosen berichtet. Dabei werden Oxyuren, Strongyliden, Balantidien, Kokzidien, Entamoeben u. a. genannt. Deshalb werden in einigen Haltungen regelmäßige koproskopische Untersuchungen sowie entsprechende Behandlungen durchgeführt (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, HATT u. HONEGGER 1997).

2.3.3.2 Adulte Tiere

Bei adulten *G. gigantea* und *G. elephantopus* werden gehäuft Erkrankungen des Respirationstrakts, Verdauungstrakts, Exkretionssystems sowie Schäden des Hornpanzers oder der Haut beobachtet.

Im Einzelnen wird von Pneumonie, Enterocolitis, Darmtorsion, Anschoppung von Sand und Fasermaterial im Darm, Peritonitis, Nephritis, Nephrose, Penisprolaps, Kloakenprolaps, Balanoposthitis, lokaler und systemischer Mykose (letztere als Einzelfall eines immungeschwächten Tieres) und Skoliose berichtet (SHAW 1967, FATZER et al. 1974, AKINYEMI 1978, KEYMER 1978, BACON 1980, OJEH u. ADETUNJI 1980, RAPHAEL 1980, RUIZ et al. 1980, ENSLEY u. LAUNER 1981, SAMOUR et al. 1986, OROZ et al. 1996, BAUMGARTNER et al. 1997).

Eine von SAMOUR et al. (1986) durchgeführte Untersuchung an 21 Riesenschildkröten in Großbritannien ergab eine durchschnittliche Überlebensdauer nach dem Import von 5 Jahren. Dabei waren 42 % der Tiere in 2 Haltungen ohne Bodenheizung am „Wasting Syndrome“ erkrankt. Dieses Krankheitssyndrom zeichnet sich durch zunehmende Lethargie und Anorrexie aus. Die Tiere sind nach fortgeschrittenem Muskelabbau sowie einer möglichen Nervendegeneration unfähig, aufzustehen. Ein Therapieerfolg bei diesen Individuen wurde hauptsächlich auf eine verbesserte Haltung mit erhöhter Umgebungstemperatur von 24 - 26 °C, 50 % relativer Luftfeuchte und ausreichenden Platz zurückgeführt. Hier sei auch auf die während der Untersuchung an 10 klinisch gesunden Tieren erstellten und bei SAMOUR et al. (1986) aufgeführten Referenzwerte für Hämatologie und Blutchemie hingewiesen. Von Riesenschildkröten aus dem Freiland (Curieuse) liegen hämatologische Referenzwerte von HART et al. (1991) vor.

Als Nebenbefunde der makroskopischen pathologischen Untersuchung wurde häufig eine allgemeine Verfettung bzw. eine fettige Degeneration von Leberzellen gefunden (AKINYEMI et al. 1978, SAMOUR et al. 1986, BAUMGARTNER et al. 1997, DIVERS u. COOPER 2000). KEYMER (1978) nennt als mögliche Ursachen von Lipidosis hepatis bei verschiedenen Schildkrötenarten physiologische Speichervorgänge, Infektionskrankheiten oder Schwäche. Als Infektionserreger bei Hepatitiden wurden vor allem *Aeromonas* ssp. sowie *Salmonella* ssp. gefunden.

KEYMER (1978) fand Parasitosen in Form von Oxyurenbefall sowie Flagellaten und Ciliaten in verschiedenen Bereichen des Gastrointestinaltraktes.

Nach WALLACH (1971) ist bei *G. elephantopus* auch eine Schilddrüsenhyperplasie aufgetreten. Als mögliche Ursachen werden Jodmangel sowie strumigene Substanzen wie Nitrate im Grünfutter diskutiert.

2.3.4 Schutzstationen und Projekte

Durch die Einflussnahme des Menschen in den vorigen Jahrhunderten fand eine enorme Dezimierung bzw. Ausrottung ganzer Populationen beider Riesenschildkrötenarten statt. Nachdem schon Charles Darwin und einige seiner Zeitgenossen 1874 aus diesem Zustand die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen ableiteten (STODDART u. SAVY 1983), wurden im 20. Jahrhundert mehrere Schutzprojekte begonnen, von denen einige bereits etabliert sind, andere erst vor wenigen Jahren aufgebaut wurden. Deren Hauptziel ist neben der Bestandsstützung die Auswilderung von Riesenschildkröten auf ihren Ursprunginseln bzw. die Wiederansiedlung auf Inseln, deren Populationen ausgerottet sind.

Gute Nachzuchtergebnisse der CDRS und einer Privathaltung auf Mauritius (GRIFFITHS pers. Mitt. 2000) sind Beispiele dafür, dass unter optimalen klimatischen – und Haltungsbedingungen auf den Ursprunginseln oder geographisch benachbarten Inseln der Bestand hervorragend durch Nachzuchterfolge unter semikaptiven Bedingungen wieder vergrößert werden kann. Neben den Aussiedlungen nachgezüchteter Jungtiere von *G. elephantopus* ssp. auf den Galapagos-Inseln sind auch für *G. gigantea* Wiederansiedlungen auf Seychellen-Inseln, z. B. auf Rodriguez, geplant (GRIFFITHS pers. Mitt. 2001).

2.3.4.1 Schutzstationen und Projekte für *G. gigantea*

Anfang des 19. Jahrhunderts wurden, wahrscheinlich von Aldabra aus, Tiere auf verschiedenen Inseln im Indischen Ozean angesiedelt. So existieren noch heute meist kleine, freilebende Herden auf den Seychellen-Inseln Fregate, Cousin, Cousine, Bird, Denis, Cerf, Moyenne, Aride, La Digue sowie auf den Sansibar zugehörigen Inseln Changhuu und Prison (GERLACH u. CANNING 1998). Außerdem wurden zwischen 1978 und 1982 Tiere von Aldabra auf der Insel Curieuse (Granitinsel, Seychellen) ausgesiedelt. Im Jahr 1997 entstand ein Schutzprojekt auf der Insel Silhouette, in dem Exemplare der 1995 wiederentdeckten Unterarten (s. 2.1.1.3) zusammengeführt und unter wissenschaftlicher Aufsicht gehalten werden.

Die bedeutendsten Schutzprogramme und die von ihnen gesammelten Daten werden im Folgenden detailliert beschrieben.

Curieuse

Zwischen 1978 und 1982 wurden auf Curieuse 300 adulte Tiere angesiedelt. Bereits 1980 konnten die ersten Nachkommen beobachtet werden (SAMOUR et al. 1987, STODDART et al. 1982).

Bei Bestandszählungen in den folgenden Jahren wurden folgende Tierzahlen vorgefunden:

- 1986: 144 adulte Tiere (83,60,1) und 17 Schlüpflinge (SAMOUR et al. 1987)
- 1987: adulte 87 Tiere (59,28) (SPRATT 1989),
- 1990: adulte 121 Tiere (73,38,10) und 26 Schlüpflinge (LEWIS et al. 1990, HAMBLER 1994),
- 1992: ca. 150 adulte und 12 juvenile Tiere (SCHRAMM 1992).

Die Umgebungstemperaturen der Seychellen-Inseln betragen zwischen mindestens 24 °C und maximal 34 °C (meteorolog. Station Mahe, BUSSE pers. Mitt. 1999). Fortpflanzungsbiologisch konnten LEWIS et al. (1990) und HAMBLER (1994) Folgendes feststellen. Aufgrund des konstanten Wasserangebotes finden ganzjährig Paarungen statt. Die Nistzeit liegt zwischen Februar und Oktober. Zumindest einige Weibchen bringen Gelege mit einer durchschnittlichen Gelegegröße von 10,3 Eiern und einer mit Aldabra vergleichbaren Schlupfrate hervor. Seit 1989 werden einige Schlüpflinge der Wildbahn entnommen und bis zum Alter von 5 Jahren in einer Aufzuchtstation gehalten. Sie zeigen im Vergleich zu den Jungtieren Aldabras ein schnelleres Wachstum und folgende Zunahme der sCPL:

- bis ein Jahr 8,6 - 7,9 cm,
- bis 2 Jahre 17,3 - 212,1 cm,
- bis 3 Jahre 26,0 - 35,2 cm,
- bis 4 Jahre 34,8 - 38,2 cm
- und bis 5 Jahre 38,5 cm (SCHRAMM 1992).

Die auf Curieuse aufgewachsenen Schildkröten sind größer als die von Aldabra importierten Tiere. Das schnellere Körperwachstum wird auf ein größeres Futterangebot und die Vielzahl der verfügbaren Schattenplätze zurückgeführt (SCHRAMM 1992). Generell ernähren sich die Tiere von Blättern, Blüten und einigen Früchten; selten werden auch große Ameisen, Federn und Sand- bzw. Steinkrümen aufgenommen (HAMBLER 1994).

Bei allen Untersuchungen erschienen die Tiere gesund. Wenige Exemplare zeigten Verletzungen am Panzer. Die Mortalitätsrate war sehr niedrig. (SAMOUR et al. 1987, LEWIS et al. 1990, SCHRAMM 1992, HAMBLER 1994). Bei abnehmenden Tierzahlen und aufgrund des extrem geringen Anteils von Schlüpflingen und Jungtieren werden von verschiedenen Autoren folgende Risikofaktoren genannt: Diebstahl, Verluste durch Predatoren (Ratten, Katzen, Mäuse, Krebse), Überfeuchtung von Gelegen und eine hohe Jungtiermortalität unbekannter Ursache (SAMOUR et al. 1987, SPRATT 1989, LEWIS et al. 1990, HAMBLER 1994).

Silhouette

Im Rahmen des Seychelles Island Conservation Projects wurde 1997 auf Silhouette eine Schutzstation für die von GERLACH wiederentdeckten Seychellen-Arten der Riesenschildkröten (*Dipsochelys arnoldi* und *Dipsochelys hololissa*) eingerichtet. Nachkommen dieses Zuchtprogramms sollen später in ihrem natürlichen Habitat auf anderen Seychellen Inseln wiederangesiedelt werden. Es konnten einige wenige Tiere aus Privathaltungen erworben und 1999 zu einer kleinen Gruppe *Dipsochelys arnoldi* und einer Gruppe *Dipsochelys hololissa* zusammengestellt werden (GERLACH

pers. Mitteil. 2000). In den grasbewachsenen Gehegen beträgt die Tierdichte 1 pro 100 m². Einige Individuen klettern sehr gern oder nutzen eine Schlammsohle.

Folgende Daten zur Fortpflanzung liegen aus diesem Projekt vor. Die adulten Weibchen werden zeitweise von den Männchen getrennt gehalten. Von ca. 100 beobachteten Paarungsversuchen gingen 2 - 3 mit einer Kopulation einher, die 15 - 20 Minuten dauerte. Bei allen Kopulationen wurde stets ein Anheben des Panzerendes durch das Weibchen beobachtet. GERLACH vermutet deshalb, dass die so gezeigte Paarungsbereitschaft der Weibchen ausschlaggebend ist für Paarungserfolg oder –misserfolg.

Im Juli 1999 fand die erste Eiablage eines *D. arnoldi* Weibchens statt. Dabei wurden 12 Eier von durchschnittlich 50 mm Durchmesser und 80 g Gewicht in ein Nest gelegt. Aus diesem und allen folgenden Gelegen wurde bisher kein Nachwuchs erzielt (GERLACH pers. Mitt. 2001).

Changuu Island

Um 1950 gab es ca. 200 Exemplare von *G. gigantea* auf Changuu Island. Da illegaler Fang und Export als Ursache der Tierverluste (Bestand 1996: 9 adulte und 84 juvenile Tiere) angenommen wurden, siedelte man die verbliebenen Jungtiere in eine Aufzuchtstation auf Sansibar um. Die Tatsache, dass selbst von dort adulte und 50 % der Jungtiere gestohlen wurden, unterstreicht die Schwierigkeit derartiger Projekte auf für Außenstehende leicht zugänglichen Inseln (TOLAN u. COOPER 1997).

2.3.4.2 Schutzstationen und Projekte für *G. elephantopus*

Charles Darwin Research Station

Zum Schutz der Riesenschildkröten und als internationaler Forschungsstützpunkt wurde 1964 die Charles Darwin Research Station auf der Galapagos-Insel Santa Cruz errichtet.

Aufgrund der unterschiedlich starken Gefährdung der verbliebenen 11 Unterarten von *G. elephantopus* wurden nach Zählungen und Abschätzung der Reproduktions- und Nachzuchtraten (s. Tab. 3) individuelle Schutzprogramme in Zusammenarbeit mit dem Galapagos National Park Service begonnen. Vordringliche Maßnahmen sind Eradikations- bzw. Kontrollprogramme für eingeführte Säugetiere wie Ratten, Hunde, Schweine, Ziegen und Esel. Durch schnell wachsende Populationen stellen sie als Nesträuber, Nahrungskonkurrenten oder Predatoren von Schlüpflingen und Jungtieren eine starke Gefährdung der Gesamtpopulation dar (MAC FARLAND et al. 1974b). Zusätzlich werden einzelne Nistplätze im Freiland vor Nesträubern (Schweinen) geschützt, indem Barrieren aus Korallensteinen darüber aufgehäuft werden. Dieser Methode wird eine hohe Erfolgsquote bei den Unterarten *G. e. porteri*, *G. e. vicina* und *G. e. darwini* bescheinigt (MAC FARLAND et al. 1974b).

Die Überlebensrate der Jungtiere von *G. e. ephippium*, *G. e. chathamensis*, *G. e. darwini*, *G. e. vicina* und *G. e. güntheri* ist im Freiland derart niedrig, dass jährlich einige Eier in die CDRS gebracht und dort inkubiert werden.

Die Jungtiere bleiben bis zu einer bestimmten Körpergröße in der Station, bevor sie auf ihrer Herkunftsinsel ausgewildert werden (MAC FARLAND et al. 1974b).

G. e. hoodensis

Besondere Schutzmaßnahmen wurden auch für *G. e. hoodensis* ergriffen. Da die Individuendichte im Freiland so niedrig war, dass der Kontakt einzelner Tiere und damit die Fortpflanzung vollständig ausblieb, wurden alle verbliebenen Tiere in die CDRS gebracht. Ein weiteres Männchen kam aus einem Zoologischen Garten dazu. Die Zuchtgruppe setzt sich aus 3,12 Tieren zusammen. Diese werden aufgrund des aggressiven Verhaltens eines dominanten Männchens gegenüber anderen Männchen in zwei Zuchtgruppen getrennt gehalten und pflanzen sich seit 1970 regelmäßig fort (BACON 1978, SCHRAMM 1998).

G. e. abingdoni

Ebenso kam das letzte noch lebende Individuum von *G. e. abingdoni*, genannt „Lonesome George“, in die CDRS. Ihm wurden Weibchen einer morphologisch ähnlichen Unterart (*G. e. becki*) von einer geographisch nahegelegenen Insel zugesellt, ohne dass Geschlechtsaktivität beobachtet werden konnte. Nach genetischen Analysen stellte sich 1999 heraus, dass *G. e. chathamensis* und *G. e. hoodensis* von relativ weit entfernten Inseln (San Cristobal, Espanola) die am nächsten verwandten Unterarten sind. Weibchen dieser Unterarten wurden folglich mit „Lonesome George“ vergesellschaftet. Erkenntnisse über das Fortpflanzungsverhalten in dieser Gruppe liegen noch nicht vor (CACCONI et al. 1999).

Gehege und Fütterung

Die Gehege für adulte Tiere sind mit einem Wasserbecken, Schattenplätzen und Eiablagefläche ausgestattet. Nach Regenfällen bilden sich Schlammflöcher. Nachdem den Tiere anfänglich Stiele von Kletterpflanzen, Gras, Bananen, Orangen, Gemüsereste aus der Küche und nur gelegentlich Zweige von Büschen verfüttert wurden (STAEDELI 1972), erhielten sie nach MAC FARLAND et al. (1974b) später hauptsächlich Blattwerk, *Opuntia* und Gräser und nur gelegentlich Früchte und Gemüse. SCHRAMM (1998) berichtet, dass die Tiere heute dreimal wöchentlich mit Pflanzen aus dem Hochland von Santa Cruz gefüttert werden. Die Gabe von Obst oder Gemüse wird nicht erwähnt.

Fortpflanzung

Zum Fortpflanzungsverhalten der Riesenschildkröten im Freiland sowie von *G. e. hoodensis* werden von MAC FARLAND et al. (1974b) folgende Beobachtungen berichtet: Weibchen stellen sich nie zur Kopulation auf. Sie versuchen vielmehr, vor dem Männchen zu fliehen, so dass ausnahmslos starke und ausdauernde Männchen zum Geschlechtsakt kommen. Für Weibchen wurde keine jahreszeitliche Schwankung des Fortpflanzungstriebes festgestellt. Sie werden allerdings von den Männchen in der Paarungszeit vermehrt aufgesucht.

Die bei *G. e. hoodensis* in der CDRS beobachteten Reproduktionsabläufe im Jahresverlauf entsprechen denen anderer Unterarten im Freiland. Die Paarungszeit verläuft von Dezember bis August, die Nistzeit von Juni bis November. Schlupfzeit ist zwischen Anfang November und Anfang April. Dabei machen Weibchen meist 1 - 4 Grabversuche, ein Gelege besteht aus 2 - 20 Eiern (SCHRAMM 1998).

Beschädigungen der Eier treten auf, wenn das Weibchen sie im Nest arrangiert bzw. die erste Erdschicht darauf deckt. Damit die Gelege in der begrenzten Eiablagefläche nicht interferieren, werden sie am Tag nach der Eiablage ausgegraben und inkubiert (MAC FARLAND et al. 1974b).

Die Eier wurden in früheren Jahren im Inkubator auf Erde gelegt. Nach einem Luftpolster folgte eine weitere Erddeckschicht. Bei Umgebungstemperaturen von 22 - 28 °C im Juli bzw. 27 - 37 °C im März wurden sie durch Sonneneinstrahlung ausgebrütet (MAC FARLAND et al. 1974b). SCHRAMM (1998) berichtet von der heutigen Inkubation in Vermiculite® in einem elektrischen Inkubator. In einem Verhältnis von 2 : 1 sollen bei 29,5 °C weibliche, bei 28 °C männliche Schlüpflinge produziert werden. Der Schlupf dauert 4 - 7 Tage (STAEDELI 1972). Anschließend werden die Schlüpflinge für 4 - 10 Tage (MAC FARLAND et al. 1974b), nach SCHRAMM (1998) sogar für 30 Tage in einer Blackbox belassen. Diese Zeitspanne soll der Dottersackresorption im Nest entsprechen. Die Schlupfgewichte liegen je nach Unterart bei 57 - 102 g (STAEDELI 1972).

Eier anderer Unterarten, die aus dem Freiland in die CDRS gebracht werden, werden mit 10 - 15 Wochen transportiert. Versuche ergaben, dass zu diesem Zeitpunkt die geringsten Schädigungen an den Embryonen auftreten. Die Fertilitätsraten von *G. e. porteri* bzw. *G. e. ephippium* betragen in der CDRS 35 % bzw. 77 % gegenüber 80 - 85 % im Freiland. Die Schlupfraten lagen bei 35 % bzw. 51 % gegenüber 76 - 82 % im Freiland (MAC FARLAND et al. 1974b). Für *G. e. hoodensis* wurde von MAC FARLAND et al. (1974) eine Fertilitätsrate von 75 % ermittelt. Für den Zeitraum 1971 - 1987 wurde jedoch von MARQUEZ et al. (1987) eine Schlupfrate von lediglich 22 % angegeben. Die Eier einer gemischten Zuchtgruppe („Varias Islas“, Herkunft unbekannt) waren nach SMITH (1978) häufig infertil. 33 % der Schlüpflinge zeigten Albinismus und eine niedrige Lebenserwartung.

Jungtieraufzucht

Alle Jungtiere wurden in den ersten Jahren der CDRS im Freien, ab 1970 in einer Aufzuchtstation (MAC FARLAND et al. 1974b) und später erneut im Freien (SCHRAMM 1998) gehalten. Als Futter erhielten sie nach STAEDELI (1972) eine Pflanzenart (*Commelina diffusa*, eine dickstielige, kleinblättrige Kletterpflanze), später Grünpflanzen, Gräser und gelegentlich Früchte des Opuntia-Kaktus (MAC FARLAND et al. 1974b). Nach SCHRAMM (1998) wurden dreimal wöchentlich kleingehackte Blätter verabreicht.

Die Wachstumsraten der Jungtiere der CDRS lagen niedriger als die im Freiland. Bei *G. e. porteri* wurde im Freiland beispielsweise eine 1,4 - 1,6mal größere Wachstumsrate festgestellt. Als mögliche Ursachen nennen MAC FARLAND et al. (1974b) mangelnde Sonneneinstrahlung und geringe Diversität der Futterpflanzen. Daraufhin wurden Sonnenplätze eingerichtet und die Fütterung optimiert.

Anfänglich lag die Mortalitätsrate innerhalb der ersten 5 Lebensjahre mit 31 % (MAC FARLAND et al. 1974b) relativ hoch. Die meisten Tiere starben dabei bereits innerhalb der ersten 9 Monate. MARQUEZ et al. (1987) berichten bei besonders kühler Witterung von einer Jungtiersterblichkeit im ersten Lebensjahr von 49 %.

Todesursachen waren hauptsächlich Verdauungsprobleme wie Futteranschoppungen und Enteritiden sowie andere Infektionskrankheiten. Bei der anfänglichen Freilandhaltung sollen unregelmäßige Sonneneinstrahlung und Windexposition diese Erkrankungen begünstigt haben. In späteren Jahren hat sich die Jungtiersterblichkeit nach Haltungsänderungen auf 10 - 15 % verringert (SMITH 1978). STAEDLI (1972) berichtet auch von Bissverletzungen bei Jungtieren nach Dominanzkämpfen.

Auswilderung

Die Nachzucht wird im Alter von 3 - 5 Jahren mit einer Panzerlänge von ca. 20 cm ausgewildert (MAC FARLAND et al. 1974b, MARQUEZ et al. 1987, SCHRAMM 1998). Dann geht für sie keine Gefahr von Predatoren mehr aus. Die Wachstumsraten nach dem Auswildern sind ebenso wie die Überlebensraten sehr hoch (MAC FARLAND et al. 1974b).

Bis 1995 wurden insgesamt 700 *G. e. hoodensis* und 2000 Individuen der anderen Unterarten aus Nachzuchten der CDRS ausgewildert (SCHRAMM 1998). *G. e. hoodensis* pflanzten sich 1995 bereits wieder im Freiland fort. Sobald ihre Population auf 1000 Tiere angewachsen ist, werden alle Exemplare einschließlich der adulten Individuen der CDRS-Zuchtgruppe auf ihre Ursprunginsel zurückgebracht (SCHRAMM 1998).

3 Material und Methode

3.1 Befragung

Das Ziel der Befragung war, eine Bestandsaufnahme und eine Bewertung der aktuellen Haltungsbedingungen von *G. gigantea* und *G. elephantopus* vorzunehmen. Anschließend wurde mit Hilfe statistischer Methoden versucht, mit Fortpflanzungserfolgen korrelierende Haltungsfaktoren zu ermitteln. Da die Anzahl der Halter in Deutschland und Europa begrenzt ist, wurde die Studie weltweit angelegt.

Ein Fragenkatalog wurde auf Grundlage der Literaturangaben mit besonderer Berücksichtigung der Fortpflanzung zusammengestellt (s. 9.3) und zwischen Februar und August 2000 in deutscher oder englischer Sprache an die Halter verschickt. Insgesamt wurde der Fragebogen an 128 Halter von *G. gigantea* und an 60 Halter von *G. elephantopus* versandt. Halter beider Arten ($n = 16$) erhielten einen Fragebogen für jede Art. Zur Ermittlung der einzelnen Anschriften konnten verschiedene schriftliche Quellen wie ISIS Reptile Abstract, International Zoo Yearbook oder Regional Census Plans sowie die Korrespondenz mit Herpetologen bzw. herpetologischen Organisationen verschiedener Länder genutzt werden.

Der Fragebogen ist in zwei Teile unterteilt. Halter von Gruppen mit Tieren einheitlichen Geschlechts, ausschließlich subadulten Individuen oder von Einzeltieren erhielten Teil I (Allgemeine Informationen zu den Tieren). Halter von Gruppen mit Tieren beider Geschlechter erhielten Teil I und Teil II (Fortpflanzung).

3.1.1 Aufbau des Fragebogens

Teil I (Allgemeine Informationen zu den Tieren)

Zur Feststellung der Gruppengröße, der Altersstruktur und des Geschlechterverhältnisses wurde nach der Anzahl der Riesenschildkröten sowie dem Alter und dem Geschlecht der Individuen gefragt.

Hinsichtlich der Haltungsbedingungen (Innen- und Außengehege) richteten sich die Fragen nach Gehegegröße und -strukturierung, klimatischen Verhältnissen (Raum- und Bodentemperatur, Luftfeuchte, Beleuchtungsdauer, lichtdurchlässiges Dach), Angebot einer UV-Bestrahlung im Innengehege sowie Aufenthaltsdauer im Außengehege.

Die Fragen bezüglich der Fütterung umfassten die Futterzusammensetzung und -ration, bevorzugte Futtermittel, die Supplementierung von Vitaminen und Mineralstoffen sowie den Anteil tierischen Eiweißes.

Zur Einschätzung des Haltungsmanagements dienten Fragen zur Bewegungsaktivität der Tiere und zu Maßnahmen der gezielten Aktivitätsanregung. Von Interesse waren z. B. die Aufenthaltsdauer in Wasserbecken oder Schlammuhle, die Gehegestrukturierung, die Imitation wechselnder klimatischer Bedingungen

(Regenzeit/Trockenzeit), die Futterverteilung, die Futterrestriktion, der Kontakt zu Menschen sowie Pflegemaßnahmen (Einfetten der Panzer, Duschen der Tiere).

Zum Gesundheitsstatus der Tiere wurden Krankheiten und Todesfälle innerhalb der letzten 5 Jahre erfragt.

Da trotz geringer Anzahl der Züchter eine vergleichsweise große Anzahl gehaltener Tiere vorhanden ist und nur wenige Zoos Untersuchungen zur Reproduktion veröffentlicht haben, wurde gezielt der jeweilige Reproduktionsstatus in Teil II erfragt.

Teil II (Fortpflanzung)

Die Halter wurden über das Vorhandensein und die Beschaffenheit einer Eiablagefläche sowie über eine zeitlich begrenzte Geschlechtertrennung befragt.

Es wurde auch um individuenbezogene Daten gebeten. Von Interesse war hier insbesondere, ob bestimmte Tiere bevorzugt an Paarungsversuchen bzw. Kopulationen beteiligt sind oder ob die Auswahl der Geschlechtspartner als beliebig eingeschätzt wird, sowie der zur Kopulation bevorzugte Untergrund.

In Hinsicht auf die Eiablagen interessierten v. a. Angaben zu den eierlegenden Weibchen (Alter, Gewicht, Größe), zur Häufigkeit der Eiablagen (einmalig, mehrmals, regelmäßig), zur Gelegegröße und zum Eiablageverhalten inkl. Nestbau, veterinärmedizinischer Unterstützung (Oxytocingabe) sowie die Schlupf- und Fertilitätsrate.

Zoologische Gärten wurden zusätzlich aufgefordert, eigene Untersuchungen des Fortpflanzungsgeschehens, z. B. Ultraschall- oder Hormondiagnostik, die noch nicht veröffentlicht waren, zu benennen.

Abschließend erfolgte die Aufforderung einer subjektiven Gewichtung vorgegebener reproduktionsfördernder Faktoren.

3.1.2 Auswertung

3.1.2.1 Deskriptive Auswertung

Die Rücklaufquote betrug bei *G. gigantea* mit 67 beantworteten Fragebögen 52,3 % und bei *G. elephantopus* mit 26 beantworteten Fragebögen 43,3 %. Besonders gering war die Rücklaufquote bei Privathaltern von *G. gigantea* mit lediglich 4 Antworten auf 13 versandte Fragebögen (31 %).

Angesichts der

1. in ISIS 1999 aufgelisteten

- 90 Halter (*G. gigantea*) mit 145 ♂, 129 ♀, 21 unbestimmten Geschlechts
- 50 Halter (*G. elephantopus*) mit 53 ♂, 49 ♀, 105 unbestimmten Geschlechts bzw.

2. Zuchtbuchdaten von 1989 (THOMSON) für *G. elephantopus* mit

- 93 ♂, 73 ♀, 219 unbestimmten Geschlechts

kann gesagt werden, dass mit den in den Fragebogen eingehenden Daten von

- 67 Haltern (*G. gigantea*) mit 161 ♂, 156 ♀, 211 unbestimmten Geschlechts
- 26 Haltern (*G. elephantopus*) mit 47 ♂, 36 ♀, 61 unbestimmten Geschlechts

ungefähr 2/3 (*G. gigantea*) bzw. 1/2 (*G. elephantopus*) der weltweit registrierten Haltungen dieser beiden Arten in menschlicher Obhut in diese Untersuchung eingehen.

Für die Auswertung wurden in einzelnen Fällen die Angaben der Halter in vergleichbare Daten umgewandelt. Dies waren:

- mathematische Mittelwertbildung und z. T. Rundung aller „Von- Bis“- Angaben (Monate Innenhaltung, Futtermittelmengen, Fütterungsfrequenzen),
- Umrechnungen für Temperaturangaben aus °F in °C
- Umrechnung von Futtermittelmengen aus kg oder mathematischen Brüchen in Prozentwerte
- Umwandlung von Jahreszeiten (Paarungszeit) in Monate.

Einige Fragebögen wurden nur unvollständig beantwortet. Und bei speziellen Fragestellungen musste ein Teil der Antworten ausgenommen werden, z. B. die Angaben der Haltungen mit ausschließlich juvenilen Tieren für die Punkte „Flächenangebot“ und „Futtermenge pro adultem Tier“. Aus diesen Gründen ist für die entsprechenden Auswertungsschritte die Anzahl der ausgewerteten Haltungen angegeben.

Weiterhin wurden zu ausgewählten Fragen neben der Gesamtauswertung aller Haltungen die Angaben der Halter mit Züchterfolg gesondert dargestellt. Dabei wurde die Abkürzung „Z“ für Züchter gewählt. Detaillierte Angaben von Haltern oder Züchtern, die über den vorgegebenen Antwortrahmen hinausgehen, werden im Ergebnisteil und in der Diskussion unter der Angabe „pers. Mitt. in FB“ zitiert.

Die Auswertung der beantworteten Fragebögen erfolgte mit Hilfe des Programms Microsoft Excel 97. Zur Darstellung der Ergebnisse wurden tabellarische Gegenüberstellungen und graphische Darstellungen angefertigt sowie gegebenenfalls Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet.

3.1.2.2 Berechnung statistischer Zusammenhänge

Bei ausgewählten Fragestellungen wurden statistische Tests, z. B. der exakte Vierfeldertest nach R. A. Fischer und die Logistische Regression durchgeführt. Die Berechnungen erfolgten mit den Statistikprogrammen SAS 8.1 (exakter Vierfeldertest nach R. A. Fischer) und SPSS for MS WINDOWS 6.1 (logistische Regression).

Die Stichprobengröße für diese Berechnungen aus den Befragungsergebnissen reduzierte sich, da nur Haltungen mit mindestens einem Weibchen (als potentiell

Zuchttier) eingingen. Bei den Haltungen mit Eiablagen wurde anhand der Häufigkeit der Eiablagen oder Anmerkungen auf den beantworteten Fragebögen eine Auswahl zugunsten aktueller und mehrfacher Eiablagen getroffen. Das heißt Haltungen mit zeitlich zurückliegenden Eiablagen (nicht unter aktuellen Haltungsbedingungen), mit lediglich einmaliger Eiablage und mit Eiablagen direkt nach Verbringung in die Haltung blieben unberücksichtigt. Durch diese Auswahl gingen folgende Haltungen in die Berechnungen ein:

- 52 Halter *G. gigantea*, davon 9 mit Eiablagen (6 Züchter)
- 13 Haltungen *G. elephantopus*, davon 6 mit Eiablagen (5 Züchter).

Außer der getrennten Betrachtung für beide Arten wurden anschließend zur Vergrößerung der Stichprobe und aufgrund der aus Literatur und Fragebogenauswertung abgeleiteten Vergleichbarkeit der Ansprüche die Angaben zu beiden Arten summiert, so dass die Berechnungen mit folgenden Haltungen erfolgte:

- Σ 65 Halter, davon Σ 15 Halter mit Eiablagen (Σ 11 Züchter).

Die Auswahl der für Fortpflanzungserfolge (i. S. v. Eiablagen) relevanten Haltungsfaktoren orientierte sich an Angaben aus der Literatur, Gesprächen mit Haltern und Züchtern sowie den Antworten zur Gewichtungfrage des Fragebogens.

Exakter Vierfeldertest nach R. A. Fischer

Der exakte Vierfeldertest zum Vergleich zweier Verteilungen wurde für folgende Merkmale (dichotome Variablen) berechnet:

- Aktivitätsanregung (ja/nein) zu Eiablage (ja/nein)
- Gehegestrukturierung im Außengehege (ja/nein) zu Eiablage (ja/nein)
- Geschlechtertrennung (ja/nein) zu Eiablage (ja/nein)
- Geschlechterverhältnis (dichotomisiert $\text{♀} > \text{♂}$ oder $\text{♀} \leq \text{♂}$) zu Eiablage (ja/nein)
- Geschlechtertrennung (ja/nein) zu kooperative Weibchen (ja/nein)

Die Berechnungen zu diesen 5 Fragestellungen erfolgte für beide Arten getrennt und summiert.

Logistische Regression

Zur Prüfung des Einflusses weiterer Faktoren (quantitative Variablen) auf die Eiablage (dichotome Variable) wurden logistische Regressionen verwendet. Diese Berechnung erfolgte für:

- Monate Außenhaltung -> Eiablage (ja/nein)
- Flächenangebot/adultes Tier (Innen- und Außengehege) -> Eiablage (ja/nein)
- Durchschnittliche Raumtemperatur am Tag -> Eiablage (ja/nein)
- Tagesfuttermenge/adultes Tier (Jahresdurchschnitt) -> Eiablage (ja/nein)

Die Berechnungen zu diesen 4 Einflüssen erfolgte wiederum für beide Arten getrennt und summiert.

3.2 Sonographische Untersuchungen der Ovarien bei *G. gigantea*

Im Zeitraum von Oktober 1998 bis Oktober 1999 erfolgten regelmäßige sonographische Untersuchungen der Ovarien von 3 adulten weiblichen Riesenschildkröten im Zoo Hannover. Die zeitlichen Abstände zwischen zwei Untersuchungen betragen 2 bis 8 Wochen. Die beiden anderen Weibchen wiesen zu Anfang der Untersuchungsperiode noch keine Ovaraktivität auf und wurden in 4 – 6 monatigem Abstand mit untersucht.

Um für die Untersuchung eine inguinale Positionierung des Schallkopfes zu ermöglichen, wurden die Tiere durch streichelnde Berührungen der Gliedmaßen und des Kopfes dazu veranlasst, sich aufzustellen. Alternativ wurden sie zur Fixierung mit dem Plastron auf einen umgestülpten Eimer gesetzt. Die Untersuchungen fanden stets im Gehege statt. Es wurde versucht, den Stress, dem die Tiere besonders während der Positionierung auf dem Eimer unterlagen und der durch Absetzen von Kot- und Harn deutlich wurde, durch rasche Durchführung der Untersuchungen zu minimieren.

Zur Untersuchung kam ein Scanner 100 Vet-Ultraschallgerät der Firma Pie Medical (Maastricht, NL) mit einem 5 bzw. 7,5 MHz Curved-Array-Schallkopf R17 zum Einsatz, wobei meist mit einer Ultraschallfrequenz von 5 MHz gearbeitet wurde. Dabei betrug die maximale Eindringtiefe des Schallsignals 12 cm.

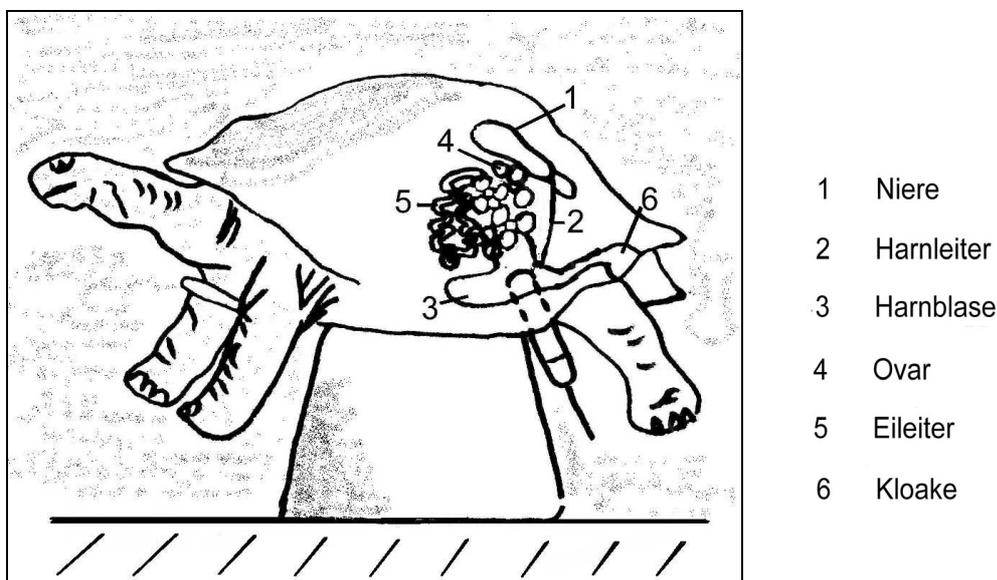


Abbildung 12: Durchführung der ultrasonographischen Untersuchung:
Schallkopfpositionierung im inguinalen Panzerausschnitt und Lage der weiblichen Geschlechtsorgane bei Schildkröten
(modifiziert nach SCHACHT (1902) und MADER (1996))

3.3 Messung der Lichtstärke und UV-Strahlung im Innengehege von *G. gigantea*

An einem Tag mit wechselnder Sonnenstrahlung erfolgte die Messung der Lichtstärke und UV-Strahlung unter dem Licht- und UV-durchlässigen Dach des Innengeheges im Zoo Hannover. Im direkten Vergleich dazu wurde auch die im Außengehege vorliegende Lichtmenge und UV-Strahlung ermittelt. Ziel der Untersuchung war eine Bewertung der Licht- und UV-Strahlungsverhältnisse in Innengehegen mit strahlungsdurchlässigen Kunststoffdächern.

Hierfür wurden

1. die UV-Durchlässigkeit des Daches,
2. die bei Einstrahlung von Sonnenlicht an verschiedenen Punkten des Geheges auf Panzerhöhe der Tiere eintreffende UV-Strahlung
3. die bei Einstrahlung von Sonnenlicht an verschiedenen Punkten des Geheges auf Panzerhöhe der Tiere eintreffende Lichtstärke
4. sowie die UV-Emission einer im Gehege (in ca. 2 m Höhe) befindlichen UV-Lampe ermittelt.

In Zusammenarbeit mit Dr. M. Lüpke vom Institut für Physik der Tierärztlichen Hochschule Hannover wurde die UV-A-Strahlung (λ 315 nm bis 400 nm) und UV-B-Strahlung (λ 280 nm bis 315 nm) gemessen. Als Messgerät kam das IL 1700 Photometer mit den Photodetektoren SUD033 (UV-A) und SUD240 (UV-B) zum Einsatz (Firma: International light inc., Newburyport, Massachusetts, USA). Zur Messung der Lichtstärke des sichtbaren Lichtes wurde das Luxmeter CHROMA METER verwendet (Firma: Minolta, Osaka, Japan).

Die Überprüfung der UV-Durchlässigkeit des Daches (1.) wurde an 3 Stellen unmittelbar unterhalb des Daches, die Messung der UV-Strahlungsstärke und der Lichtstärke auf Höhe der Tiere (2. und 3.) an 9 Messpunkten innerhalb des Geheges bei ausgeschalteter Gehegebeleuchtung in 20 cm Höhe über dem Boden durchgeführt. Als Messpunkte im Gehege wurden Bereiche ausgewählt, an denen sich die Tiere nach eigenen Beobachtungen sehr häufig aufhalten (Skizze s. Abb 13).

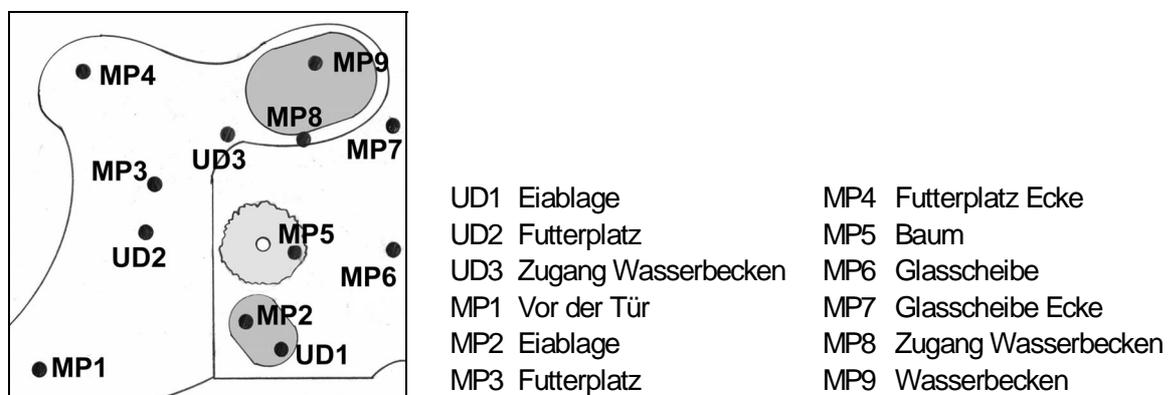


Abbildung 13: Verteilung der Messpunkte direkt unter dem Dach (UD 1 - UD3) sowie auf Panzerhöhe der Tiere (20 cm über dem Gehegeboden) (MP1 – MP9) im Schildkrötengehege. Schemazeichnung.

Es handelte sich bei dem Messtag um einen Tag mit wechselnder Bewölkung, so dass Messwerte bei bewölktem Himmel und bei Sonnenstrahlung aufgenommen werden konnten.

3.4 Spermienuntersuchungen an Kloakenabstrichen von *G. gigantea*

Nach intensiven Paarungsversuchen konnte aus der Kloake des Männchens ausgetretenes Sekret in eine Einmalspritze aspiriert und umgehend mikroskopisch nativ untersucht werden.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Befragung

Zur Auswertung kamen 67 beantwortete Fragebögen zu *G. gigantea* (32 von außerhalb Europas, 22 aus Europa außer Deutschland, 12 aus Deutschland) und 26 beantwortete Fragebögen zu *G. elephantopus* (21 von außerhalb Europas, 4 aus Europa außer Deutschland). Für beide Arten ging jeweils ein Fragebogen ein, bei dem der Halter anonym blieb. Im Anhang befindet sich eine Auflistung aller in die Untersuchung einbezogenen Haltungen (s. 9.4).

4.1.1 Teil I: Allgemeine Angaben

4.1.1.1 Angaben zu den Tieren

G. gigantea

Von 67 Haltern werden insgesamt 529 Exemplare von *G. gigantea* gehalten (1 ohne Angabe). Diese gliedern sich in 161 Männchen, 156 Weibchen, 38 subadulte und 174 juvenile Tiere. Die große Anzahl juveniler Tiere ist vor allem auf zwei sehr erfolgreiche Nachzüchter (48 bzw. 118 Jungtiere) zurückzuführen. Wenige Jungtiere werden zusätzlich von 2 weiteren Haltern gemeldet (2 bzw. 5 Exemplare).

Die Auswertung der Angabe „Gruppen mit Tieren eines oder beiderlei Geschlechts“ bezieht sich auf die Fortpflanzungsfähigkeit der Gruppe, so dass zum Zeitpunkt der Befragung subadulte Tiere nicht berücksichtigt werden. In dieser Altersgruppe ist das Geschlecht äußerlich noch nicht feststellbar.

Es werden in 4 Haltungen ausschließlich Einzeltiere gehalten sowie in 11 Haltungen Gruppen mit Tieren gleichen Geschlechts. Dabei handelt es sich in 10 Haltungen um reine Männchen-, in einer Haltung um eine reine Weibchengruppe. Die Anzahl der Haltungen mit Tieren beiderlei Geschlechts beträgt insgesamt 51 (77,3 %). Dabei liegt in 11 Haltungen die Gruppengröße bei > 5 und in 4 Haltungen bei > 10 Exemplaren.

Die Geschlechterverhältnisse sind wie folgt:

- 10 Haltungen halten mehr Männchen (7mal 1♂ : 0,5♀; 3mal 1♂ : 0,7/0,8♀),
- 23 Haltungen halten gleich viele Männchen und Weibchen,
- 18 Haltungen halten mehr Weibchen (5mal 1♂ : 1,2/1,3♀; 6mal 1♂ : 1,5♀; 4mal 1♂ : 2♀; 2mal 1♂ : 2,5♀; 1mal 1♂ : 3♀).

In den 6 Haltungen mit Nachzucht (s. auch 4.1.2.3) leben 2, 5, 5, 7, 14 bzw. 74 adulte Tiere in der Gruppe. Das Geschlechterverhältnis ist 3mal zugunsten der Weibchen, 1mal zugunsten der Männchen verschoben. In 2 Fällen werden gleich viele Männchen wie Weibchen gehalten.

G. elephantopus

Die Gesamtzahl der von 26 Haltern gehaltenen 144 Exemplare von *G. elephantopus* setzt sich aus 47 Männchen, 36 Weibchen, 51 subadulten und 10 juvenilen Tieren zusammen.

Dabei geben 4 Halter Tiere in Einzelhaltung an sowie 8 Halter Gruppen von Tieren eines Geschlechts. Es handelt sich um 7 Haltungen von ausschließlich Männchen bzw. eine Haltung mit nur Weibchen. Gruppen mit Tieren beiderlei Geschlechts existieren in 13 (50 %) Haltungen, davon 4 in Gruppengrößen > 5 Tiere und einmal mit einer Gruppengröße > 10 Tiere.

Die Geschlechterverhältnisse sind wie folgt:

- 3 Haltungen halten mehr Männchen (2mal 1♂ : 0,5♀; 1mal 1♂ : 0,7/0,8♀),
- 6 Haltungen halten gleich viele Männchen und Weibchen,
- 4 Haltungen halten mehr Weibchen (3mal 1♂ : 1,5♀; 1mal 1♂ : 2,5♀).

In den 5 nachzüchtenden Haltungen werden 2, 4, 5, 7 bzw. 17 adulte Tiere gehalten. In 2 Haltungen werden mehr Männchen, in 2 Haltungen mehr Weibchen und in einer Haltung je ein männliches und ein weibliches Tier gehalten.

4.1.1.2 Angaben zu Haltungsbedingungen im Innengehege

Unterbringungsdauer im Innengehege

In den Abbildungen 14 und 15 sind die Unterbringungsdauer im Innengehege für *G. gigantea* und *G. elephantopus* in den verschiedenen Haltungen dargestellt. Bei beiden Spezies wird ein großer Anteil der Tiergruppen (*G. g.* > 30 %; *G. e.* > 50 % der Antworten) nahezu ganzjährig in Außengehegen gehalten. Dies betrifft vornehmlich Haltungen in warmgemäßigtem Klima, z. B. in Florida. Die zweitgrößte Gruppe umfasst Haltungen mit 5 - 8 Monaten Innenhaltung. Dieser Zeitraum entspricht im kühlgemäßigten Klima, z. B. Mitteleuropa, den Wintermonaten. Eine Ausnahme bildet ein Halter von *G. gigantea* in Belgien mit 11monatiger Innenhaltung. Die Zuordnung der einzelnen Haltungen zu Klimazonen ist der Auflistung 9.4 im Anhang zu entnehmen.

Zu den Nachzüchtern zählen bei beiden Spezies sowohl Haltungen mit mehrmonatiger Innenhaltung (*G. g.* : 3 bzw. 6 Monate, *G. e.* : 5,5 bzw. 7 Monate) als auch Haltungen mit ganzjähriger Außenhaltung.

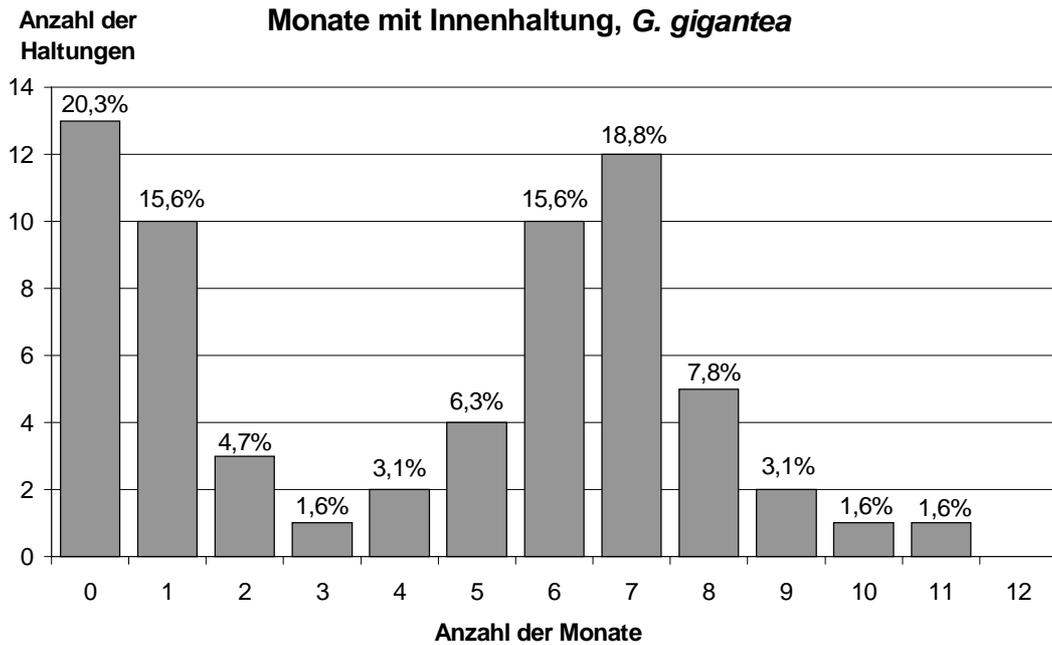


Abbildung 14: Haltungsdauer im Innengehege in Monaten in 64 Haltungen von *G. gigantea*. Der Prozentwert in Relation zur Gesamtzahl der Haltungen wird angegeben.

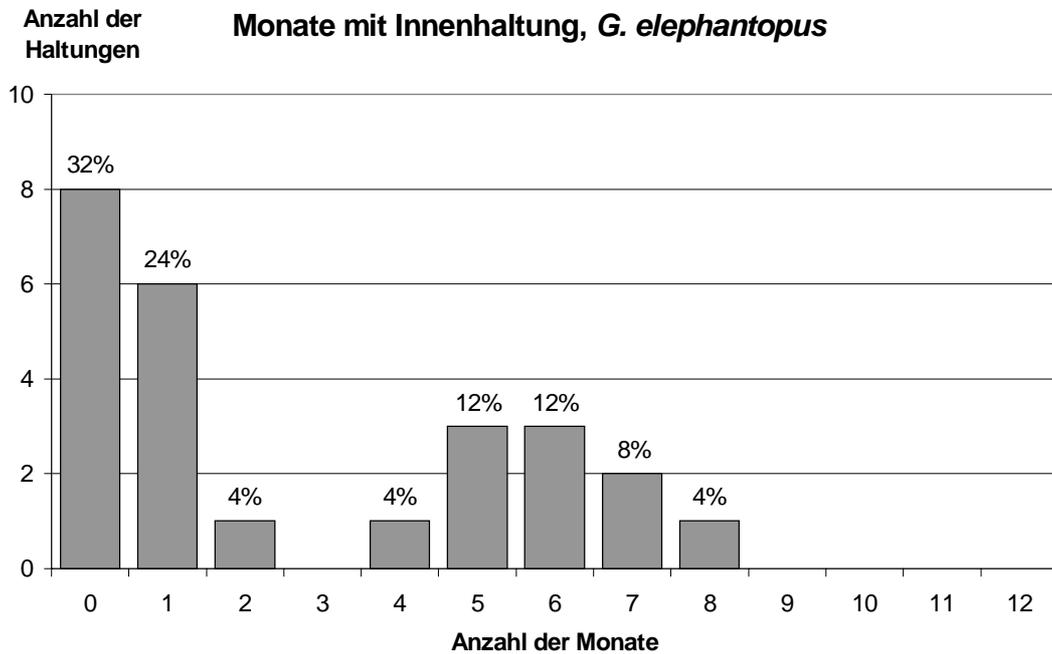


Abbildung 15: Haltungsdauer im Innengehege in Monaten in 25 Haltungen von *G. elephantopus*. Der Prozentwert in Relation zur Gesamtzahl der Haltungen wird angegeben.

Größe des Innengeheges bzw. Flächenangebot pro adultem Tier

Die Größe der Innengehege variiert von 5 bis 900 m². Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese Angaben auf die verfügbare Fläche je adultem Tier umgerechnet. Die Abbildungen 16 und 17 geben die dem Einzeltier zur Verfügung stehende Innenfläche wieder, die nachts sowie während der Periode der Innenhaltung genutzt wird. Haltungen mit ≤ 2 Monaten Innenhaltung (z. T. ausschließlich nachts) werden in den oberen Teilen der Abbildungen dargestellt. Zur Einschätzung des Flächenangebotes bei längerfristiger Innenhaltung (> 2 Monate) wird in der Beschriftung zu den Abb. 16 und 17 das Flächenangebot statistisch beschrieben. Bei der Haltung, die eine außergewöhnlich große Innenfläche von 225 m² pro adultem Tier anbietet, besteht auch die längste Periode der Innenhaltung (11 Monate).

In nachzüchtenden Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung beträgt die pro adultem Tier verfügbare Fläche im Innengehege:

- bei *G. gigantea* zwischen 2,9 und 6,6 m² (3 bis 6 Monate Innenhaltung)
- bei *G. elephantopus* 23 bzw. 33 m² (6 bzw. 7 Monate Innenhaltung).

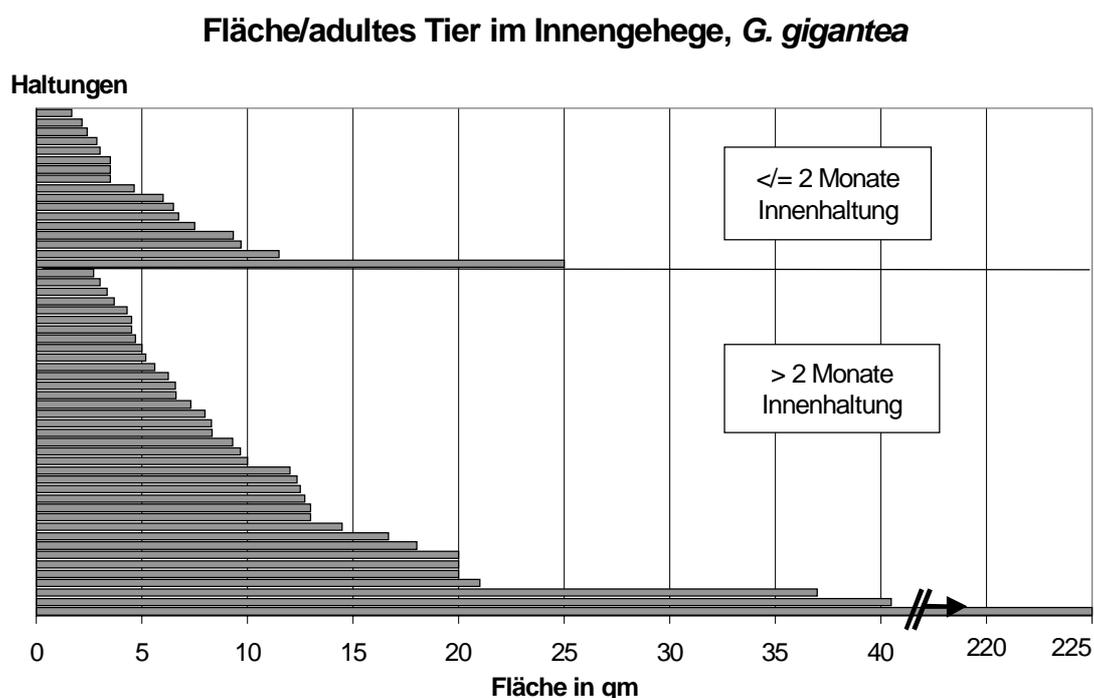


Abbildung 16: Flächenangebot im Innengehege/adultes Tier in 54 Haltungen von *G. gigantea*.

Graphik unterteilt in Haltungen mit ≤ 2 Monaten (z. T. nur nachts) bzw. > 2 Monaten Innenhaltung.

Bei > 2 Monaten Innenhaltung (ausgenommen ist der Extremwert von 225 m²):

$F_{\min} = 2,7 \text{ m}^2$; $F_{\max} = 40,5 \text{ m}^2$; $M_w = 11,4 \text{ m}^2$; $SD = 8,64 \text{ m}^2$; $n = 36$

Fläche/adultes Tier im Innengehege, *G. elephantopus*

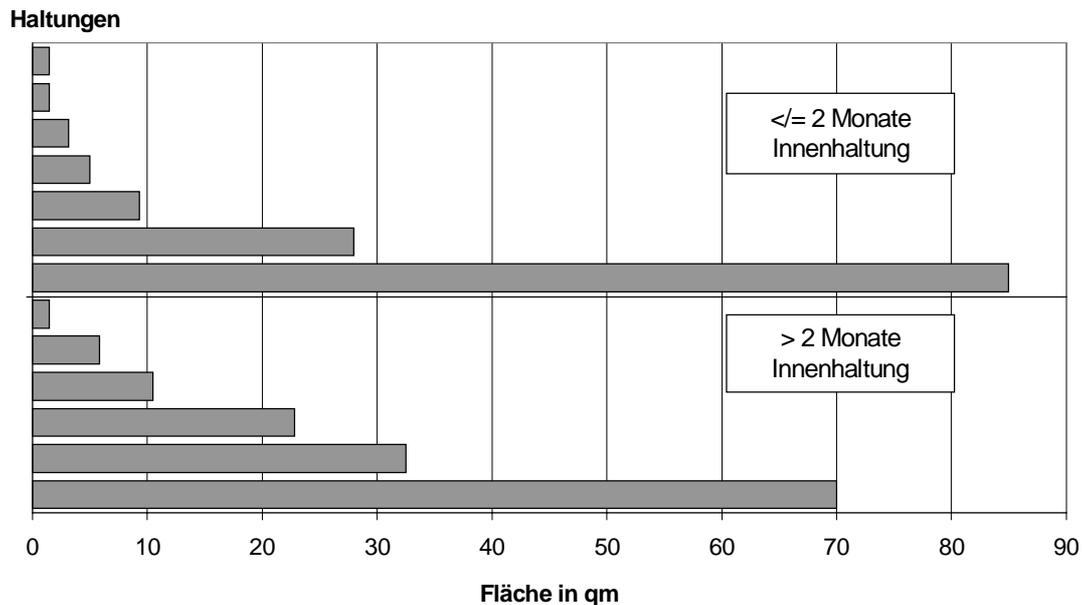


Abbildung 17: Flächenangebot im Innengehege/adultes Tier in 13 Haltungen von *G. elephantopus*.

Graphik unterteilt in Haltungen mit ≤ 2 Monaten (z. T. nur nachts) bzw. > 2 Monaten Innenhaltung.

Bei > 2 Monaten Innenhaltung: $F_{\min} = 1,5 \text{ m}^2$; $F_{\max} = 70 \text{ m}^2$; $M_w = 23,9 \text{ m}^2$; $SD = 25,3 \text{ m}^2$; $n = 6$

Boden

Die Beschaffenheit des Bodens sowie das Vorhandensein eines Wasserbeckens und weiterer Strukturelemente wird in der Abb. 18 dargestellt.

G. gigantea

19 Haltungen weisen ausschließlich harten Boden (Beton, Stein), 13 Haltungen ausschließlich weichen Boden (Erde, Sand) sowie 21 Haltungen eine Kombination beider Bodenqualitäten bzw. von hartem Boden und Einstreu (Rindenmulch, Späne, Stroh, Heu) auf. Bei 7 Haltungen werden zusätzliche Strukturelemente (Pflanzen, Wurzeln, Steine) angegeben.

In der Gruppe der Züchter existieren Haltungen mit ausschließlich Betonboden, Haltungen mit Beton und einer weichen Bodenkomponente sowie Haltungen mit ausschließlich weicher Bodenqualität. Strukturelemente gibt es in keiner dieser Haltungen.

Ein Wasserbecken existiert in 24 Haltungen. Alle Haltungen mit beheiztem Wasserbecken ($n = 13$; $= 56,5 \%$) haben eine Innenhaltung von > 6 Monaten. Die tägliche Nutzung beheizter Becken durch die Schildkröten wird von 4 Haltern mit $\leq 2 \text{ h}$, von 7 Haltern mit $> 2 \text{ h}$ angegeben. In Haltungen mit unbeheiztem

Wasserbecken besteht bei 5 Haltern eine tägliche Nutzungsdauer von ≤ 2 h, bei 4 Haltern von > 2 h.

G. elephantopus

In 4 Haltungen gibt es ausschließlich harten Boden, in 6 Haltungen weichen Boden und in 7 Haltungen harte und weiche Böden kombiniert bzw. harte Böden mit Einstreu. Bei zwei Haltungen besteht eine zusätzliche Strukturierung durch Pflanzen, Wurzeln oder Steine. In 3 nachzuchtenden Haltungen mit Innenhaltung besteht der Boden entweder aus Beton oder Steinplatten bzw. Kunststoff und einer weichen Bodenkomponente. Nur in einer Haltung ist das Innengehege strukturiert.

Die Anlage eines Wasserbeckens wird von 7 Haltungen angegeben. Bei einer Haltung (= 14,3 %) mit > 6 Monaten Innenhaltung ist dieses beheizt und wird > 2 h täglich genutzt. Ein unbeheiztes Wasserbecken ist in 5 Haltungen ≤ 2 h täglich in Gebrauch.

**Bodenbeschaffenheit im Innengehege,
G. gigantea und G. elephantopus**

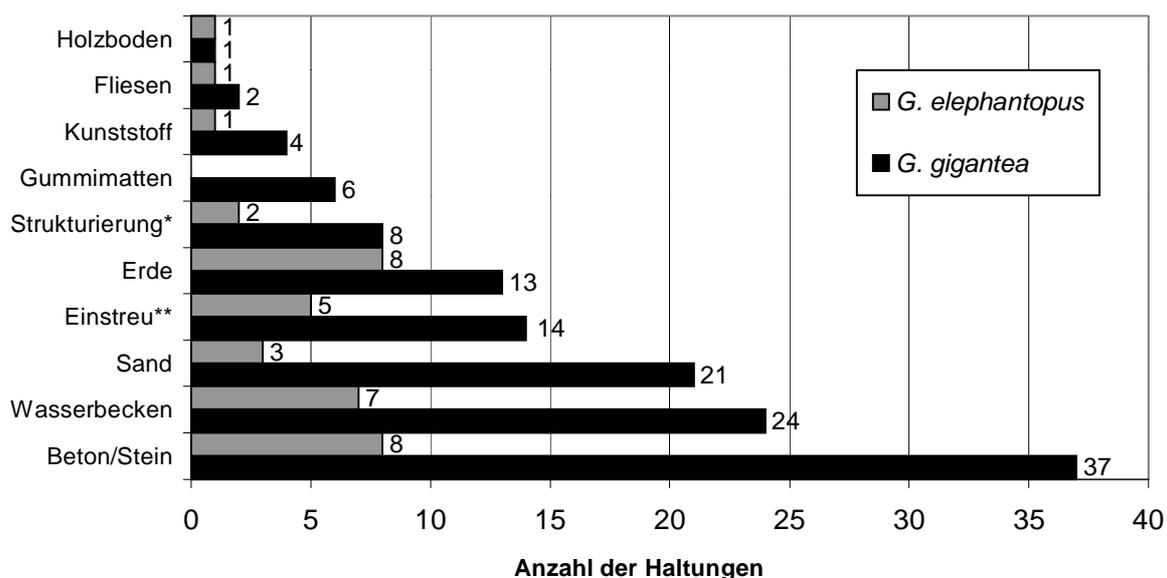


Abbildung 18: Bodenbeschaffenheit und Strukturierung im Innengehege in 58 Haltungen von *G. gigantea* u. 19 Haltungen von *G. elephantopus*. Mehrfachnennungen möglich

* Pflanzen, Wurzeln, Steine ** Rindenmulch, Stroh, Heu, Hobelspäne

Temperatur

In den Abbildungen 19 und 20 werden die Angaben der Raumtemperatur_{Tag} zusammengefasst. Diese liegen als Einzelwerte oder Temperaturspannen vor. Die Angaben zur Raumtemperatur_{Nacht}, Bodentemperatur_{Tag} und Bodentemperatur_{Nacht} sind in den Tabellen VII und VIII (Anhang) dargestellt. Durchschnittstemperaturen bzw. Mittelwerte und Standardabweichungen beziehen sich auf Einzelwerte und Mittelwerte angegebener Temperaturspannen.

G. gigantea

Die Raumtemperatur_{Tag} beträgt durchschnittlich 26,7 °C ($T_{\min} = 10$ °C; $T_{\max} = 40$ °C; SD = 4,81 °C; n = 54). Als durchschnittliche Raumtemperatur_{Nacht} wurden 23,2 °C angegeben ($T_{\min} = 15$ °C, $T_{\max} = 38$ °C; SD = 3,0 °C; n = 50).

Für die Bodentemperatur_{Tag} wurde minimal 15,5 °C genannt ($T_{\max} = 42$ °C; Mw = 27,7 °C; SD = 4,7 °C; n = 29). Die kälteste genannte Bodentemperatur_{Nacht} beträgt 14 °C ($T_{\max} = 38$ °C; Mw = 25,8 °C; SD = 5,1 °C; n = 26).

Von den nachzüchtenden Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung werden folgende durchschnittliche Raumtemperaturen_{Tag} angegeben: 20 °C, 23 °C, 25 °C, 27,5 °C und 29,5 °C. Die durchschnittliche Bodentemperatur_{Tag} von 2 dieser Haltungen beträgt 24 °C (Temperaturspanne 15,5 – 32 °C u. 18 – 30 °C). Die sehr erfolgreich züchtende Haltung auf Mauritius gibt Lufttemperaturen am Tag von 18 – 32 °C und in der Nacht von 15 – 26 °C an (pers. Mitt. in FB).

Raumtemperatur im Innengehege, *G. gigantea*

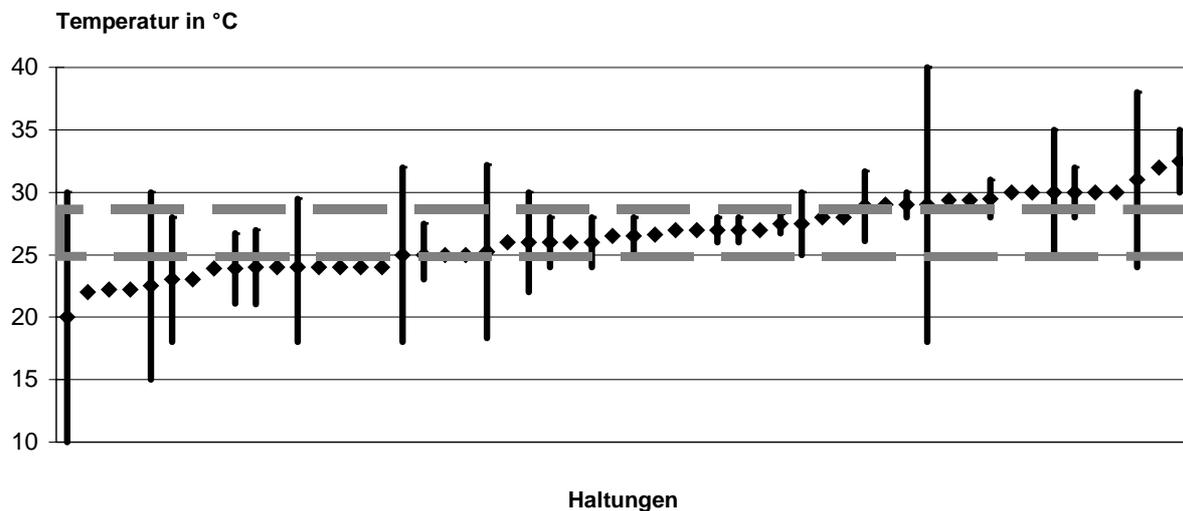


Abbildung 19: Tagesraumtemperatur im Innengehege in 54 Haltungen von *G. gigantea*. Durchschnitt, z. T. Minimum und Maximum. Unterbrochener Rahmen kennzeichnet durchschnittliche Umgebungstemperatur in der natürlichen Umwelt.

G. elephantopus

Als durchschnittliche Raumtemperatur_{Tag} wurde 26,3 °C ermittelt ($T_{\min} = 15,5$ °C; $T_{\max} = 40$ °C; SD = 6,27 °C; n = 16). Die kühlsste Raumtemperatur_{Nacht} beträgt 12,8 °C ($T_{\max} = 26,7$ °C; Mw = 20,8 °C; SD = 3,3 °C; n = 13).

Die durchschnittliche Bodentemperatur_{Tag} beträgt 29,4 °C ($T_{\min} = 23$ °C; $T_{\max} = 43$ °C; SD = 5,0 °C; n = 7). Die kühlsste genannte Bodentemperatur_{Nacht} beträgt 15 °C ($T_{\max} = 31$ °C; Mw = 25 °C; SD = 5,6 °C; n = 5).

In den beiden züchtenden Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung beträgt die durchschnittliche Raumtemperatur_{Tag} 24 °C bzw. 31 °C. Die durchschnittliche Bodentemperatur_{Tag} liegt bei 27,5 °C (Spanne: 25 – 30 °C) bzw. 30 °C. Der erstgenannte Züchter gibt an, dass alle Tiere gerne „Hot spots“ aufsuchen und die Weibchen dort nisten (pers. Mitt. in FB). Für die Bodentemperatur_{Nacht} wurde von diesen beiden Züchtern 20 – 25 °C bzw. 30 °C angegeben.

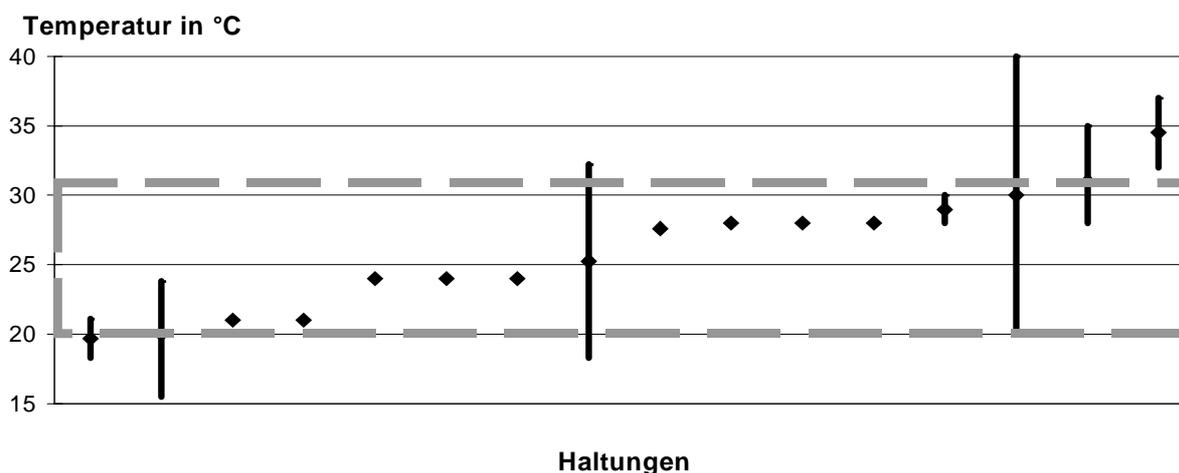
Raumtemperatur im Innengehege, *G. elephantopus*

Abbildung 20: Tagesraumtemperatur im Innengehege in 16 Haltungen von *G. elephantopus*. Durchschnitt, z. T. Minimum und Maximum. Unterbrochener Rahmen kennzeichnet durchschnittliche Umgebungstemperatur in der natürlichen Umwelt.

Licht und Beleuchtung

Die Beleuchtungsdauer im Innengehege wird für beide Arten in Tab. 19 dargestellt. Sie gleicht in den meisten Haltungen der Tageslichtlänge im natürlichen Lebensraum (Äquatornähe: ca. 12 h). Bei 9 (inkl. 1 Z, *G. gigantea*) bzw. 4 Haltungen (*G. elephantopus*) liegt die tägliche Beleuchtungsdauer dagegen bei 8 - 10 Stunden. Weiterhin existiert bei 29 Haltern von *G. gigantea* und 4 Haltern von *G. elephantopus* ein großes Fenster bzw. ein lichtdurchlässiges Dach als zusätzliche Lichtquelle.

Tabelle 19: Beleuchtungsdauer im Innengehege in 40 Haltungen von *G. gigantea* und 9 Haltungen von *G. elephantopus*

Beleuchtungsdauer (h/Tag)	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Anzahl der Haltungen bei <i>G. gigantea</i>	2		1	1	26	1	4*	3**	2***
Anzahl der Haltungen bei <i>G. elephantopus</i>			1	2	2		1*	1**	2***
<i>G. gigantea</i>					<i>G. elephantopus</i>				
* Haltungen mit 5, 6 bzw. 7 Monaten Innenhaltung					* Haltung mit 5 Monaten Innenhaltung				
** Haltungen mit 0, 3 bzw. 8 Monaten Innenhaltung					** Haltung mit 5 Monaten Innenhaltung				
*** Haltungen mit 1 bzw. 5 Monaten Innenhaltung					*** Haltungen mit 4 bzw. 5 Monaten Innenhaltung				

UV-Bestrahlung

In den Abbildungen 21 und 22 werden die Anzahl der Monate mit UV-Bestrahlung in den verschiedenen Haltungen beider Arten dargestellt. Sie ergeben sich aus der Summe der Monate mit Außenhaltung und der Monate mit Innenhaltung bei täglichem Auslauf oder UV-Strahlern im Innengehege.

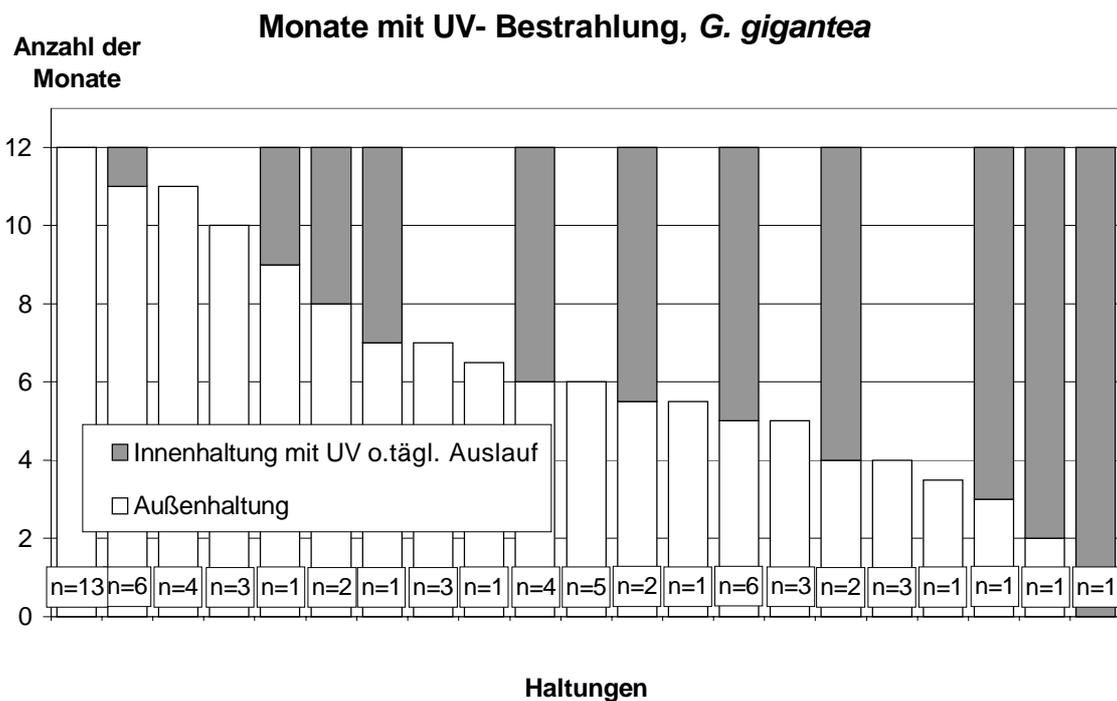


Abbildung 21: Summe der Monate mit UV-Bestrahlung durch Außenhaltung, täglichem Auslauf oder UV-Strahlern im Innengehege in 64 Haltungen von *G. gigantea*. Anzahl der Haltungen als Zahlenwert angegeben.

Insgesamt geben für *G. gigantea* 28 Halter und für *G. elephantopus* 6 Halter den Gebrauch von UV-Strahlern an. Dazu zählen bei *G. gigantea* 1 von 4 und bei *G. elephantopus* 1 von 2 nachzuchtenden Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung.

Ein Anteil von UV-B-Strahlung in den UV-Quellen wird von 19 Haltern von *G. gigantea* genannt. 18 beziffern Bestrahlungszeiten. Diese variieren von 0,5 - 4 Stunden (n = 6), 5 - 8 Stunden (n = 3) bis zu 9 - 12 Stunden täglich (n = 9).

Es geben 5 Halter von *G. elephantopus* UV-B-Anteile der UV-Strahler an. 4 Halter nennen Bestrahlungszeiten. Sie liegen bei 0,5 - 2 Stunden (n = 2), 12 Stunden (n = 1) bzw. 16 Stunden täglich (n = 1).

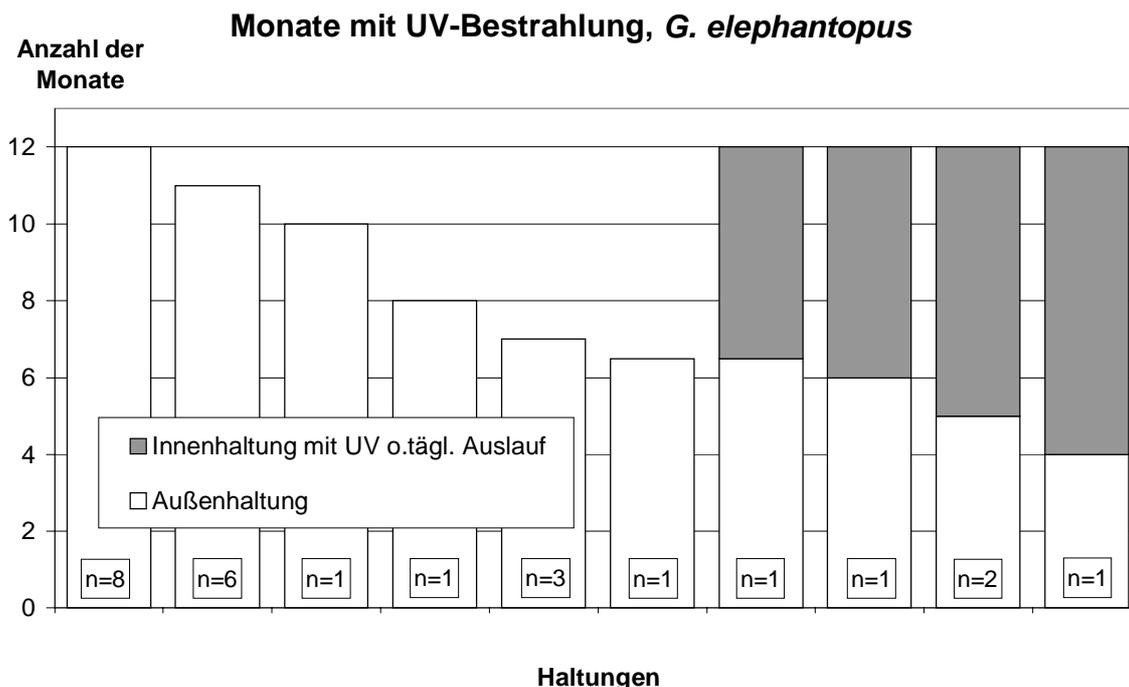


Abbildung 22: Summe der Monate mit UV-Bestrahlung durch Außenhaltung, täglichen Auslauf oder UV-Strahler im Innengehege in 25 Haltungen von *G. elephantopus*. Anzahl der Haltungen als Zahlenwert angegeben.

Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte im Innengehege ist für *G. gigantea* in Abb. 23 dargestellt. Bei mehr als 70 % der Haltungen, einschließlich aller Nachzüchter, beträgt sie zwischen 60 und 80 %.

Von 9 Haltern von *G. elephantopus* wurden Angaben zur relativen Luftfeuchte gemacht. Diese lag bei 20, 50, 60, 70, 75, in zwei Haltungen bei 80, 85 bzw. 90 %. Darin eingeschlossen sind die Angaben zweier Züchter mit mehrmonatiger Innenhaltung mit jeweils 50 % bzw. 85 %. Somit beträgt die relative Luftfeuchte bei 77,8 % der Haltungen zwischen 60 und 80 %.

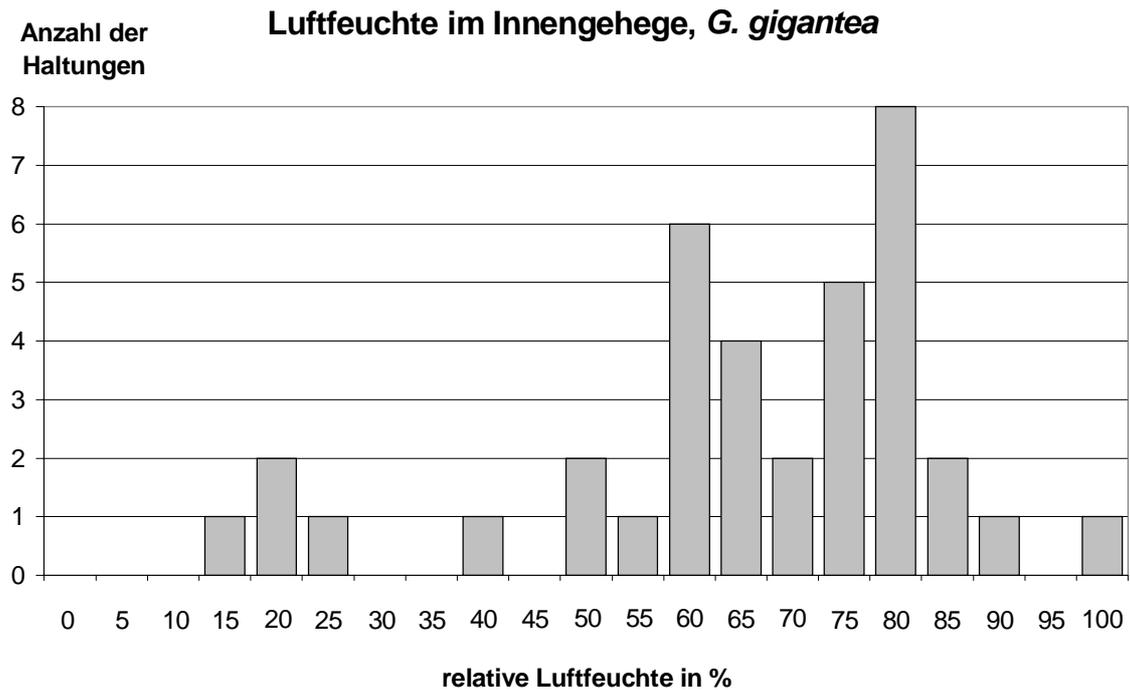


Abbildung 23: Relative Luftfeuchte (%) im Innengehege in 37 Haltungen von *G. gigantea*

4.1.1.3 Angaben zu Haltungsbedingungen im Außengehege

Größe des Außengeheges bzw. Flächenangebot pro adultem Tier

Wie schon bei den Flächenangaben zum Innengehege wurde auch für das Außengehege zur besseren Vergleichbarkeit die pro adultem Tier verfügbare Fläche errechnet. Die absoluten Flächenangaben für Außengehege variieren zwischen 18,5 und 4250 m². In den Abb. 24 und 25 werden die errechneten Flächen pro adultem Tier dargestellt, die Beschriftung enthält die statistische Beschreibung.

In nachzüchtenden Haltungen beträgt die pro adultem Tier verfügbare Fläche im Außengehege im einzelnen:

- bei *G. gigantea* 5,6 m², 15 m², 30 m², 75 m² bzw. 90 m²,
- bei *G. elephantopus* 29 m², 120 m² bzw. 130 m².

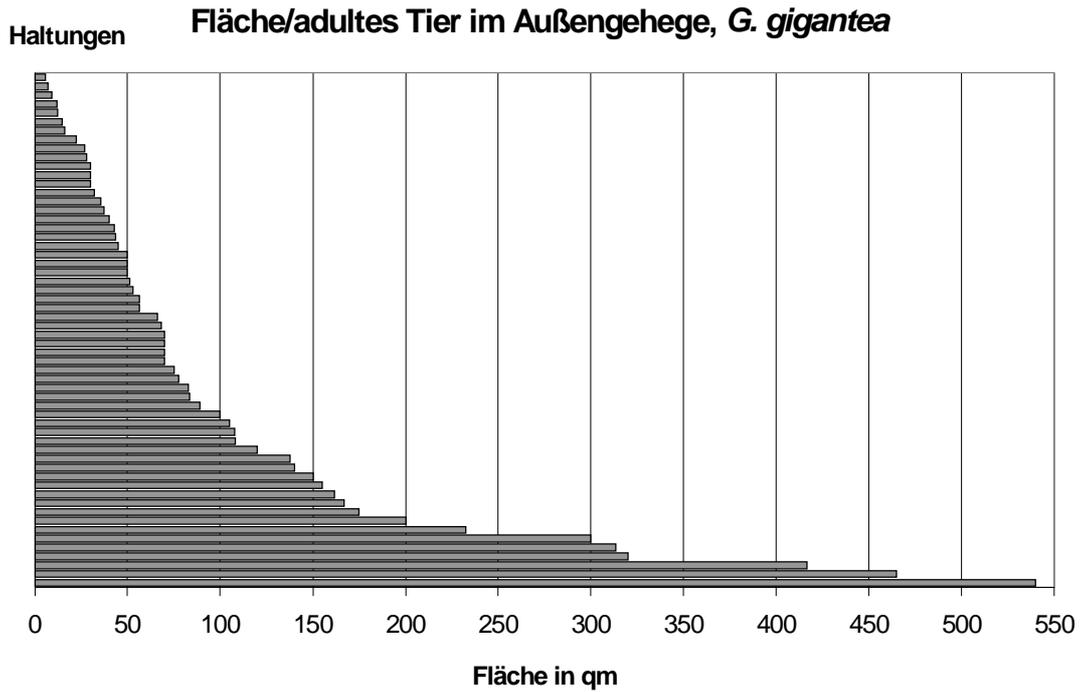


Abbildung 24: Flächenangebot im Außengehege/adultes Tier in 58 Haltungen von *G. gigantea*. $F_{\min} = 5,6 \text{ m}^2$; $F_{\max} = 540 \text{ m}^2$; $Mw = 105,6 \text{ m}^2$; $SD = 114,4 \text{ m}^2$

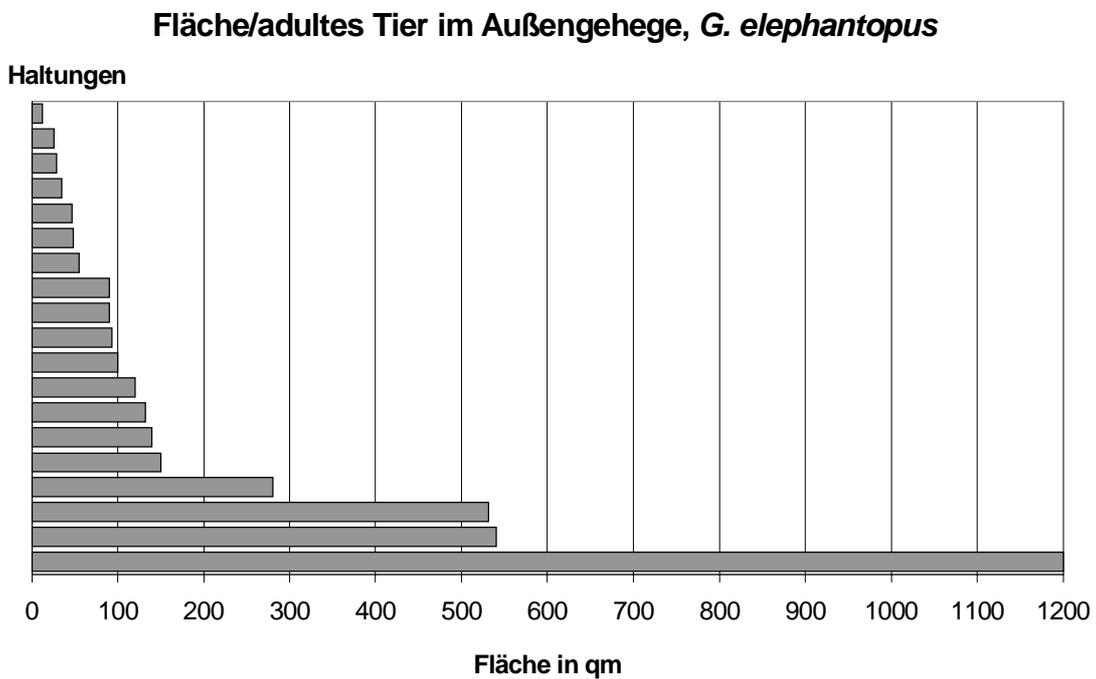


Abbildung 25: Flächenangebot im Außengehege/adultes Tier in 19 Haltungen von *G. elephantopus*. $F_{\min} = 12 \text{ m}^2$; $F_{\max} = 1200 \text{ m}^2$; $Mw = 195,7 \text{ m}^2$; $SD = 287,1 \text{ m}^2$

Boden

Die Beschaffenheit des Bodens sowie das Vorhandenseins von Wasserbecken, Schlammsohle oder sonstiger Strukturelemente wird in Abb. 26 dargestellt.

In 3 von 6 (*G. g.*) bzw. 4 von 5 (*G. e.*) nachzuchtenden Haltungen existiert im Außengehege eine Grasfläche.

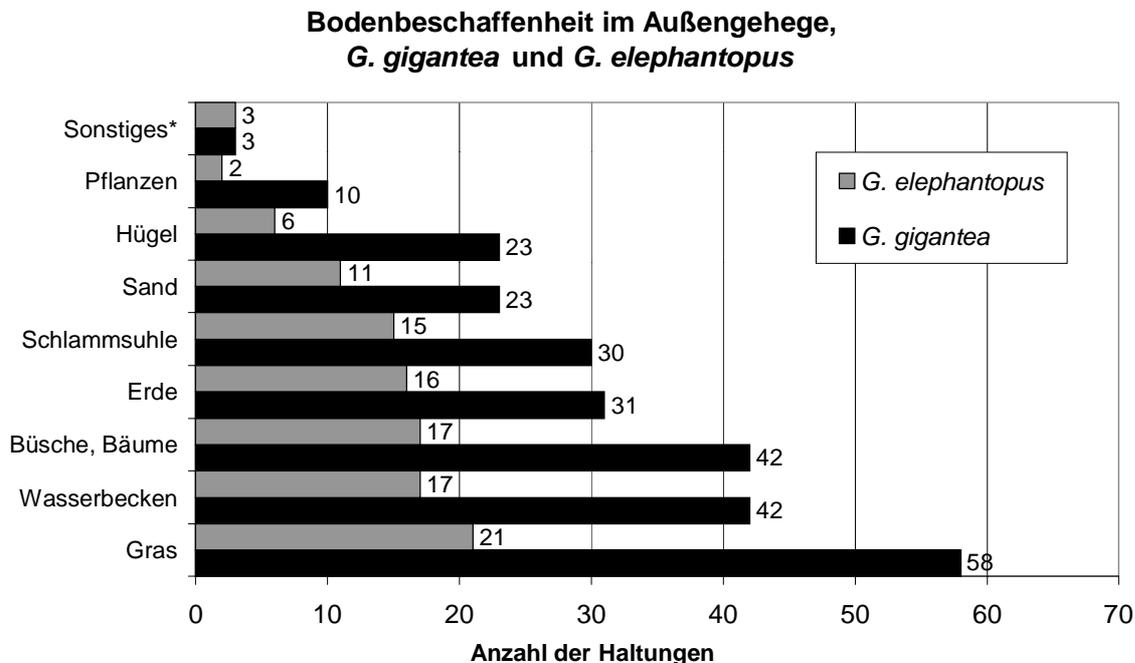


Abbildung 26: Bodenbeschaffenheit- und strukturierung im Außengehege in 67 Haltungen von *G. gigantea* und in 26 Haltungen von *G. elephantopus*. Mehrfachnennungen möglich.

* Felsen, Baumstämme, Wurzeln

Wasserbecken/Schlammsohle und deren Nutzung

G. gigantea

Von 41 Haltern (inkl. 4 von 6 Züchtern) wird die Anlage eines Wasserbeckens sowie von 30 Haltern (inkl. 4 von 6 Züchtern) das Vorhandensein einer Schlammsohle im Außengehege angegeben. Dabei existieren in 20 Haltungen beide Bademöglichkeiten, in 31 Haltungen ein Wasserbecken oder eine Schlammsohle sowie in 16 Haltungen eins von beiden plus einem Wasserbecken im Innengehege.

Insgesamt vermerken 22 Halter eine tägliche Nutzung des Wasserbeckens von ≤ 2 h und 16 Halter von > 2 h. Im Fall der Schlammsohle geben 12 Halter eine tägliche Nutzung von ≤ 2 h und 14 von > 2 h an.

In 20 Haltungen mit beiden Bademöglichkeiten beobachteten 3 Halter eine Bevorzugung des Wasserbeckens, 9 Halter eine häufigere Nutzung der Schlammsohle sowie 8 Halter keine Präferenzen.

G. elephantopus

Im Außengehege ist in 17 Haltungen (inkl. 4 von 5 Züchtern) ein Wasserbecken und in 15 Haltungen (inkl. 4 von 5 Züchtern) eine Schlammsohle angelegt. Dabei gibt es in 10 Haltungen beides, in 12 Haltungen ein Wasserbecken oder eine Schlammsohle und in 7 Haltungen eins von beiden plus einem Wasserbecken im Innengehege.

8 Halter beobachteten eine tägliche Nutzung des Wasserbeckens während ≤ 2 h täglich und 8 Halter während > 2 h. Für die Schlammsohle geben 6 Halter eine tägliche Nutzung von ≤ 2 h und 9 von > 2 h an.

Von den 10 Haltungen mit beiden Bademöglichkeiten erwähnen 3 Halter eine häufigere Nutzung des Wasserbeckens, 5 eine Bevorzugung der Schlammsohle und 2 keine Präferenzen.

Strukturierung des Außengeheges

G. gigantea

Es werden von 46 Haltern (inkl. 4 von 6 Züchtern) Strukturen im Außengehege genannt, die im Sinne von Sichtbarrieren und Verstecken das Gehege unterteilen. Dies sind bei 42 Haltern Büsche oder Bäume, bei 23 Haltern Hügel, bei 10 Haltern Pflanzen, in zwei Haltungen Felsen sowie in einer Haltung Baumstämme (Mehrfachnennungen).

G. elephantopus

Es wird von 17 Haltern (inkl. 3 von 5 Züchtern) eine Strukturierung des Außengeheges angegeben. Diese besteht bei 17 Haltern aus Büschen oder Bäumen, bei 6 Haltern aus Hügeln, bei 2 Haltern aus Pflanzen, in zwei Haltungen aus Steinen sowie in einer Haltung aus Wurzeln (Mehrfachnennungen).

Nächtlicher Aufenthalt der Tiere

G. gigantea

In 23 Haltungen werden die Tiere nachts in das Innengehege gebracht. In 16 Haltungen steht den Tieren Innen- wie Außengehege offen. In 12 Haltungen verbleiben sie im Außengehege, das in 8 Fällen einen Unterstand aufweist.

G. elephantopus

Während der Nächte werden in 8 Haltungen die Tiere in das Innengehege gebracht, in 7 Haltungen besteht freie Wahl und in 6 Haltungen verbleiben sie im Freien. Ein Unterstand im Außengehege besteht bei 2 Haltern.

4.1.1.4 Fütterung während der Haltung im Innengehege (Winter)

Fütterungsfrequenz und Futtermengen

Die Fütterungsfrequenzen (d/Woche) für *G. gigantea* und *G. elephantopus* werden in der Tab. 20 dargestellt. Bei beiden Arten füttern über 60 % der Halter täglich bzw. mit einem wöchentlichen Karenztag. Haltungen mit einer Fütterungsfrequenz von 2 - 4mal wöchentlich stellen mit 28,1 % (*G. g.*) bzw. 40 % (*G. e.*) eine zweite große Gruppe dar.

Tabelle 20: Fütterungsfrequenz während der Innenhaltung (Winter) in 59 Haltungen von *G. gigantea* und in 20 Haltungen von *G. elephantopus*

Fütterung (Anzahl / Woche)	1 x	2 x	3 x	4 x	5 x	6 x	täglich
Haltungen (n) bei <i>G. gigantea</i>	2	3	9	4	1	3	37
Haltungen (n) bei <i>G. elephantopus</i>	-	3	3	2	-	2	10

Die Abbildung 27 illustriert die verschiedenen errechneten Tagesfuttermengen pro adultem Tier für *G. gigantea* und *G. elephantopus*, die Beschriftung enthält die statistische Beschreibung der Angaben.

Die Menge des angebotenen Futters variiert für *G. gigantea* bzw. *G. elephantopus* zwischen minimal 0,03 kg bzw. 0,04 kg und maximal 7,0 kg bzw. 5,1 kg pro Tier. Durchschnittlich werden 1,9 kg (*G. g.*) bzw. 1,6 kg (*G. e.*) gefüttert.

Die große Schwankungsbreite angebotener Futtermengen erklärt sich v. a. aus Unterschieden im Fütterungsmanagement, differierenden Körpergrößen adulter Tiere sowie zusätzlichen ad libitum Futterquellen, wie z. B. Heu. Letztere konnten in der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

Für *G. gigantea* lässt sich mit 0,5 - 2 kg/adultes Tier/Tag, die von > 60 % der Haltungen angegeben wurden, eine allgemein übliche Futtermenge eingrenzen. Die für *G. elephantopus* genannten Futtermengen in den Haltungen sind gleichmäßig über eine Varianzbreite von < 0,25 kg bis 5 - 7 kg/adultes Tier/Tag verteilt.

Die Tagesfuttermengen in den nachzüchtenden Haltungen betragen:

- bei 3 Angaben zu *G. gigantea* 0,9 kg, 1,0 kg bzw. 1,4 kg
- bei 2 Angaben zu *G. elephantopus* 0,2 kg bzw. 1,5 kg.

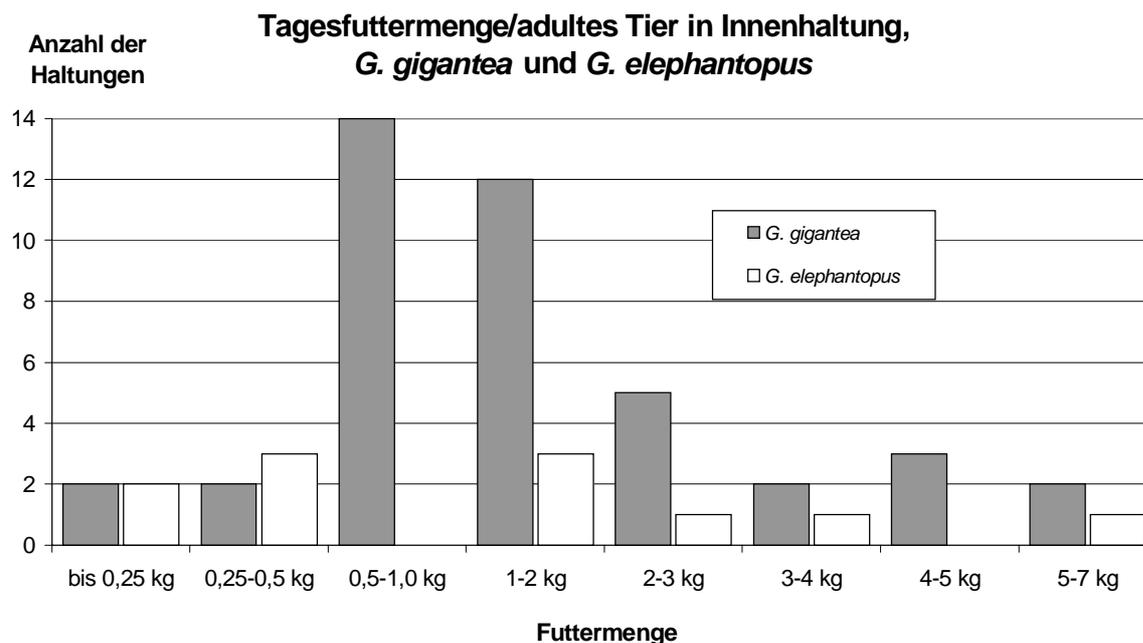


Abbildung 27: Tagesfuttermenge pro adultem Tier während der Innenhaltung (Winter) in 42 Haltungen von *G. gigantea* und in 11 Haltungen von *G. elephantopus*. Aus den Angaben Tierzahl, Fütterungsfrequenz und Gesamtfuttermenge/Mahlzeit für alle Tiere errechnete Werte.

G. gigantea: $FM_{\min} = 0,03$ kg; $FM_{\max} = 7,0$ kg; $Mw = 1,9$ kg; $SD = 1,6$ kg

G. elephantopus: $FM_{\min} = 0,04$ kg; $FM_{\max} = 5,1$ kg; $Mw = 1,6$ kg; $SD = 1,6$ kg

Futtermittel

Die bei der Fütterung verwendeten Obst-, Gemüse- und Grünfütterarten werden in den Tabellen IX und X (Anhang) dargestellt.

Häufig gefütterte Gemüse sind bei *G. gigantea* verschiedene Kohlsorten > Möhren > verschiedene Salate > Tomaten und Gurken. Bei *G. elephantopus* werden zudem häufig auch Süßkartoffeln und Kürbis genannt.

Die vorrangig gefütterten Obstarten sind bei beiden Tierarten Äpfel > Bananen > Melonen > Orangen. Bei *G. gigantea* werden außerdem oft Birnen und Weintrauben gefüttert. Zwei Halter geben explizit an, dass keine Zitrusfrüchte gefüttert werden.

Alle unter „Sonstige“ angegebenen Futtermittel sowie die Häufigkeit ihrer Verwendung werden in der Tab. XI (Anhang) aufgelistet. Unter diesen „Sonstigen Futtermitteln“ verhält sich die Nutzungshäufigkeit kommerzieller Mischfuttermittel pflanzlicher Herkunft (Pellets), Einzel- und Mischfuttermittel tierischer Herkunft (Futtermittel aus tierischem Eiweiß) und pflanzlicher Einzelfuttermittel den Angaben der Halter zufolge wie 2 : 2 : 1.

Bei *G. gigantea* geben 39 Halter die Verwendung sonstiger Futtermittel an, davon 16 (inkl. 1 Z) Futtermittel mit tierischem Eiweiß. In den Haltungen von *G. elephantopus* erwähnen 17 die Verwendung sonstiger Futtermittel, 7 (inkl. 3 Z) davon füttern Futtermittel mit tierischem Eiweiß. Somit wird in 29 % der Haltungen von *G. gigantea* und in 33 % der Haltungen von *G. elephantopus* tierisches Eiweiß verfüttert.

66 % der Halter von *G. gigantea* und 69 % der Halter von *G. elephantopus* beschreiben bevorzugte Futtermittel für ihre Tiere. Spektrum und Häufigkeit von Präferenzen sind in der Tab. XII (Anhang) aufgeführt.

Rationsgestaltung

In den Abbildungen I und II (Anhang) sind die prozentualen Anteile der verschiedenen Futtermittel in der Rationsgestaltung für *G. gigantea* und *G. elephantopus* in Innenhaltung (Winter) dargestellt.

G. gigantea (n = 55)

Bei den meisten Haltern stellt Gemüse den Hauptteil des Futters dar (Futteranteil $FA_{\min} = 5 \%$; $FA_{\max} = 90 \%$; $Mw = 42,1 \%$; $SD = 19,6 \%$). In drei Haltungen ist dagegen Laub/Heu, Gras oder Fertigfutter („Sonstiges“) das Hauptfuttermittel.

Mit drei Ausnahmen wird von allen Haltern Obst gefüttert. Die Mengenangabe variiert hier von 1 bis 50 % ($Mw = 22,9\%$, $SD = 14,5 \%$).

Heu bzw. Laub füttern 47 von 55 Haltern ($FA_{\min} = 5 \%$; $FA_{\max} = 92 \%$; $Mw = 31,8 \%$; $SD = 22 \%$).

9 Halter erwähnen die Gabe sonstiger Futtermittel unter Angabe konkreter Prozentwerte ($FA_{\min} = 5 \%$; $FA_{\max} = 60 \%$; $Mw = 18,9 \%$; $SD = 17,6\%$).

Bei 3 Angaben von nachzüchtenden Haltungen war die Futterzusammensetzung folgende:

- 12 % Obst, 63 % Gemüse, 25 % Heu/Laub
- 7 % Obst, 43 % Gemüse, 50 % Heu/Laub
- 5 % Obst, 85 % Gemüse, 10 % Heu/Laub.

G. elephantopus (n = 21)

Bei dieser Art stellen Heu bzw. Laub in 9 Haltungen und Gemüse in 8 Haltungen den Hauptanteil des Futters dar. Dabei werden für Heu/Laub Futteranteile von 3 bis 90 % ($Mw = 34,8 \%$; $SD = 23,5\%$), für Gemüse von 5 bis 90 % ($Mw = 41,5 \%$, $SD = 26,7 \%$) genannt. Je ein Halter füttert kein Heu/Laub bzw. kein Gemüse.

Obst stellt bei 2 Haltern das Hauptfuttermittel dar. 4 Halter füttern $< 5 \%$ Obst und 2 Halter 0 % ($FA_{\min} = 0 \%$; $FA_{\max} = 60 \%$; $Mw = 22,5 \%$; $SD = 17,9 \%$).

Von 2 Haltern wird der Anteil an sonstigen Futtermitteln mit 5 bzw. 20 % angegeben.

Von 3 nachzüchtenden Haltungen wurden folgende Futtermittelzusammensetzungen angegeben:

- 20 % Obst, 20 % Gemüse, 60 % Heu/Laub.
- 10 % Obst, 50 % Gemüse, 40 % Heu/Laub
- 5 % Gemüse, 90 % Heu/Laub, 5 % Sonstiges. Dieser Halter vermerkt, dass durch restriktive Fütterung die Tiere sogar bei der Gabe von Heu sehr aktiv werden (pers. Mitt. in FB). Die Angabe zur Tagesfuttermenge fehlt.

Vitamin- und Mineralstoffsupplementierung

Eine Supplementierung von Vitaminen bzw. Mineralstoffen geben bei *G. gigantea* 41 (= 63 %), bei *G. elephantopus* 13 (= 50 %) der Haltungen an. Es werden 41 verschiedene Erzeugnisse genannt (s. Anhang Tab. XIII). Dazu zählen Präparate zur Ergänzung des Vitamin- und Mineralstoffgehaltes (z. B. Korvimin®, Necton Rep®),

Präparate zur alleinigen Ergänzung des Mineralstoffgehaltes (z. B. Blattin®, Davinova®) oder des Vitamingehaltes (z. B. Chapparral-Viamine®) und Ca-reiche Einzelfuttermittel (z. B. Ca-Laktat, Sepia). Die Angaben zur Frequenz der Supplementierung variieren zwischen vereinzelt im Abstand von mehreren Monaten und regelmäßig, wöchentlich bzw. täglich. Eine differenzierte Auswertung ist wegen ungenauer oder fehlender Angaben zur Dosierung und Aufnahme nicht möglich.

Ernährungszustand

Der Ernährungszustand von *G. gigantea* wird von den Haltern (n = 50) folgendermaßen eingeschätzt. In 2 % der Haltungen werden die Tiere als eher schlank, in 92 % der Haltungen als normalgewichtig und in 2 % der Haltungen als eher übergewichtig angesehen. 4 % der Halter geben an, dass einzelne Individuen übergewichtig sind.

Für *G. elephantopus* bewerten von 17 Haltern 94,1 % den Ernährungszustand der Tiere als normalgewichtig sowie 5,9 % einzelne Individuen als übergewichtig.

4.1.1.5 Fütterung während der Haltung im Außengehege (Sommer)

Fütterungsfrequenz und Futtermengen

In der Tab. 21 wird die Fütterungsfrequenz (d/Woche) für *G. gigantea* und *G. elephantopus* im Außengehege dargestellt. Bei beiden Arten füttern über 60 – 70 % der Halter täglich, z. T. mit einem wöchentlichen Karenztag. Eine Fütterungsfrequenz von 2 - 4mal wöchentlich gibt es bei 37 % (*G. g.*) bzw. 24 % (*G. e.*) der Haltungen.

Tabelle 21: Fütterungsfrequenz während der Außenhaltung (Sommer) in 65 Haltungen von *G. gigantea* und in 25 Haltungen von *G. elephantopus*

Fütterung (Anzahl / Woche)	1 x	2 x	3 x	4 x	5 x	6 x	täglich
Haltungen (n) bei <i>G. gigantea</i>	3	5	10	5	2	2	38
Haltungen (n) bei <i>G. elephantopus</i>	-	1	3	2	3	-	16

In Abb. 28 werden die errechneten Tagesfuttermengen pro adultem Tier der einzelnen Haltungen für *G. gigantea* und *G. elephantopus* zusammengefasst und in der Bildunterschrift statistisch beschrieben.

Wie schon bei der Fütterung im Innengehege ausgeführt wurde, bedingen verschiedene Faktoren eine hohe Schwankungsbreite der jeweilige Futtermengen. Neben der variierenden Tiergröße spielt insbesondere die ad libitum Aufnahme von Gras eine bedeutende Rolle (*G. g.*: 90,5 % bzw. *G. e.*: 80,8 % der Haltungen haben Grasboden in der Außenanlage). Aufgrund dieses ad libitum verfügbaren Grasfutters ist eine bewertende Einschätzung der Futtermengen nicht möglich.

Die Menge des angebotenen Futters variiert für *G. gigantea* bzw. *G. elephantopus* zwischen minimal 0,17 kg bzw. 0,05 kg und maximal 13,3 kg bzw. 5,5 kg pro Tier. Durchschnittlich werden 1,9 kg (*G. g.*) bzw. 1,8 kg (*G. e.*) gefüttert.

In 5 Haltungen von *G. gigantea*, die keinen Grasboden im Außengehege aufweisen, werden im Durchschnitt 3,98 kg Tagesfuttermenge/adultes Tier gefüttert (Einzelwerte: 13,3 kg; 2,4 kg; 1,7 kg; 1,5 kg; 1 kg). Bei 3 Haltungen ohne Gras im Außengehege von *G. elephantopus* beträgt die durchschnittliche Tagesfuttermenge/adultes Tier 2,8 kg (Einzelwerte: 5,5 kg; 2 kg; 0,8 kg).

Die Tagesfuttermengen der Züchter betragen:

- bei 3 Angaben zu *G. gigantea* 1,0 kg, 1,0 kg bzw. 2,4 kg (davon gibt es in 2 Haltungen kein Gras im Außengehege)
- bei 4 Angaben zu *G. elephantopus* 0,2 kg, 0,5 kg, 1,5 kg bzw. 5,5 kg (letztere ohne Gras im Außengehege).

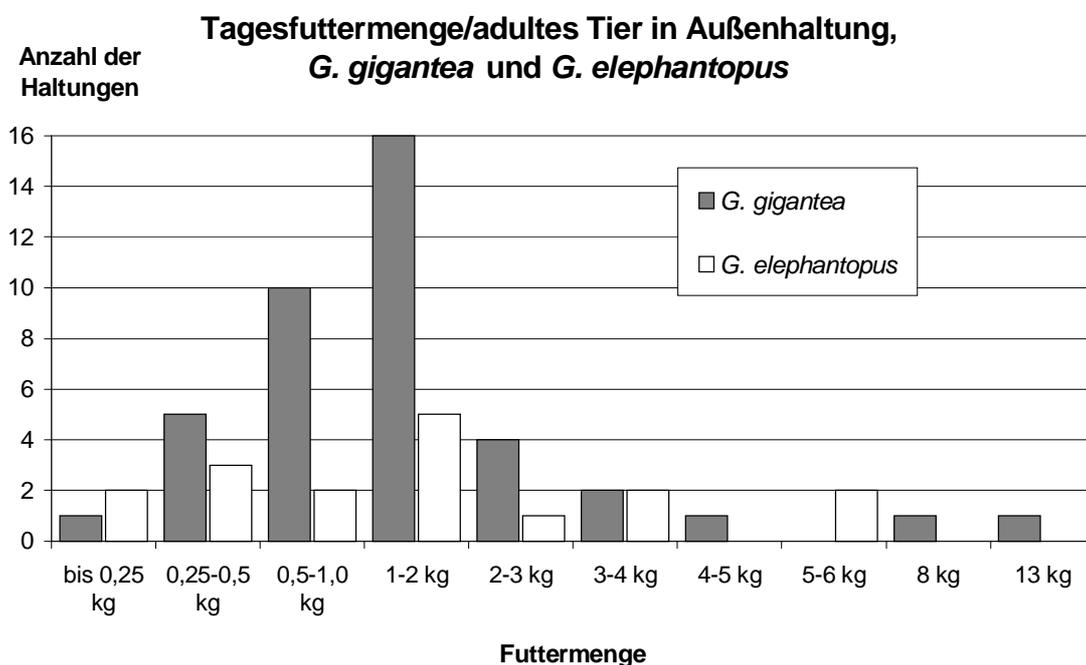


Abbildung 28: Tagesfuttermenge pro adultem Tier während der Außenhaltung (Sommer) in 41 Haltungen von *G. gigantea* und in 17 Haltungen von *G. elephantopus*. Aus den Angaben Tierzahl, Fütterungsfrequenz und Gesamtfuttermenge/Mahlzeit für alle Tiere errechnete Werte

G. gigantea: $FM_{\min} = 0,17$ kg; $FM_{\max} = 13,3$ kg; $Mw = 1,9$ kg; $SD = 2,3$ kg

G. elephantopus: $FM_{\min} = 0,05$ kg; $FM_{\max} = 5,5$ kg; $Mw = 1,8$ kg; $SD = 1,7$ kg

Rationsgestaltung

In den Abbildungen III und IV (Anhang) werden die prozentualen Anteile der verschiedenen Futtermittel für *G. gigantea* und *G. elephantopus* in Außenhaltung (Sommer) angegeben.

G. gigantea (n = 59)

Den Hauptteil des Futters stellt bei 26 Haltern Gemüse, bei 14 Haltern Heu bzw. Laub, bei 10 Haltern Gras, bei 2 Haltern pelletiertes Futter („Sonstiges“) und bei 1 Halter Obst dar.

Der Anteil an Gemüse in der Fütterung liegt zwischen 10 und 100 %. In 33 Haltungen macht Gemüse ≥ 40 % des Futters aus (Mw = 45,2 %; SD = 23,3 %).

Die Mengenanteile für Obst variieren von 1 bis 60 %. In 13 Haltungen betragen sie ≥ 40 % (Mw = 22,2%, SD = 15,5 %). In 5 Haltungen wird kein Obst gefüttert.

Für Gras liegen die prozentualen Futtermengen bei 30 bis 80 %. Bei 8 Haltern ist der Mengenanteil ≥ 50 % (Mw = 35,2 %; SD = 25,5 %).

Die Mengenangaben für Heu bzw. Laub liegen zwischen 2 und 85 % (Mw = 26,1 %; SD = 24,6 %). 22 Haltern nannten für die Außenfütterung keine Zugabe von Heu oder Laub.

10 Halter gaben den Einsatz sonstiger Futtermittel mit prozentualen Anteilen von 5 bis 60 % an (Mw = 22,8 %; SD = 19,9 %).

Von 4 nachzuchtenden Haltungen wurden folgende Futtermittelzusammensetzungen angegeben:

- 30 % Obst, 30 % Gemüse, 40 % Gras
- 12 % Obst, 25 % Gemüse, 63 % Heu/Laub
- 5 % Obst, 85 % Gemüse, 10 % Heu/Laub.
- 20 % Gemüse, 80 % Heu/Laub.

G. elephantopus (n = 24)

Bei dieser Spezies stellt Gemüse in 7 Haltungen, Heu oder Laub in 7 Haltungen sowie Obst bzw. Gras in jeweils 1 Haltung den Hauptanteil des Futters dar.

Für Gemüse variieren die Futteranteile zwischen 10 und 100 %, dabei betragen sie in 9 Haltungen ≥ 50 % (Mw = 45,5 %, SD = 25,1 %).

Obst wird von 3 Haltern zu ≤ 5 %, von 3 Haltern zu ≥ 50 % und von 2 Haltern gar nicht gefüttert ($FA_{\min} = 1$ %; $FA_{\max} = 57$ %; Mw = 19,9 %; SD = 17,0 %).

Für die Futtermenge von Gras werden von 3 Haltern Angaben gemacht. Sie betragen 40 % bzw. 50%.

Es werden für Heu bzw. Laub Futteranteile von 3 bis 80% genannt (Mw = 30,7 %; SD = 23,5%). 6 Halter füttern kein Heu oder Laub.

Von 3 Haltern werden sonstige Futtermittel zu 5 % bzw. 20 % eingesetzt.

Bei 4 Angaben nachzuchtender Haltungen war die Futterzusammensetzung folgende:

- 40 % Obst, 30 % Gemüse, 30 % Heu/Laub
- 20 % Obst, 20 % Gemüse, 60 % Heu/Laub.
- 10 % Obst, 50 % Gemüse, 40 % Heu/Laub
- 2 % Obst, 18 % Gemüse, 80 % Heu/Laub.

Vitamin- und Mineralsupplementierung

Für *G. gigantea* geben 34 (= 61,8 %) der auswertbaren Haltungen (n = 55) eine Zufütterung von Vitaminen und Mineralien während der Außenhaltung an. Bei gemeinsamer Betrachtung der Innen- und Außenhaltung wird demnach eine solche Supplementierung von 34 Haltern (inkl. 3 Z) in Außen- und Innenhaltung, von 5 Haltern nur in Innenhaltung sowie von 16 Haltern (= 29,1 %) nicht durchgeführt.

In den Haltungen von *G. elephantopus* werden Vitamine und Mineralien während der Außenhaltung bei 12 (= 54,5 %, inkl. 4 Z) der auswertbaren Haltungen (n = 22) supplementiert, diese supplementieren auch in der Innenhaltung. Ein Halter supplementiert nur in Innenhaltung, 9 Halter (= 40,9 %) nie.

4.1.1.6 Spezielle Haltung und Pflege

Nach Angabe der Halter sind bei *G. gigantea* in 53,8 % der Haltungen (n = 35) die meisten Tiere der Gruppe aktiv. In 15,4 % der Haltungen (n = 10) werden eher ruhige Tiere sowie in 30,8 % der Haltungen (n = 20) in der Mehrzahl ruhige und einzelne aktive Tiere beobachtet.

In den Haltungen von *G. elephantopus* werden von 69,2 % der Halter (n = 18) die meisten Tiere der Gruppe als aktiv eingeschätzt. 19,2 % der Halter (n = 5) geben an, dass die meisten Tiere eher ruhig sind. Bei 11,6 % der Halter (n = 3) sind die meisten Tiere ruhig, nur einzelne zeigen eine erhöhte Aktivität.

Die Tab. 22 fasst die Antworten der Halter bezüglich der durchgeführten aktivitätsanregenden Maßnahmen und deren Erfolg zusammen.

Tabelle 22: Maßnahmen der Aktivitätsbeeinflussung und deren Erfolge in Haltungen von *G. gigantea* und *G. elephantopus*

	Maßnahmen	Aktivitätsbeeinflussung durchgeführt bei Haltungen (n)	Erfolg: Aktivitätserhöhung bei Haltungen (n)
<i>G. gigantea</i>	Klima (RZ, TZ)	10	5
	Futter aufgehängt	6	5
	wechselnde Futterplätze	19	14
	Fütterung auf Hügel	6	3
	Futterrestriktion	8	3
	Sonstiges	7*	7
<i>G. elephantopus</i>	Klima (RZ, TZ)	6	3
	Futter aufgehängt	2	2
	wechselnde Futterplätze	8	4
	Fütterung auf Hügel	2	0
	Futterrestriktion	4	4
	Sonstiges	6**	6

* Fütterung von Ästen und Laub, Fütterung seltener Futtermittel, Geschlechtertrennung, Einfetten des Panzers, Gehegevergrößerung, Sanderneuerung, Rasenbesprengung

** Einführung neuer Futtermittel, Abtrennung von Tieren, Wechselbeweidung der Außengehege, Geschlechtertrennung, Rasenbesprengung

Insgesamt geben 52,3 % der Haltungen (n = 34, incl. 3 von 6 Züchtern) von *G. gigantea* die Durchführung gezielter aktivitätsfördernder Änderungen des Haltungsmanagements an. Dabei führten 20 Haltungen eine, 6 Haltungen zwei, 7 Haltungen drei und 1 Haltung vier der vorgegebenen Maßnahmen durch. Alle Arten von Maßnahmen hatten zumindest bei einem Teil der Haltungen den positiven Effekt der Aktivitätssteigerung zur Folge. Die höchste Erfolgsquote wurde durch Aufhängen von Futter, wechselnde Futterplätze und sonstige Maßnahmen (z. B. neue Futtermittel, Wechselbeweidung und Geschlechtertrennung) erzielt.

Eine Haltung auf Mauritius antwortete, dass aufgrund der Gruppengröße (74 adulte Exemplare) und optimaler klimatischer Bedingungen auch ohne spezielle Maßnahmen eine artgemäße Aktivität und Fortpflanzungsrate erreicht werde (pers. Mitt. in FB).

Bei *G. elephantopus* geben 68 % der Halter (n = 17, inkl. alle 5 Züchter) eine aktive Beeinflussung der Tiere durch das Haltungsmanagement an. Hierbei wurden in 11 Haltungen eine Maßnahme, in 2 Haltungen zwei Maßnahmen, in 3 Haltungen drei Maßnahmen und in 1 Haltung vier Maßnahmen durchgeführt. Alle Maßnahmen mit Ausnahme der Fütterung auf einem Hügel zeigten bei 50 – 100 % der Haltungen einen positiven Effekt auf die Aktivität der Tiere.

Bezüglich weiterer Möglichkeiten der positiven Beeinflussung der Körperaktivität der Tiere berichten bei 64 auswertbaren Antworten für Haltungen von *G. gigantea* (Mehrfachnennungen):

- 62,5 % (n = 40) von Aktivitätserhöhung bei Kontakt mit Menschen,
- 7,8 % (n = 5) von Aktivitätserhöhung beim Einfetten der Panzer,
- 35,9 % (n = 23) von Aktivitätserhöhung beim Abspritzen mit Wasser,
- 3,1 % (n = 2) von keinerlei Aktivitätserhöhung.

Bei *G. elephantopus* berichten bei 26 auswertbaren Angaben (Mehrfachnennungen):

- 84,6 % (n = 22) von einer Aktivitätserhöhung beim Kontakt mit Menschen,
- 3,8 % (n = 1) von Aktivitätserhöhung beim Einfetten des Panzers,
- 46,2 % (n = 12) von Aktivitätserhöhung beim Abspritzen mit Wasser.

Als sonstige Maßnahmen zur Aktivitätserhöhung wird folgendes genannt:

- Fütterung, z. B. Futterverteilung, Fütterung ganzer Äste oder bevorzugter Futtermittel wie Laub (*G. g.* n = 20; *G. e.* n = 6)
- Haltung im Außengehege, z. T. Wechselbeweidung verschiedener Außengehege (*G. g.* n = 6),
- sexuelle Aktivität (*G. g.* n = 4, *G. e.* n = 3)
- „Zuwendung“, Streicheln, Abwaschen (*G. g.* n = 4, *G. e.* n = 1)
- Befüllung des Wasserbeckens mit frischem Wasser (*G. g.* n = 2)
- Veränderungen in der Umgebung allgemein (*G. g.* n = 1).

Weiterhin wurden mehrfach positive klimatische Einflüsse angeführt, z. B. warmes Wetter, Sommer, Frühling, Luftdruckveränderungen, kühleres Wetter und Regenschauer (*G. g.* n = 9, *G. e.* n = 5).

4.1.1.7 Erkrankungen und Todesursachen

Erkrankungen

Die Angaben der Halter zu Erkrankungen werden in den Abb. 29 und 30 dargestellt.

Bei *G. gigantea* traten am häufigsten Erkrankungen des Verdauungstrakts > Bewegungsapparates > Respirationstrakts auf. In den Haltungen von *G. elephantopus* traten ebenfalls an erster Stelle Erkrankungen des Verdauungstraktes > Respirationstraktes auf. Von Erkrankungen des Bewegungsapparates wird hingegen nicht berichtet.

Zu den genannten Endoparasiten zählen: Entamoeben, Kokzidien, Trichomonaden, Trematoden, Strongyliden z. B. Kalicephaliden, Oxyuren, Capillarien, Pentastomiden und Fadenwürmer (Atractis).

Als Ursache für Panzerschäden wurde 2mal „breeding trauma“ genannt. Hierbei kommt es durch übermäßige Paarungsversuche der Männchen zu Hornschäden oder sogar vollständigen Hornabrieb mit Freilegung des darunter liegenden Knochenpanzers am Carapax des Weibchens durch die Reibung des männlichen Plastrons.

Prävalenz verschiedener Erkrankungen, *G. gigantea*

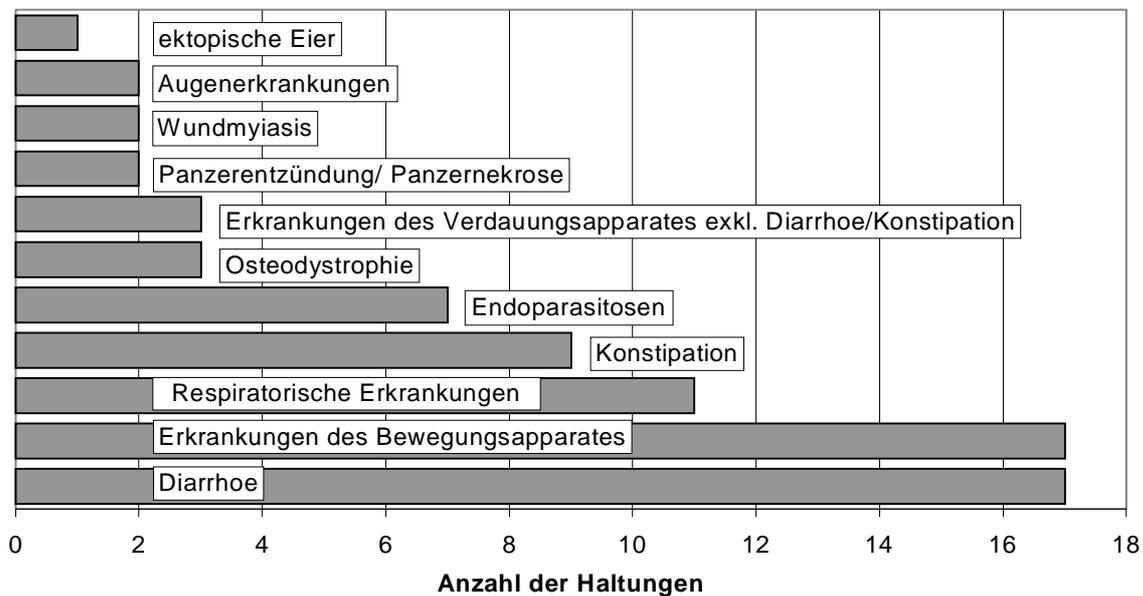


Abbildung 29: Prävalenz verschiedener Erkrankungen in 67 Haltungen von *G. gigantea*, Mehrfachnennungen möglich

Prävalenz verschiedener Erkrankungen, *G. elephantopus*

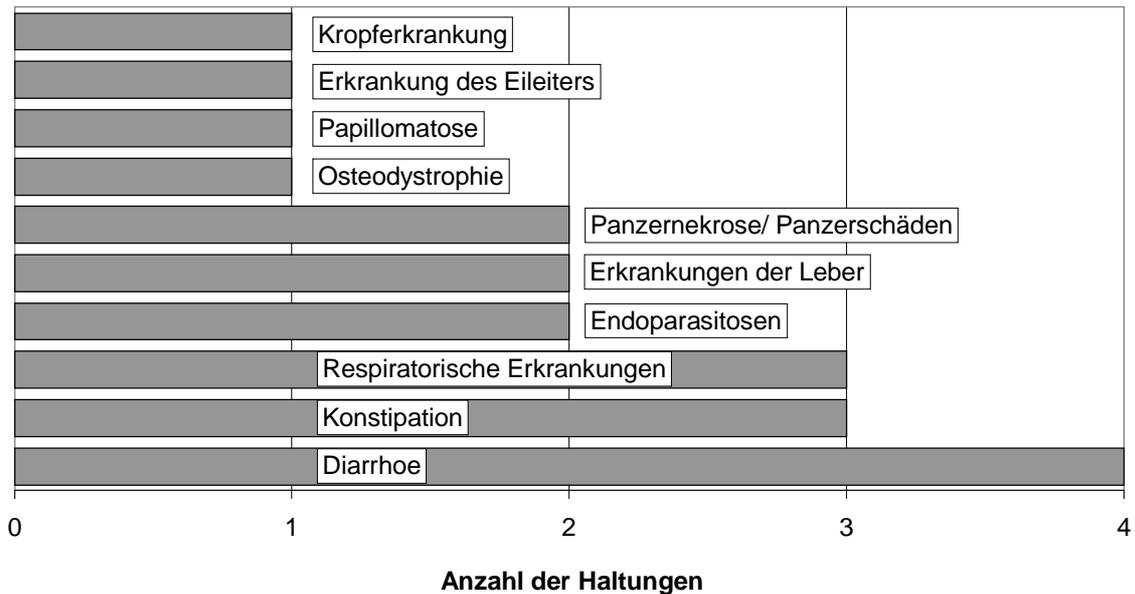


Abbildung 30: Prävalenz verschiedener Erkrankungen in 26 Haltungen von *G. elephantopus*, Mehrfachnennungen möglich

Einige Halter betonen, dass die von ihnen gehaltenen Tiere mit bestimmten Erkrankungen (z. B. Augenerkrankungen, Osteodystrophie) vom Vorbesitzer übernommen worden sind.

In Übereinstimmung mit der Prävalenz von Durchfallerkrankungen machen bei der Frage nach der Kotkonsistenz für *G. gigantea* (n = 56) und für *G. elephantopus* (n = 21) die Halter folgende Angaben:

- 14,3 % (*G. g.*) bzw. 9,5 % (*G. e.*) dünnflüssig
- 12,5% (*G. g.*) bzw. 9,5 % (*G. e.*) zeitweise dünnflüssig
- 71,4 % (*G. g.*) bzw. 81 % (*G. e.*) gut geformt.

Todesfälle

Innerhalb der letzten 5 Jahre verstarben 27 *G. gigantea* in 18 Haltungen. Bei *G. elephantopus* starben 10 Tiere bei 5 Haltern. In der Tab. 23 werden die von den Haltern angegebenen Todesursachen und Sektionsbefunde aufgeführt. Bei *G. gigantea* zählen Atemwegserkrankungen, Konstipation, Sandanschoppung, Hepatitis und Septikämie zu den von mehreren Haltungen genannten Todesursachen.

Tabelle 23: Todesursachen und Sektionsbefunde innerhalb der letzten 5 Jahre in 67 Haltungen von *G. gigantea* und in 26 Haltungen von *G. elephantopus*, mit Mehrfachnennungen

Todesursachen und Sektionsbefunde	Haltungen (n) <i>G. gigantea</i>	Haltungen (n) <i>G. elephantopus</i>
Altersschwäche	-	1
allg. Schwäche	2	-
Aspergillose	1	-
Atemwegserkrankung	3	-
Darmperforation (Fremdkörper)	1	-
Darmtorsion	1	-
Erfrierung	-	1
Euthanasie (Arthritis)	1	-
Gicht	-	1
Hepatitis	2	1
Konstipation	3	1
Lebertumor	-	1
Leberversagen	1	1
Nierenveragen	1	-
Organtorsion	1	-
Pericarditis	1	-
pseudomembranöse Enteritis	1	-
Sandanschoppung	2	-
Septikämie nach ektopischen Eiern	2	-
Tumor	1	-
ulzerative Enteritis	1	-
Unfall	-	1

4.1.2 Teil II: Fortpflanzungsbezogene Angaben

4.1.2.1 Management bzgl. der Fortpflanzung

Eiablageplatz

G. gigantea

Es werden von 37 Haltern (inkl. aller 6 Züchter) Angaben bezüglich einer Eiablagefläche gemacht. In 10 Haltungen befindet sich die Eiablagefläche im Innengehege (1 ist beheizt), in 10 Haltungen im Außengehege und in 17 Haltungen wurde keine Eiablagefläche angelegt.

Bezüglich des Bodensubstrates wird von 15 Haltern 15mal Sand, 4mal Erde, 1mal Pflanzenmaterial und 1mal Kies angegeben (Mehrfachnennungen möglich).

G. elephantopus

Bei dieser Art wurden von 12 Haltern (inkl. aller 5 Züchter) Angaben zu einer Eiablagefläche gemacht. Von 2 Haltern wurde die Eiablagefläche im Innengehege angelegt (keine beheizt) und von 6 Haltern im Außengehege. In 4 Haltungen gibt es keine angelegte Eiablagefläche.

Bezüglich des Substrates wird von 8 Haltern Folgendes genannt: 8mal Sand, 4mal Erde, 2mal Ton, 1mal Pflanzenmaterial, 1mal Kies und 1mal Torf (Mehrfachnennungen möglich).

Geschlechtertrennung

G. gigantea

Insgesamt haben 9 von 48 auswertbaren gemischtgeschlechtigen Haltungen (= 18,7 %) die Geschlechter zeitweilig getrennt gehalten. In 6 Haltungen entspricht dies dem derzeitigen Management, davon sind 2 Züchter. Bei den übrigen 4 nachzüchtenden Haltungen werden die Geschlechter nicht getrennt.

Als Zeitraum geben eine Haltung aus Australien und eine aus Südafrika den dortigen Winter an (April - September) und 2 Haltungen aus den USA den Frühling bzw. Sommerbeginn.

4 Halter berichten von positiven Auswirkungen der Geschlechtertrennung auf das Sexualverhalten. In 3 Haltungen (davon 1 Z) stellten die Weibchen sich bei Paarungsversuchen auf (Paarungswilligkeit), in 2 Haltungen (beides Z) fanden mehr Paarungsversuche statt und bei 2 Haltungen (davon 1 Z) zeigten die Weibchen weniger Abwehrverhalten gegenüber den Annäherungsversuchen der Männchen (beinhaltet Mehrfachnennungen). Bei 3 Haltern wurde keine Veränderung in Paarungsverhalten oder -aktivität festgestellt.

G. elephantopus

10 von 12 auswertbaren gemischtgeschlechtigen Haltungen (= 83,3 %) berichten von einer temporären Abtrennung der Geschlechter. Bei 8 Haltern wird dieses im aktuellen Management angewandt, davon züchten 4 nach. In einer Haltung wird ohne Geschlechtertrennung Nachzucht erzielt.

Der Zeitraum der Geschlechtertrennung wird von 7 Haltungen in den USA folgendermaßen angegeben: August – Oktober, Mai - Juli, Juni - Oktober, Februar -

August, kalte Jahreszeit bzw. Herbst. Eine Haltung in Österreich trennt die Geschlechter von November bis April.

8 Haltungen machen Angaben zu positiven Auswirkungen der Trennung auf das Paarungsverhalten oder die Paarungsaktivität. In 6 Haltungen (davon 4 Z) fanden vermehrt Paarungsversuche statt, in 3 Haltungen (alle Z) zeigten die Weibchen weniger Abwehr paarungswilliger Männchen und in 2 Haltungen (beide Z) stellten sich Weibchen bei Paarungsversuchen auf. 2 Haltungen gaben als sonstige Effekte eine allgemeine Aktivitätserhöhung und Hierarchieerneuerung bei den Weibchen an (beinhaltet Mehrfachnennungen). In 1 Haltung gab es keinen für die Fortpflanzung förderlichen Effekt.

4.1.2.2 Sexualverhalten

Paarungsversuche

Bezüglich der Paarungsaktivitäten geben für *G. gigantea* 18 Halter ganzjährige und 29 Halter in bestimmten Monaten vermehrt auftretende Paarungsversuche an. In 2 Haltungen finden keine Paarungsversuche statt.

Bei *G. elephantopus* beobachten 3 Halter ganzjährige und 9 Halter jahreszeitlich gehäufte Paarungsversuche. Bei einem Halter zeigen die Tiere keine Paarungsaktivität.

In Abb. 31 ist die jahreszeitliche Verteilung der Paarungsaktivität für *G. gigantea* und *G. elephantopus* dargestellt. Bei den Angaben aus Haltungen mit jahreszeitlich erhöhter Paarungsaktivität gilt für beide Tierarten, dass hohe Paarungsaktivitäten in den wärmsten Monaten vorliegen: auf der nördlichen Hemisphäre von März bis Oktober und auf der südlichen Hemisphäre von Oktober bis März.

Paarungsaktivitäten und –vorlieben

G. gigantea

Die paarungsaktivsten Männchen sind nach Meinung von 19,5 % (n = 8, inkl. 1 Z) der Halter agil, nach Einschätzung von 41,5 % (n = 17, inkl. 2 Z) groß, nach Meinung von 19,5 % (n = 8) dominant und nach Beobachtung von 31,7 % (n = 13, inkl. 3 Z) beliebig.

Bevorzugt gepaarte Weibchen sind nach Meinung von 9,8 % (n = 4) der Halter agil und nach Einschätzung von 7,3 % (n = 3) groß. 7,3 % (n = 3, inkl. 2 Z) der Halter geben an, dass Weibchen, welche bereits Eiablagen hatten, bevorzugt gepaart werden. (Mehrfachnennungen möglich)

80,5% (n = 33, inkl. 3 Z) schätzen die Auswahl gepaarter Weibchen als beliebig ein.

G. elephantopus

Nach Meinung der Halter werden die paarungsaktivsten Männchen zu 33,3 % (n = 4 Z) als agil, zu 41,7 % (n = 5, inkl. 2 Z) als groß, zu 41,7 % (n = 5, inkl. 3 Z) als dominant und zu 25 % (n = 3) als beliebig eingeschätzt.

Die bevorzugt gepaarten Weibchen sind nach Einschätzung von 16,7 % (n = 2 Z) der Halter agil, nach Meinung von 8,3 % (n = 1 Z) der Halter groß bzw. nach Beobachtung von 16,7 % (n = 2 Z) der Halter Tiere, die bereits Eiablagen hatten. (Mehrfachnennungen möglich)

Kopulationen

G. gigantea

Aus 12 Haltungen (inkl. 4 von 6 Nachzüchtern) wird von kooperativen Weibchen berichtet. 24 Halter geben an, dass Kopulationen beobachtet wurden. Die weitere individuenbezogene Auswertung dieses Fragenkomplexes entfällt aufgrund vielfach falscher Angaben (s. Kap. 5.2.1).

Bezüglich des bei Kopulationen bevorzugten Untergrundes wird von einem Züchter angegeben, dass harter Boden es den Weibchen ermögliche, sich aufzustellen. In weichem Boden hingegen würden sie durch das aufreitende Männchen eher hineingedrückt (pers. Mitt. in FB).

G. elephantopus

Von kooperativen Weibchen wird in 7 Haltungen (inkl. 3 von 5 Z) berichtet. Auch hier ist die Angabe von beobachteten Kopulationen in 10 Haltungen aufgrund von Kommentaren fraglich und die weitere Auswertung zu Kopulationen entfällt.

4.1.2.3 Fortpflanzungserfolge

Eiablagen und Nachzuchten

G. gigantea

Von den 51 Haltungen mit weiblichen Tieren gab es in 15 Haltungen Eiablagen von insgesamt > 17 Tieren.¹

Diese Weibchen befanden sich in gemischtgeschlechtlichen Haltungen folgender Gruppengröße: 9 Haltungen mit ≤ 5 Tieren, 4 Haltungen mit > 5 Tieren sowie 2 Haltungen > 10 Tieren. Ein Weibchen mit Eiablage wurde in einer Gruppe ohne Männchen gehalten.

Nachzuchterfolge wurden in 6 der 51 Haltungen mit Individuen beiderlei Geschlechts von mindestens 8 Individuen erzielt.² Es handelte sich um 3 Haltungen mit ≤ 5 Tieren, eine Haltung mit > 5 Tieren und in 2 Haltungen mit > 10 Tieren.

In einer weiteren Haltung wurden zum Zeitpunkt der Befragung Eier inkubiert und es konnte noch keine Aussage über deren Schlupf gemacht werden.

G. elephantopus

Von den 14 Haltungen weiblicher Tiere lagen bei 7 Haltern Eiablagen vor.

Dabei legten die Weibchen in folgenden gemischtgeschlechtlichen Tiergruppen: 4 Haltungen mit ≤ 5 Tieren, 2 Haltungen mit > 5 Tieren und eine Haltung mit > 10 Tieren. Bezüglich aller in den Fragebogen einbezogenen weiblichen Tiere (n = 36) erzielten insgesamt mindestens 17 Tiere Eiablagen.³ Von einigen Haltern lagen allerdings unvollständige Angaben vor.

¹ Züchter auf Mauritius: genaue Anzahl der Weibchen mit Eiablagen und züchtender Weibchen ist nicht bekannt. Der Anteil der Weibchen mit Eiablagen wird auf 50% geschätzt. Insgesamt keine genaueren Angaben zu einzelnen Weibchen

² s. 1

³ Züchter in den USA: keine genaueren Angaben zu einzelnen Weibchen

Nachzuchterfolge konnten von den 13 Haltungen mit Individuen beider Geschlechter in 5 Haltungen erzielt werden. Diese umfassten 2 Haltungen mit ≤ 5 Tieren, in 2 Haltungen mit > 5 Tiere und eine Haltung mit > 10 Tiere. Die Anzahl nachzuchtender Weibchen beträgt > 10 Tiere.⁴

Individuenbezogene Angaben und Eiablagen

Im folgenden sind Angaben zu einzelnen Individuen dargestellt. Dabei wird stets zwischen Weibchen mit Eiablage (ohne Nachzucht) und Weibchen mit Nachzucht unterschieden. Da zu den einzelnen Fragen aus diesen beiden Gruppen variable Anzahlen an Antworten zur Verfügung standen, werden diese an jedem Punkt aufgeführt.

G. gigantea

Als Panzerlänge (sCPL) eines Weibchens mit Eiablagen ohne Nachzucht wird 68 cm angegeben. Für zwei andere Weibchen ohne Nachzucht wird als Körpergewicht bei der Eiablage 60 kg und 106 kg angegeben. Ein weiteres Weibchen ohne Nachzucht war bei der Eiablage ca. 35 Jahre alt.

Für Weibchen mit Nachzucht variieren die Angaben zur Körpergröße zwischen 66 und 83 cm ($n = 6$). Zum Körpergewicht nachzuchtender Weibchen wurden keine Angaben gemacht. Ihr Alter wird mit 20 bis 35 Jahren angegeben ($n = 5$).

Von den Weibchen ohne Nachzucht legten 3 Tiere nur ein einziges Mal Eier. Bei ebenfalls 3 Tieren waren mehrfach Eiablagen zu verzeichnen (2mal; 3mal; über 3 Jahre).

Von den Weibchen mit Nachzucht hatten 2 Tiere nur eine Eiablage. Mehrfache Eiablagen gab es bei mindestens 8 Tieren (2mal; 2mal; 3mal; 6mal; 8mal; über 3 Jahre; über 4 Jahre; jährlich auf Mauritius).⁵

Die Weibchen ohne Nachzucht legten in 3 Fällen ohne Einsatz von Oxytocin, in 3 weiteren Fällen teils mit und teils ohne Oxytocin ihre Eier ab.

Bei den Weibchen mit Nachzucht wurden in einem Fall die Eier mit und in > 9 Fällen die Eier ohne Einsatz von Oxytocin gelegt.⁶

Bei den Weibchen ohne Nachzucht erfolgte die Eiablage von einem Tier in ein selbst gegrabenes Nest, von 3 Tieren ohne vorherigen Nestbau auf den Boden und von 2 Tieren sowohl auf den Boden als auch in ein Nest.

Die Weibchen mit Nachzucht legten in 4 Fällen die Eier ohne Nestbau auf den Boden und in über 5 Fällen in ein gegrabenes Nest.⁷

Von 9 Haltungen wurden die Monate, in welchen die Eiablagen erfolgten, angegeben. Sie werden in Abb. 32 zusammengefasst.

Von den Weibchen ohne Nachzucht wurden zwischen 2 und 20 Eier ($Mw = 7,8$; $n = 6$), von Weibchen mit Nachzucht zwischen 3 und 24 Eier ($Mw = 13,2$; $n = 9$) pro Gelege

⁴ s. 3

⁵ s. 1

⁶ s. 1

⁷ s. 1

erzielt. Die Anzahl der Gelege pro Saison betrug bei Weibchen mit und ohne Nachzucht 1 bis 3 ($n > 13$).⁸

Aus einem Gelege schlüpften zwischen 1 und 13 Schlüpflinge ($Mw = 3,25$; $n = 6$).

Die von den Haltern angegebenen Fertilitätsraten (fertile Eier/Gelege) liegen bei 22 %, 33,5 % bzw. 40 – 50 % ($n = 3$). Die genannte Schlupfraten (Schlüpflinge/Gelege) betragen 20 – 25 % und 26,4 % ($n = 2$).

G. elephantopus

Zu Weibchen mit Eiablagen ohne Nachzucht wurden keine Individuen-bezogenen Angaben gemacht.

Für Weibchen mit Nachzucht wird eine Panzerlänge (sCPL) zwischen 54 und 81 cm ($n = 5$) zum Zeitpunkt der Eiablagen angegeben. Das Körpergewicht dieser Tiere variiert unterartenspezifisch zwischen 60 und 160 kg ($n = 9$). Ihr Alter liegt zwischen 30 und 60 Jahren ($n = 4$).

Von den Weibchen mit Nachzucht gab es bei > 9 Tieren mehrfache Eiablagen (2mal; 2mal; mehrfach jährlich bei > 6 Weibchen).⁹ Es liegen keine Antworten von Haltern vor, deren Weibchen Eiablagen, aber keine Nachzucht hatten. Einer dieser Halter bemerkt jedoch, dass die regelmäßig gelegten Eier eines Weibchens stets überkalzifiziert sind (pers. Mitt. in FB).

Bei den Weibchen mit Nachzucht erfolgte die Eiablage in einem Fall mit und in 8 Fällen ohne Einsatz von Oxytocin. In mindestens 2 weiteren Fällen erfolgte die Eiablage teils mit und teils ohne Induktion durch Oxytocin.¹⁰ Es liegen hierzu keine Antworten von Haltern vor, deren Weibchen Eiablagen, aber keine Nachzucht erzielten.

Bei Weibchen ohne Nachzucht erfolgte die Eiablage von einem Tier in ein selbst gegrabenes Nest. Von den Weibchen mit Nachzucht legten 7 Tiere in ein Nest, 2 Tiere auf den Boden und mindestens 1 Tier sowohl auf den Boden als auch in ein gegrabenes Nest.¹¹

Die von 7 Haltern angegebenen Monate der Eiablage sind in der Abb. 32 dargestellt. Die Eiablagen erfolgen bei beiden Tierarten während der kühlen Jahreszeit, d. h. auf der nördlichen Hemisphäre von Oktober bis März/April bzw. auf der südlichen Hemisphäre von Mai bis September.

Pro Gelege wurden von Weibchen ohne Nachzucht 9 ($n = 1$), von Weibchen mit Nachzucht zwischen 4 und 26 Eier ($Mw = 15,8$; $n > 10$) gelegt.¹²

⁸ s. 1

⁹ s. 3

¹⁰ s. 3

¹¹ s. 3

¹² s. 3

In einer Saison wurden von den Weibchen mit Nachzucht 1 bis 5 Gelege ($n > 10$) erzielt (Züchteranmerkung: je nach Klima).¹³

Die maximale Schlüpfingszahl pro Gelege betrug 4 bis 25 ($M_w = 15,9$, $n = 5$).

Die von den Haltern angegebenen Fertilitätsraten sind: 8 – 60 %; 64 % für das erste Gelege und 12 % für das zweite Gelege ($n = 2$). Die Schlupfraten betragen: 0 – 95 %; 0 – 60 % bzw. 8 – 60 % ($n = 3$). Ein Züchter gab an, dass 80 – 90 % der fertilen Eier schlüpfen.

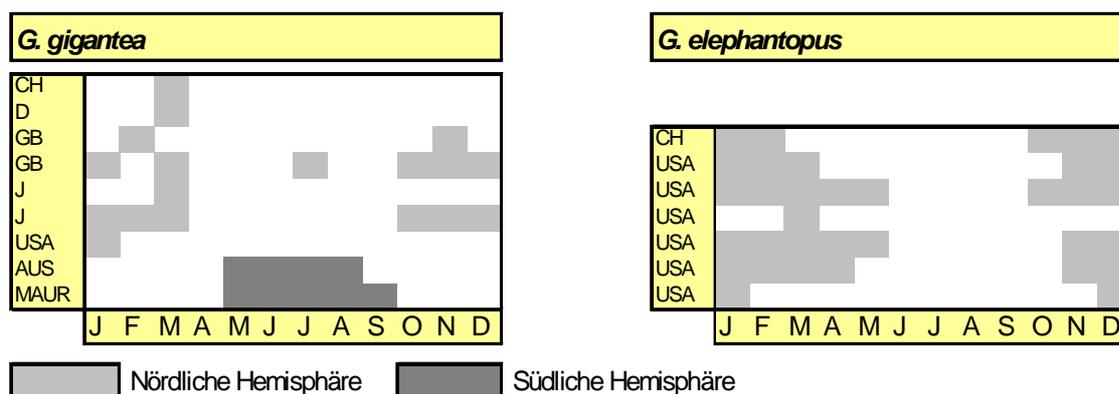


Abbildung 32: Eiablagen (schraffiert dargestellt) in 9 Haltungen von *G. gigantea* und in 7 Haltungen von *G. elephantopus* im Jahresverlauf. Angaben zu 1 – 4 Weibchen je Halter. Graustufen unterscheiden Haltungen der nördlichen und südlichen Hemisphäre

4.1.2.4 Bewertung verschiedener Einflussfaktoren auf die Fortpflanzung

Die Antworten von 37 Haltern von *G. gigantea* und 10 Haltern von *G. elephantopus* zu der Frage nach der Gewichtung verschiedener Einflussfaktoren werden in den Tab. XIV und XV (Anhang) zusammengefasst.

Zu einigen ausgewählten Faktoren werden die Einschätzungen der Halter im Folgenden graphisch dargestellt. Die Skalierungen der Bewertungen bedeuten:

+ + sehr wichtig, + wichtig, - weniger wichtig, - - unwichtig

G. gigantea

Insgesamt liegen Angaben von 37 Haltern vor, davon 10 Halter mit Eiablagen ohne Nachzucht und 3 Züchter. Die Anzahl der Angaben zu den einzelnen Einflussfaktoren variiert jedoch. Sie kann den jeweiligen, folgenden Abbildungen oder der Tabelle XIV entnommen werden.

¹³ s. 3

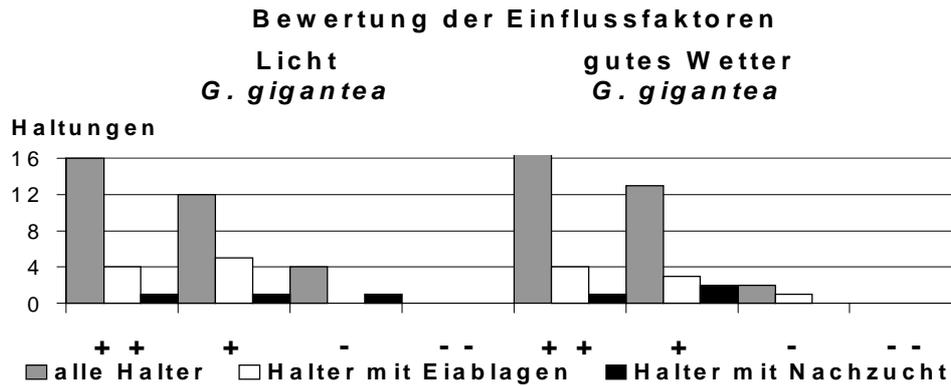


Abbildung 33: Bewertung der Einflussfaktoren „Licht“ und „gutes Wetter“. Gegenüberstellung der Antworten aller Halter, der Halter mit Eiablagen und der Züchter von *G. gigantea*

Die klimatischen Faktoren „Licht“ und „gutes Wetter“ werden haltungsübergreifend als wichtig eingeschätzt (Abb. 33).

Die Bewertungsstufe wichtig oder sehr wichtig nannten dabei für „Licht“ 82 % der Halter, 100 % der Halter mit Eiablagen und 2 von 3 Züchtern sowie für „gutes Wetter“ 94 % der Halter, 88 % der Halter mit Eiablagen und alle 3 Züchter.

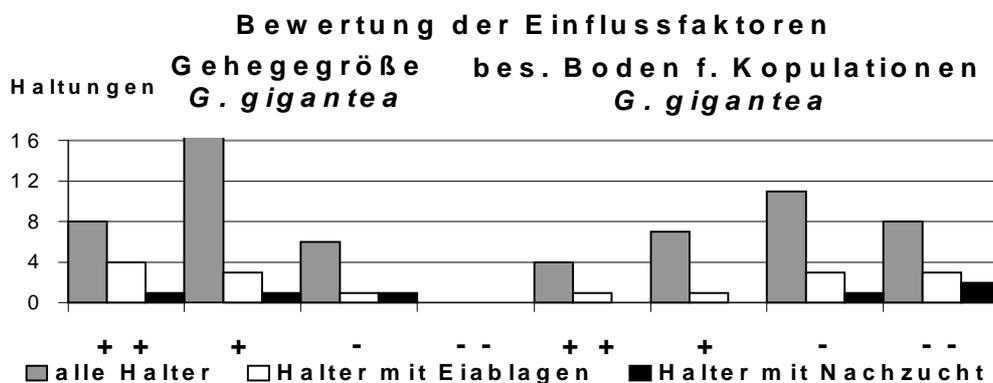


Abbildung 34: Bewertung der Einflussfaktoren „Gehegegröße“ sowie „besonderer Boden für Kopulationen“. Vergleich der Aussagen aller Halter, der Halter mit Eiablagen und der Züchter von *G. gigantea*

Von allen Haltern wird der Gehegegröße, die gleichzeitig Auslauffläche, Aktivitätsanregung und Rückzugsmöglichkeit bietet, Bedeutung beigemessen. Sie wird von 75 % der Halter aber nicht als sehr wichtig erachtet (Abb. 34). Die Aussagen der 3 Züchter variieren graduell zwischen wenig und sehr wichtig.

Das Vorhandensein eines speziellen Bodens als Voraussetzung einer erfolgreichen Kopulation wird eher als weniger wichtig erachtet. Die 3 Züchter geben übereinstimmend an, dass dieser Faktor wenig bzw. gar nicht wichtig ist (Abb. 34).

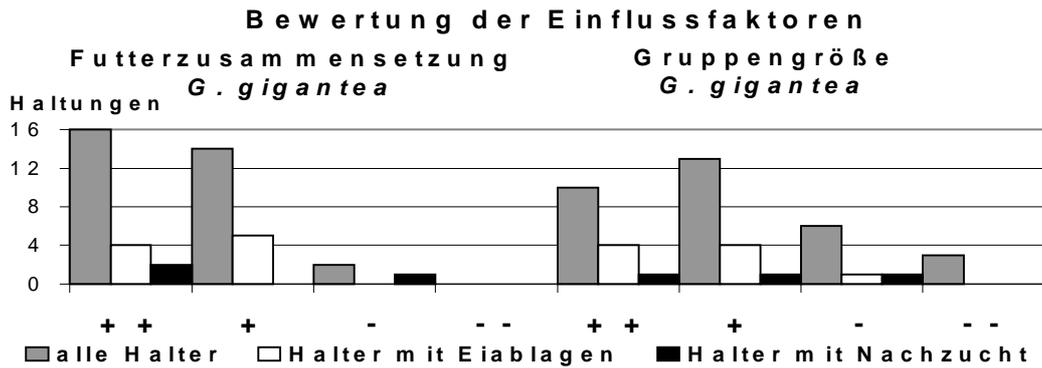


Abbildung 35: Bewertung der Einflussfaktoren „Futterzusammensetzung“ und „Gruppengröße“. Antworten aller Halter, der Halter mit Eiablagen sowie der Züchter von *G. gigantea*

Der Faktor Futterzusammensetzung, mit dem die aktivitäts- und fortpflanzungsfördernden Eigenschaften einer restriktiven Diät (faserreich, energiearm) erfragt werden, wird mit Ausnahme eines Züchters als wichtig bis sehr wichtig angesehen (Abb. 35).

Bezüglich der Auswirkung der Gruppengröße besteht ein breiter gefächertes Meinungsspektrum. 72 % der Halter sowie 89 % der Halter mit Eiablagen schätzen die Gruppengröße jedoch als wichtig bzw. sehr wichtig ein. Im Fall der 3 Züchter besteht ein heterogenes Meinungsbild, das von sehr wichtig bis wenig wichtig reicht (Abb. 35).

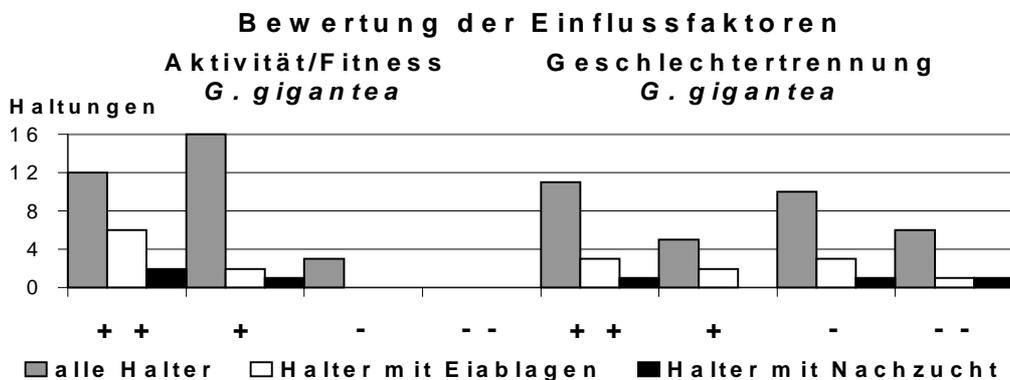


Abbildung 36: Bewertung der Einflussfaktoren „Aktivität/Fitness der Schildkröten-Männchen“ und „Geschlechtertrennung“. Antworten aller Halter, der Halter mit Eiablagen sowie der Züchter von *G. gigantea*

Die Einschätzung der Bedeutung der Geschlechtertrennung für die Fortpflanzungsrate schwankt zwischen unwichtig und sehr wichtig (Abb. 36). Dabei variieren sowohl die Aussagen aller Halter bzw. der Halter mit Eiablagen stark als auch die Bewertungen der Züchter. 2 Züchter halten beispielsweise eine Geschlechtertrennung für weniger wichtig bis unwichtig, während ein Züchter eine hohe Wichtigkeit dieses Faktors annimmt.

regelmäßige Blutentnahmen bzw. Ultraschall-Untersuchungen sogar auffallend viele Eiablagen hatten.

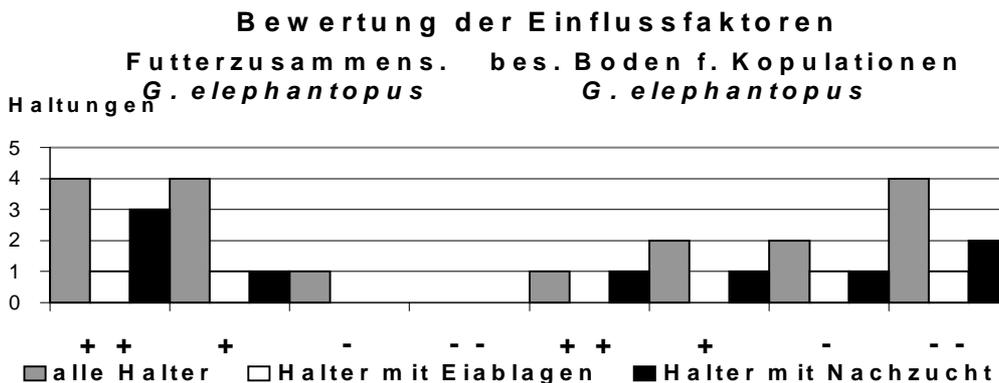


Abbildung 39: Bewertung der Einflussfaktoren „Futterzusammensetzung“ und „besonderer Boden für Kopulationen“. Aussagen aller Halter, der Halter mit Eiablagen und der Züchter von *G. elephantopus*

Dem Faktor Futterzusammensetzung wird von fast allen Haltern (8 von 9) und insbesondere von allen Haltern mit Eiablagen und von allen Züchtern eine hohe Bedeutung beigemessen (Abb. 39).

Bezüglich eines besonderen Bodens für erfolgreiche Kopulationen variieren die Einschätzungen innerhalb der 3 Haltergruppen dagegen von sehr wichtig bis unwichtig. 69 % aller Antworten stellen diesen Faktor als weniger wichtig oder unwichtig dar (Abb. 39).

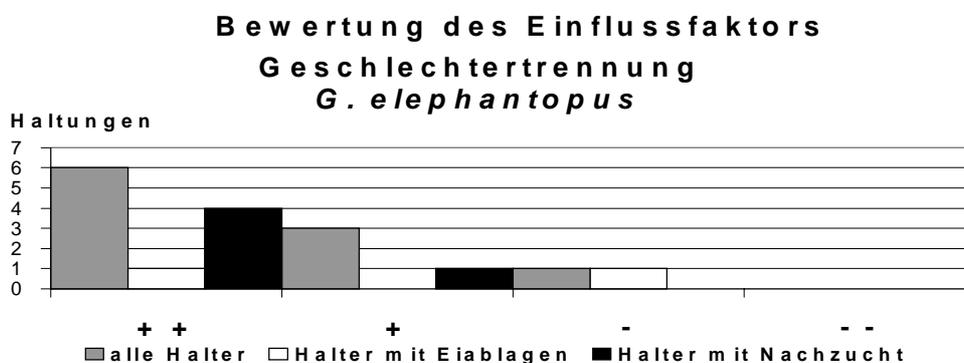


Abbildung 40: Bewertung des Einflussfaktors „Geschlechtertrennung“ durch alle Halter, Halter mit Eiablagen und Züchter von *G. elephantopus*

Die Geschlechtertrennung wird sowohl von Haltern als auch von Züchtern von *G. elephantopus* zu 90 bis 100 % als wichtig bis sehr wichtig angesehen (Abb. 40).

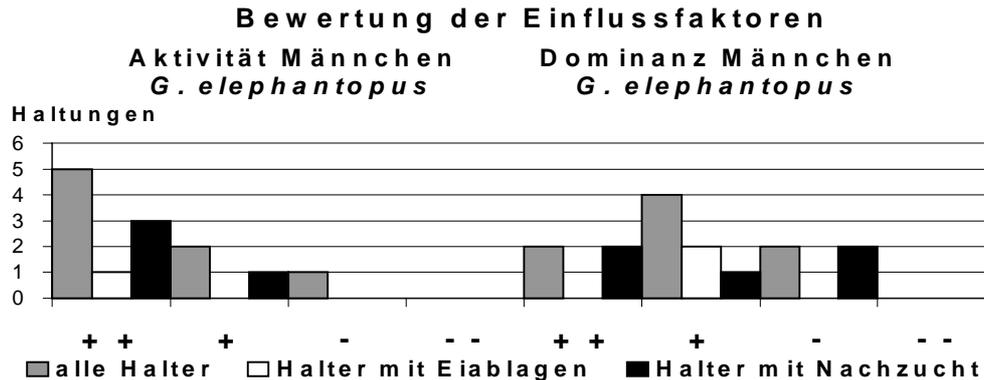


Abbildung 41: Bewertung der Einflussfaktoren „Aktivität/Fitness der Schildkröten-Männchen“ sowie „Männchen dominieren physisch über Weibchen“. Gegenüberstellung der Aussagen aller Halter, der Halter mit Eiablagen sowie der Züchter von *G. elephantopus*

Die Aktivität und die Fitness der Männchen werden übereinstimmend von 88 % der Halter und 100 % der Züchter als sehr wichtig bis wichtig für die Fortpflanzung eingeschätzt (Abb. 41).

Der damit verknüpfte Faktor der körperlichen Überlegenheit der Männchen gegenüber den Weibchen und folglich der sexuellen Dominanz der männlichen Tiere wird dagegen uneinheitlich eingeschätzt (Abb. 41). Jeweils 75 % der Halter und 60 % der Züchter sehen diese soziale Komponente als wichtig oder sehr wichtig und 25 % der Halter und 40 % der Züchter als weniger wichtig an.

Als sonstige wichtige Einflussfaktoren gaben Halter und Züchter folgende Zusammenhänge an:

- abwechslungsreiche Gehegegestaltung (Aktivitätsanregung, Rückzugsmöglichkeiten) (*G. g.* n = 4)
- genügende Bodentiefe, gute Eiablagefläche (*G. g.* n = 2)
- weicher Boden als begünstigend für Kopulationen (*G. g.* n = 1, *G. e.* n = 1)
- Männchen nicht übergewichtig (*G. g.* n = 1)
- Simulation von Regenzeit/Trockenzeit (*G. g.* n = 1)
- Vorhandensein einer Schlammsohle (*G. g.* n = 2)
- kooperative Weibchen (*G. g.* n = 1, *G. e.* n = 1)
- Geschlechterverhältnis: mehr Weibchen als Männchen (*G. e.* n = 3)
- eine kontrollierte Zusammenführung nach der Geschlechtertrennung. Die Barriere zwischen den Gehegen der Geschlechter soll entfernt werden. Ein direktes Hinzusetzen der Weibchen ist zu vermeiden (*G. e.* n = 1)
- genaue Beobachtung zur Unterscheidung von Paarungsversuch und erfolgreicher Kopulation, um dominante nicht kopulierende Männchen aus der Gruppe nehmen zu können (*G. e.* n = 1)
- Weibchen vor der Zuchtsaison von Männchen abtrennen und in Zuchtkondition füttern (*G. e.* n = 2)
- rivalisierende Männchen, denn diese zeigen zu Beginn der Paarungszeit mehr Interesse an Weibchen (*G. e.* n = 1)
- Tiere zur Stressvermeidung nachts im Außengehege belassen (*G. e.* n = 1).

4.1.2.5 Berechnung statistischer Zusammenhänge

Exakter Vierfeldertest nach R. A. Fischer

Die Verteilung der Haltungen in Bezug auf Geschlechtertrennung und Eiablagen ist für *G. gigantea* statistisch auffällig ($p = 0,09$; $n = 52$). Bei Einbeziehung von *G. gigantea* und *G. elephantopus* ist diese Verteilung signifikant ($p = 0,015$; $n = 63$). In den Haltungen, die eine Geschlechtertrennung durchführen, ist der Anteil von Haltungen mit Eiablagen verhältnismäßig größer als in Haltungen, die keine Geschlechtertrennung durchführen.

Die Verteilung der Haltungen bezüglich Aktivitätsanregungen und Eiablagen ist für *G. elephantopus* statistisch auffällig ($p = 0,07$; $n = 13$). In den Haltungen, die Aktivitätsanregungen durchführen, ist der Anteil von Haltungen mit Eiablagen verhältnismäßig größer als in Haltungen, die keine Aktivitätsanregungen durchführen.

Die weiteren untersuchten Verteilungen zeigen keine statistische Auffälligkeit.

Es besteht somit statistisch gesehen ein Zusammenhang zwischen Geschlechtertrennung und Eiablagen sowie zwischen Aktivitätsanregungen und Eiablagen in Haltungen von *G. elephantopus*.

Logistische Regression

Bei allen berechneten Faktoren ist kein Einfluss auf Eiablagen feststellbar.

4.1.2.6 Eigene Untersuchungen der Zoologischen Gärten

Auf die Frage, ob eigene Untersuchungen des Fortpflanzungsgeschehens, z. B. mittels Ultraschall- oder Hormondiagnostik, durchgeführt wurden, antwortete nur ein Zoo. Dort waren in Ultraschalluntersuchungen Eier festgestellt worden, die von den Weibchen aber nicht abgelegt wurden.

4.2 Ultraschalluntersuchungen im Zoo Hannover

Die Einordnung der ovariellen Funktionskörper erfolgte anhand der Beschreibung von ROBECK et al. (1990) und CASARES (1995).

Es konnten bei den 3 adulten weiblichen Tieren bei jeder Untersuchung sowohl wachsende als auch atretische Follikel gefunden werden. Dabei war der maximale Durchmesser bei wachsenden Follikeln 42 mm, bei atretischen bis zu 49 mm. Es konnten bei der Durchmusterung des Sichtfeldes pro Körperseite meist 5 - 10, maximal 10 - 15 Follikel unterschiedlicher Entwicklungsstadien erfasst werden.

Im Verlauf der einjährigen Untersuchungsreihe konnte auch bei den beiden anderen Weibchen ab einem bestimmten Zeitpunkt Follikelwachstum festgestellt werden. Das genaue Alter der Tiere ist jedoch nicht bekannt, so dass aus dieser Beobachtung kein Alter beginnender Fortpflanzungsfähigkeit abgeleitet werden kann.

Insgesamt war festzustellen, dass adulte weibliche *G. gigantea* auch im Zoo Hannover zwar regelmäßig präovulatorische Follikel an bilden, diese aber stets atretisch werden. Weder konnten im Untersuchungszeitraum ovulierte Follikel gefunden werden, noch gab es retendierte Eier oder Eiablagen überhaupt.

In den Abbildungen 42 und 43 sind exemplarische sonografische Ovarbefunde dargestellt.

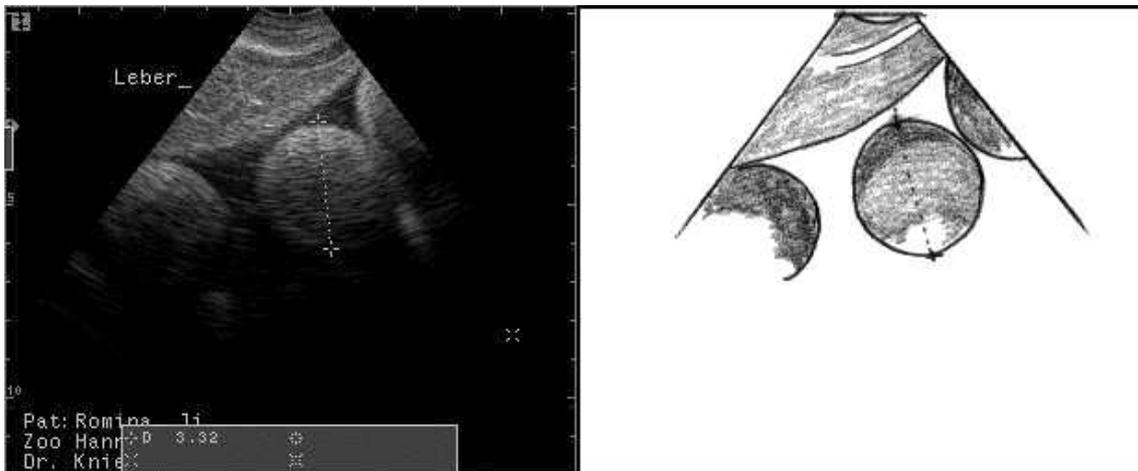


Abbildung 42: Sonographischer Ovarbefund (linkes Ovar) und Schemazeichnung einer Gruppe heranreifender Follikel bei *G. gigantea* („Romina“) im Zoo Hannover. Homogene Echogenität der Follikel, gemessener Durchmesser 3,32 cm; Leber im Anschnitt sichtbar

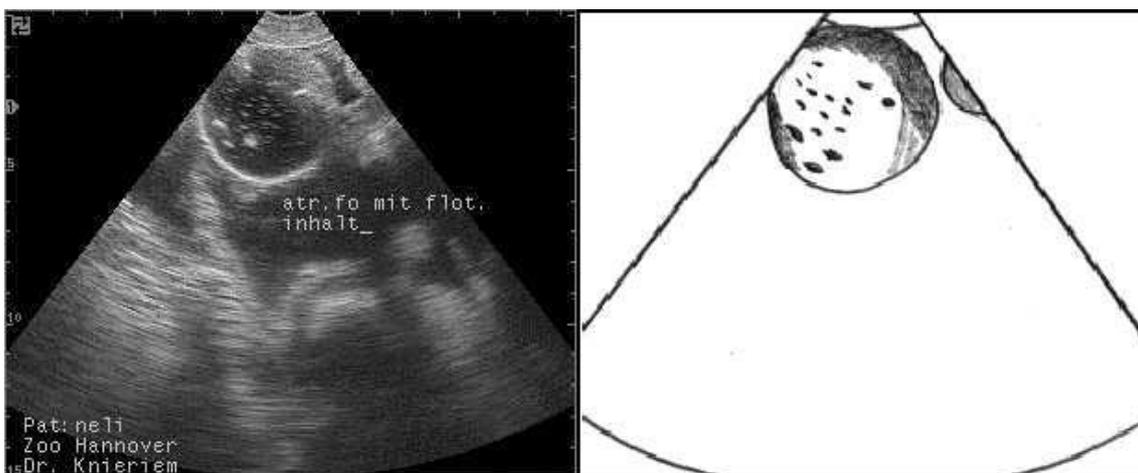


Abbildung 43: Sonographischer Ovarbefund (linkes Ovar) und Schemazeichnung eines atretischen Follikels bei *G. gigantea* („Nelly“) im Zoo Hannover. Atretischer Follikel mit inhomogener Echogenität und flotierendem Inhalt; Durchmesser ca. 4,3 cm

4.3 Messung von Lichtintensität und UV-Strahlung

UV-Durchlässigkeit des Daches

Die UV-Durchlässigkeit des Daches als Verhältnis der Messwerte der UV-Photodetektoren unter dem Dach zu den Messwerten im Freien wurden mit 25 – 56 % ermittelt. Dabei lag der Mittelwert aller Messungen für die UV-B-Strahlung bei 38 % (s. Anhang Tab. XVI).

Licht- und UV-Intensität auf Panzerhöhe der Tiere

Die errechneten Werte der UV-Intensität betragen an den 9 Messpunkten auf Höhe der Tiere zwischen 20 - 350 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ für UV-A und 53 - 1220 nW/cm^2 für UV-B (s. Anhang Tab. XVII).

Bei Vergleich der Lichtintensität und der UV-Intensität im Innengehege zum Außengehege auf Panzerhöhe der Tiere ergaben sich folgende Prozentwerte:

- Lichtintensität von 3,1 bis 17 % bei bedecktem Himmel und 55 % bei Sonne
- UV-A-Strahlung von 0,4 % bis 51,9 % bei bedecktem Himmel
- UV-B-Strahlung von 3,0 % bis 69,7 % bei bedecktem Himmel (s. Anhang Tab. XVIII).

Die Verteilung der UV-Strahlungsintensität innerhalb des Geheges verläuft dabei in den verschiedenen Wellenlängenbereichen weitestgehend parallel und ist durch die Gehegegestaltung, d.h. im Tierbereich befindliche oder in ihn hineinragende Stauden und Büsche, Rankpflanzen an Deckenfeilern und Dachfläche sowie verschiedene Bodengestaltung (Strahlungsreflexion) bestimmt.

UV-Intensität der UV-Lampe

Für die UV-Lampe Osram Ultra Vitalux 300 wurde eine sehr hohe UV-Intensität im Lichtkegel der Lampe ermittelt: im UV-B-Bereich 50mal größer als an allen anderen Messpunkten im Gehege. Diese hohe Strahlungsintensität würde sehr zur UV-Dosis der Schildkröten beitragen, wenn sie sich genau im Zentrum des Strahlungsfeldes aufhielten.

4.4 Untersuchung von Kloakenabstrichen auf Spermien

Bei der nativen Untersuchung von Kloakenabstrichen eines Männchens nach Paarungsversuchen konnten in drei Fällen einzelne Spermien gefunden werden. Sie waren abgestorben und wiesen die von OLSEN (1976) beschriebene Form auf: sehr langgezogene Köpfe und sehr langgezogene Schwanzstücke. Bei fast allen Spermien waren Notenschlüselformen der Schwänze und z. T. Polkappenablösung zu finden.

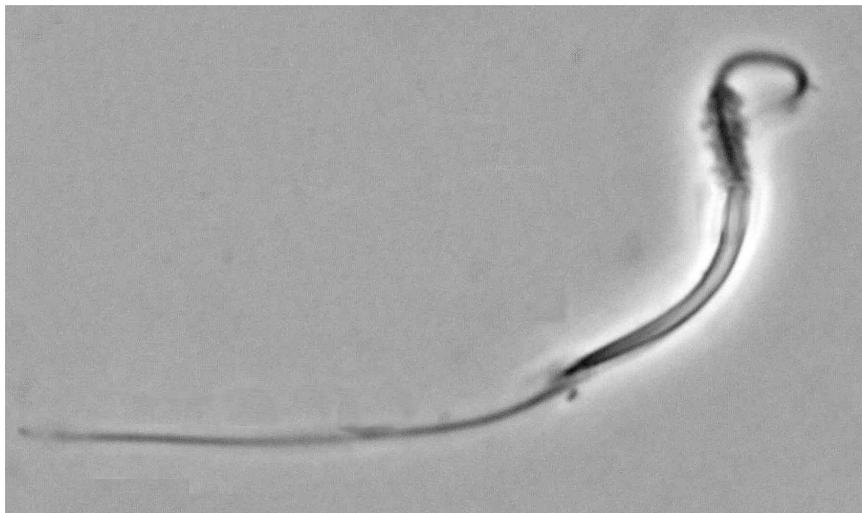


Abbildung 44: Spermium von *G. gigantea*

5 Diskussion

5.1 Vorbemerkung

Mit dieser Arbeit sollten in Hinblick auf einen bisher ausgebliebenen Zuchterfolg von 2,5 Tieren der Art *Geochelone gigantea* im Zoo Hannover Fragen zur optimalen Haltung in menschlicher Obhut und zur Fortpflanzungsbiologie geklärt werden. Zum ersten Punkt zählen die optimale Strukturierung des künstlich gestalteten Lebensraumes, die Fütterung sowie ein Tiergesundheit und Fortpflanzungserfolg unterstützendes Management. In Bezug auf die Fortpflanzung sollten die Erfahrungen der Halter mit Nachzuchterfolgen und verschiedenen Haltungsfaktoren sowie Möglichkeiten zur Untersuchung des Reproduktionsstatus der Tiere im Zoo Hannover erörtert werden.

Während der Literaturrecherche wurde ersichtlich, dass insbesondere für den Bereich der Reproduktionsbiologie eine vergleichende Bearbeitung der beiden Arten *G. gigantea* und *G. elephantopus* sinnvoll ist. *G. gigantea* wird vorwiegend in Europa, *G. elephantopus* besonders in den USA gehalten. Aufgrund des bedrohten Status von *G. elephantopus* ist deren Reproduktion von besonderem Interesse. Daher liegen dazu bereits mehrere fundierte Untersuchungen vor.

Im Rahmen der hier vorgelegten Dissertation wurde deshalb für beide Spezies der aktuelle haltungs- und fortpflanzungsbiologische Kenntnisstand dargestellt und eine detaillierte Befragung aller weltweit verfügbaren Halter durchgeführt. Die so gewonnenen Erkenntnisse umfassen eine vergleichende Darstellung der unterschiedlichen Haltungsumstände und Fortpflanzungserfolge bei beiden Arten sowie eine Wiedergabe der z. T. subjektiven Erfahrungswerte der einzelnen Züchter, insbesondere in Hinsicht auf eine Verbesserung des Fortpflanzungserfolges. Zudem erfolgt eine Gegenüberstellung von Umweltbedingungen im natürlichen Lebensraum, Haltungsempfehlungen aus der Literatur und dem aktuellen Haltingsmanagement.

Als Ergänzung zu den Befragungen wurden praktische Untersuchungen zum Reproduktionsstatus bei *G. gigantea* im Zoo Hannover durchgeführt. Diese umfassten Ultraschalluntersuchungen der Ovarien sowie die Untersuchung von Kloakensekret auf Spermien nach Paarungsversuchen. Zusätzlich wurden vergleichende Messungen der Lichtintensität und UV-Strahlung im Innen- und Außengehege vorgenommen.

5.2 Material und Methode, Kritik der Methoden

5.2.1 Befragung

Die Untersuchung zeitgemäßer Haltungsbedingungen, geeigneten Managements und fortpflanzungsfördernder Faktoren für Riesenschildkröten basiert neben den wenigen schriftlichen Quellen auf der Erfahrung von zoologischen Gärten bzw. Privathaltern. Zur Zusammenfassung entsprechender empirischer Erkenntnisse wurde ein standardisierter Fragebogen erstellt (s. 9.3). Der Anspruch auf Vollständigkeit der

kontaktierten Halter kann dabei nicht erfüllt werden. Existierende Halterverzeichnisse, z. B. die ISIS-Liste oder die für *G. elephantopus* aufgestellte Bestandsliste von THOMSON (1989), sind unvollständig, da nicht alle Halter ihre Tiere registrieren lassen. Dies trifft insbesondere für Privathalter zu, die in Europa zunehmend *G. gigantea*, in den USA auch *G. elephantopus* in teilweise großen Gruppen halten. GORIS (pers. Mitt. 2000) berichtet auch von illegalen Haltungen in Japan.

Zusätzlich zu den in der ISIS-Liste genannten 90 (*G. g.*) bzw. 50 (*G. e.*) Haltungen konnten weitere 38 (*G. g.*) bzw. 10 (*G. e.*) Haltungen ermittelt und kontaktiert werden. Der Prozentsatz der in der vorliegenden Arbeit erfassten Halter ist unklar. Aufgrund der Nutzung verschiedener Quellen sowie intensiver Recherche sollte er jedoch relativ hoch liegen. Bei 67 beantworteten Fragebögen für *G. gigantea* und 26 für *G. elephantopus* kann insgesamt davon ausgegangen werden, dass ca. 2/3 (*G. g.*) bzw. 1/2 (*G. e.*) aller weltweit registrierten Haltungen ausgewertet werden konnten (vgl. 3.1.2).

Bei einigen Fragen sind nur wenige oder sehr ungenaue Angaben zu erwarten, so dass eine fundierte Auswertung nicht möglich ist. Deshalb wurde bei Erstellung des Fragebogens auf folgende detaillierte Fragen verzichtet:

- individuenbezogene Tierdaten (Alter, Haltungsdauer, Körpergröße, Gewicht)
- nach Unterarten getrennte Haltung
- technische Einzelheiten der Heizung, Beleuchtung, UV-Bestrahlung
- Aufenthalt der Tiere unter UV-Quellen
- Sozialverhalten, Dominanzverhalten
- physische Anzeichen von Paarungsbereitschaft bei ♀ (Kloakenschwellung, Schleimabsonderung), Kopulationsdauer
- biometrische und technische Daten zur Inkubation, biometrische Angaben zu den Schlüpflingen

Eine zeitliche Eingrenzung auf die letzten 5 Jahre wurde bei der Erfragung der Todesfälle gewählt, um eine Beantwortung aus dem Gedächtnis zu ermöglichen.

Die Frage nach der Bewertung reproduktionsbeeinflussender Faktoren sollte den Haltern ermöglichen, unabhängig von der eigenen Haltungssituation Ideen und Vorstellungen zu reproduktionsfördernden Haltungsbedingungen zu äußern.

Bei der Auswertung der Fragebögen und Bewertung der Haltungen sind folgende Punkte generell zu beachten:

Bei der Bewertung der Aussagen, die inhaltlich das „adulte Tier“ betreffen, ist zu bedenken, dass eine hohe Varianzbreite der individuellen Körpergewichte zwischen < 50 und > 250 kg besteht. Im Fragebogen wurden vereinzelt Körpergewichte als Zusatzangaben genannt: 97 kg bis > 250 kg für Männchen, 50 kg bis 174 kg für Weibchen. Diese hohe Schwankungsbreite beeinträchtigt die Aussagekraft der Bewertung des Flächenangebotes pro adultem Tier und der Tagesfuttermenge pro adultem Tier.

Bezüglich der Tagesfuttermenge eines adulten Tieres gilt zudem, dass es sich nicht um die tatsächlich aufgenommene, sondern um die angebotene Futtermenge handelt. Einige Halter vermerkten bei der Beantwortung explizit, dass die Tiere das angebotene Futter nicht vollständig aufnehmen. Individuelle Berechnungen des aufgenommenen Futters lassen sich nur in einer speziellen Fütterungsuntersuchung mit Ein- und Auswaage der Futtermittel erfassen.

Der Fragebogen enthält weiterhin einige Fragen, die eine subjektive Bewertung durch den Halter fordern, wie z. B. die Einschätzung von Aktivität und Ernährungszustand, die Nutzungshäufigkeit von Wasserbecken bzw. Schlammsohle sowie die Aktivitätserhöhung durch bestimmte Maßnahmen. Obwohl bei diesen Aspekten individuelle Unterschiede innerhalb einer Tiergruppe auftreten, wird das Verhalten der gesamten Gruppe erfragt. Auch existieren keine standardisierten Kriterien zur Bewertung der Aktivität bei Riesenschildkröten.

Aufgrund ungenauer, zu weniger oder sehr variabler Angaben konnte in den Punkten UV-Bestrahlung sowie Vitamin- und Mineralstoffsupplementierung keine detaillierte Auswertung vorgenommen werden.

Ein auffälliger Verständnisfehler trat bei den Fragen bezüglich der Kopulation auf. Obwohl im vorangegangenen Fragenkomplex Paarungsversuche gezielt erfragt wurden, ist vielen Haltern der Unterschied zwischen Paarungsversuch und Kopulation offensichtlich nicht bewusst. Dies wurde ersichtlich, da der Frage nach Kopulationen häufig Kommentare wie „täglich, permanent, viele“ beigefügt wurden, welche ausschließlich für Paarungsversuche gelten können. Eine Auswertung der Fragen zu Kopulationen fand somit nicht statt.

Bei den Ergebnissen der statistischen Berechnungen ist zu bedenken, dass die Aussagekraft der verfügbaren Daten durch eine kleine Stichprobe wesentlich eingeschränkt wird. Die Stichprobengröße dieser Untersuchung ist zum einen durch die begrenzte Gesamtzahl der weltweiten Riesenschildkrötenhalter und -züchter bestimmt, zum anderen durch die Rücklaufquote (52,3 bzw. 43,3 %). Wenig signifikante Zusammenhänge können sich bei kleiner Stichprobe lediglich als „statistisch auffällig“ ($p > 0,05$ bis $0,1$) darstellen oder unerkannt bleiben.

In Abhängigkeit von der Fragestellung kann ein statistisch nicht auffälliges oder nicht signifikantes Ergebnis also auf einer kleinen Stichprobe und einem nur geringfügigen Zusammenhang beruhen oder aber es besteht kein Zusammenhang. Möglicherweise reicht die Anzahl der weltweiten Riesenschildkrötenhalter und -züchter selbst bei der idealisierten Einbeziehung aller Haltungen nicht für einen statistischen Nachweis aller Einflüsse aus. Zudem handelt es sich bei den untersuchten Zusammenhängen zwischen verschiedenen Haltungsfaktoren und Fortpflanzungserfolg (i. S. v. Eiablagen) um ein multifaktorielles Geschehen mit zusätzlichen unbekanntem Einflussfaktoren. Die kombinierte Berechnung mehrerer Faktoren wird üblicherweise nur durchgeführt, nachdem in Einzelberechnungen kleine oder tendenzielle Effekte festgestellt wurden. Dies war jedoch in der vorliegenden Untersuchung nicht gegeben. Lagen signifikante Zusammenhänge vor ($p < 0,05$), so werden diese mit Angabe der Stichprobengröße im Text erwähnt.

5.2.2 Ultraschalluntersuchungen

Die sonographische Untersuchung der Ovarien weiblicher Riesenschildkröten ist eine erprobte und praktikable Methode für ein ganzjähriges nicht invasives Monitoring. Es ist bekannt, dass dabei nie der gesamte Eierstock einschließlich aller Follikel dargestellt werden kann. Von den auffindbaren Follikeln lässt sich jedoch auf das Vorhandensein einer gemeinsam heranwachsenden Follikelgruppe schließen (ROBECK et al. 1990).

Durch eine rasche Durchführung der Ultraschalluntersuchungen wurde versucht, die Stressbelastung der Tiere, die durch Absetzen von Kot und Harn erkenntlich wurde, zu minimieren. Eine negative Auswirkung des Untersuchungsstresses, insbesondere auf das untersuchte Ovulationsgeschehen, kann nicht ausgeschlossen werden. Andere Untersucher stellten jedoch keine negative Beeinflussung der Ovulation fest, da dort Eiablagen zum Untersuchungszeitpunkt stattfanden bzw. die zeitgleiche Messung des Serum-Corticosteronspiegels kein Indiz für Stresseinwirkungen der Untersuchung auf hormoneller Ebene lieferten (ROBECK et al. 1990, ROSTAL et al. 1998, SCHRAMM et al. 1999a).

5.2.3 Spermienuntersuchungen

Die Untersuchung von nach Paarungsversuchen aus der Kloakenumgebung entnommenem Sekret auf Spermien wurde von BACON (1980) als einfache Methode zur Untersuchung von Spermien bei Riesenschildkröten genannt. Auch CASARES et al. (1995) konnten an auf diese Weise entnommenen Proben spermatologische Befunde ableiten.

Trotz mehrfacher Sekretentnahmen wurden in der vorliegenden Untersuchung lediglich 3 spermienhaltige Proben gewonnen. Aus den an diesem Material erhobenen Befunden lässt sich keine grundsätzliche Aussage über die Qualität des Spermas ableiten. Berücksichtigt man die Seltenheit von Kopulationen und mithin Ejakulationen, so kann es sich durchaus um über längere Zeit gespeicherte Spermien handeln. Die bei Nutztieren übliche aussagekräftigere Spermauntersuchung im Abstand von einigen Tagen erbrachte jedoch aus den Kloakalabstrichen der Riesenschildkröten keine weiteren Spermien.

5.3 Haltung

Die artgerechte Haltung von Reptilien in menschlicher Obhut stellt hohe Ansprüche an die Umgebungsbedingungen, da ektotherme Tiere in einer fein abgestimmten Wechselbeziehung mit ihrem natürlichen Lebensraum stehen. Das lückenhafte Wissen über diese physiologischen Zusammenhänge verlangt eine starke Orientierung der Haltungsbedingungen an den Verhältnissen der natürlichen Lebensräume. Wenig auffällige Reaktionen von Schildkröten auf haltungsbedingte Misstände erschweren dabei das Erkennen von Haltungsmängeln und erfordern deshalb eine gute Sachkenntnis und Beobachtungsgabe des Tierhalters. Die Bestandsgröße und das Geschlechterverhältnis der gehaltenen Tiergruppe sollten die auf begrenztem Raum entstehenden artspezifischen Interaktionen berücksichtigen. Die Haltungsbedingungen im Vergleich zum natürlichen Lebensraum werden im

Folgenden unter besonderer Berücksichtigung möglicher Einflüsse auf die Fortpflanzung diskutiert.

5.3.1 Tierbestand

Gruppengröße

Die Größe der Tiergruppe sehen mehrere Autoren als wichtigen sozialen Stimulus an (THORNTON 1971, BACON 1980, STARRETT 1992). So wird gerade aus Haltungen mit Gruppengrößen von > 5 Individuen (Gladys Porter Zoo, Oklahoma, Bermuda-Aquarium Hamilton, Portal) und > 10 Individuen (LFBS Seffner, Honolulu, Izu-Andyland, Mauritius, San Diego) von regelmäßigen Nachzuchterfolgen berichtet (s. Anhang Tab. V u. VI). Individuenreiche Gruppen bieten außerdem die Möglichkeit der Partnerauswahl, die zumindest bei einzelnen Individuen von Bedeutung ist (BACON 1980, CASARES et al. 1995). NOEGEL (pers. Mitt. 2000) widerspricht hingegen der Notwendigkeit einer größeren Tiergruppe für Fortpflanzungserfolge, da neben größeren Gruppen auch 1,1 Tiere im LFBS Seffner mehrfach gut züchteten. Zuchterfolge von paarweise gehaltenen Tieren werden auch in der Literatur beschrieben, z. B. für *G. gigantea* aus dem Hiraakawa Zoo und für *G. elephantopus* aus dem Phoenix Zoo (STARRETT 1992, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Im Rahmen der Befragung wurde ein weiterer Zuchterfolg für *G. elephantopus* in einer Haltung von 1,1 Tieren gemeldet. Alle anderen Nachzuchten beider Arten wurden in Haltungen mit mehreren Tieren erzielt (6mal mit 4 – 10 Tieren, 3mal mit > 10 Tieren). Ein Züchter von *G. gigantea* betont die starke Zunahme der Paarungsaktivitäten sowie den Beginn regelmäßiger Zuchterfolge nach Vergrößerung der Gruppe auf 30 – 40 Tiere (pers. Mitt. in FB). In der Faktorengewichtungsfrage messen Halter und Züchter beider Arten der Gruppengröße Bedeutung bei. Ein statistischer Zusammenhang des Faktors „Gruppengröße“ zu Eiablagen oder Nachzuchten wurde nicht geprüft, da eine größere Individuenzahl immer auch eine größere Anzahl potentieller Zuchttiere darstellt und der Einfluss des sozialen Stimulus nicht getrennt berechnet werden kann. Die z. T. widersprüchlichen Aussagen verdeutlichen, dass die Gruppengröße als ein wichtiger, aber nicht allein ausschlaggebender Faktor des Fortpflanzungserfolges anzusehen ist.

Gruppenzusammensetzung und Geschlechterverhältnis

In Hinsicht auf die Fortpflanzung ist von zentralem Interesse, in wie vielen Haltungen die Zusammenstellung der Tiergruppe überhaupt eine Nachzucht ermöglicht. Die Befragung ergab, dass bei *G. gigantea* in 77,3 % und bei *G. elephantopus* in 50 % aller Haltungen gemischtgeschlechtliche Gruppen existieren. In den übrigen Haltungen befinden sich Einzeltiere, subadulte Tiere oder Tiere gleichen Geschlechts. Daraus wird deutlich, dass trotz einer großen Anzahl gehaltener Tiere nur bei 3/4 (*G. g.*) bzw. 1/2 (*G. e.*) aller Haltungen überhaupt die Möglichkeit der Fortpflanzung besteht. Einzelne Halter von Männchengruppen kommentieren auf dem Fragebogen, dass sie durchaus weibliche Tiere suchen, diese aber aufgrund des Exportverbotes aus dem Freiland und der geringen Anzahl Nachzuchttiere aus menschlicher Obhut schwer oder gar nicht erhältlich sind.

Im natürlichen Lebensraum beider Arten gibt es zwei Regulationsmechanismen des Geschlechterverhältnisses. Ein Geschlechtsverhältnis zugunsten der Weibchen besteht in den Populationen der kleinen ariden Galapagos-Inseln mit hohen Temperaturen aufgrund der temperaturbedingten Geschlechtsdetermination (NOEGEL u. MOSS 1989). Auf Aldabra wurde ebenso ein Geschlechterverhältnis mit Weibchen in der Mehrzahl – von 1:1,6 bis 1:2,2 in der Gesamtpopulation - beobachtet (SWINGLAND u. LESSELS 1979). Zudem migrieren die Weibchen auf den großen Inseln des Galapagos-Archipels zur Eiablage zu abgelegenen Nistplätzen (HONEGGER 1964) und auf Aldabra migriert ein Teil der Weibchen zeitlich vor den Männchen zur ersten, bei Regenzeitbeginn grünenden Vegetation in Küstennähe und zur Nistzeit zurück ins Inselinnere (HONEGGER 1967, GAYMER 1968).

Das Geschlechterverhältnis der Tiergruppe hat nach Literaturangaben verschiedene Auswirkungen auf Aktivität und Verhalten der Tiere. Da in menschlicher Obhut die Männchen sehr häufig eine unphysiologische ganzjährige Paarungsaktivität aufweisen, kann ihre Zudringlichkeit einen erheblichen Stress für die Weibchen bedeuten und diese versuchen z. T. permanent, sich zurückzuziehen. Bei ungenügenden Ausweichmöglichkeiten wurde eine verminderte Futteraufnahme der Weibchen beobachtet (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, pers. Mitt. in FB). Eine Vermeidung dieses Stressfaktors kann durch verschiedene Maßnahmen, z. B. Haltung einer Überzahl Weibchen, Anbieten von Rückzugsmöglichkeiten innerhalb eines gemeinsamen Geheges, abwechselnde Nutzung des Außengeheges durch Männchen oder Weibchen (bei getrenntem Innengehege) oder Geschlechtertrennung erfolgen (THROP 1976, BACON 1980, COLLINS 1984, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994, mehrere pers. Mitt. in FB). Bei *G. elephantopus* spricht gegen die Haltung eines einzelnen Männchens mit mehreren Weibchen, dass bei Haltung von 2 oder 3 Männchen nach Abtrennung und erneutem Zusammentreffen derselben gleichzeitig mit vermehrten Interaktionen (Dominanzverhalten) auch eine Zunahme der Paarungsaktivität beobachtet wurde (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, pers. Mitt. in FB). Generell ist die Haltung eines einzelnen Männchens mit fortpflanzungsfähigen Weibchen nicht empfehlenswert, da aufgrund der Schwierigkeiten bei der Spermagewinnung die Fertilität der Männchen meist nicht überprüft wird und zudem die Kopulationsfähigkeit oft unbekannt ist.

Im Fragebogen gaben 35,3 % (*G. g.*) bzw. 30,8 % (*G. e.*) der gemischt-geschlechtlichen Haltungen einen höheren Anteil von Weibchen in der Gruppe an. Es wurde in einem Fall sogar berichtet, dass Weibchen bei Erhöhung des Anteils männlicher Tiere in der Gruppe ihre sonst regelmäßigen Eiablagen beendeten (pers. Mitt. in FB). Bei den insgesamt 11 in der Befragung ausgewerteten Züchtern beider Arten sind alle 3 möglichen Geschlechterverhältnisse ($\text{♀} > \text{♂}$, $\text{♀} = \text{♂}$, $\text{♀} < \text{♂}$) vorhanden. Dabei führt eine Hälfte der Züchter mit ungünstigem Geschlechterverhältnis ($\text{♀} = \text{♂}$, $\text{♀} < \text{♂}$) Geschlechtertrennung durch, die andere Hälfte nicht. In den statistischen Berechnungen ergibt sich für die Betrachtung des Geschlechterverhältnisses und der pro Tier verfügbaren Fläche (als Stressminderung für Weibchen) kein Zusammenhang zu Eiablagen, bei der Geschlechtertrennung wurde hingegen ein Zusammenhang ermittelt, Geschlechtertrennung wird im Kap. 5.5 diskutiert. Aus der Befragung konnte demnach weder der stressmindernde Einfluss einer Überzahl

Weibchen noch der stressinduzierende Einfluss einer gleichen oder größeren Anzahl Männchen statistisch belegt werden. Trotzdem muss aus den genannten Gründen zur Haltung eine Überzahl weiblicher Tiere bzw. zu stressminderndem Management geraten werden.

5.3.2 Haltungsbedingungen

Wie bereits angesprochen spielen Umweltfaktoren wie Temperatur, Luftfeuchte, Licht, Photoperiode, Raumangebot und –struktur eine wesentliche Rolle für die Gesundheit und die Fortpflanzungsaktivität von Schildkröten. Detaillierte Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren sind jedoch wenig untersucht (PAULER 1992).

Dauer der Innenhaltung

Die Dauer des Außenaufenthaltes der Schildkröten ist durch die klimatischen Bedingungen vorgegeben. In Haltungen in gemäßigttem Klima wird sie auch im Sommer durch die häufig niedrigen Außentemperaturen und hohe Feuchtigkeit eingeschränkt.

Die Auswertung der Fragebögen bestätigt die in der Literatur (CASARES et al. 1995) genannte Häufigkeit von Haltungen mit Schildkröten, die 3 – 6 Monate oder länger im Innengehege verbringen (FB: G. g.: 60 % und G. e.: 40 %). Aufgrund dieser langen Zeiträume ist es unbedingt notwendig, bei der Einrichtung von Innengehegen eine möglichst optimale Raumgröße und -gestaltung sowie am natürlichen Lebensraum orientierte klimatische Bedingungen zu bieten.

Flächenangebot in Innen- und Außengehege

Eine Haltung der Tiere in weiträumigen Freianlagen ist als optimal anzusehen (BACON 1980). Das Flächenangebot bei der Haltung von Tieren in menschlicher Obhut stellt immer den Kompromiss aus dem Anspruch eines möglichst großen Geheges und den finanziellen, arbeitstechnischen und räumlichen Gegebenheiten sowie in zoologischen Gärten dem Anspruch einer ansprechenden Tierpräsentation dar. Im Fragebogen berichtet ein Halter, dass eine zu große Individuendichte im Gehege (overcrowding) Stress induziert, wodurch die Tiere eine geringere Futteraufnahme sowie verminderte Aktivität zeigen.

Die Fragebogenauswertung ergab, dass in den verschiedenen Haltungen beider Arten ein sehr breites, um den Faktor 40 bis 100 variierendes Spektrum der pro Individuum verfügbaren Fläche im Innen- wie Außengehege besteht. Zur Beurteilung dieser Flächenangebote werden die Vorgaben der BRD bzw. der Schweiz und Liechtensteins genutzt (s. Tab. 24). Mindestanforderungen anderer Länder stehen nicht zur Verfügung. Bei Vergleich der im Fragebogen ermittelten Flächenangebote im Innengehege mit den für die BRD gültigen Mindestflächen für Terrarien erfüllen nur 22 % (G. g.) bzw. 50 % (G. e.) der weltweiten Haltungen diese Vorgaben. Dabei werden die für die Schweiz und Liechtenstein vorgegebenen Mindestflächen für Innengehege zu 78 % (G. g.) bzw. 66 % (G. e.) eingehalten und im Durchschnitt (Mw) weit überschritten. Die für die Schweiz und Liechtenstein vorgegebenen Mindestflächen für Außengehege werden zu 86 % (G. g.) bzw. 95 % (G. e.) eingehalten und im Durchschnitt sehr weit überschritten. Die in den aktuellen Haltungen von

Riesenschildkröten angebotenen Gehegegrößen sind demnach bei Betrachtung beider gesetzlicher Mindestanforderungen zufriedenstellend.

Tabelle 24: Vergleich gesetzlicher Vorgaben der BRD sowie der Schweiz u. Liechtensteins mit aktuellen Haltungen in Bezug auf das pro Tier verfügbare Flächenangebot. Vergleich der Innengehege für Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung sowie aller Außengehege

	Mindestanforderungen BRD ¹⁴	Mindestanforderungen Schweiz, Liechtenstein ¹⁵ (CH/LIE)	Fläche/Tier in der Befragung bei <i>G. gigantea</i>	Fläche/Tier in der Befragung bei <i>G. elephant.</i>
I*	bei $CPL_{max} = 1,20 \text{ m} \rightarrow 23 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 2 Tiere; $13,8 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 4 Tiere $12,3 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 6 Tiere	$6 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 1-4 Tiere $4,7 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 6 Tiere	Mw = $11,4 \text{ m}^2$; bzgl. Tierzahl: 22 % erfüllen BRD-Vorgabe; 78 % erfüllen CH/LIE-Vorgabe	Mw = $23,9 \text{ m}^2$; bzgl. Tierzahl: 50 % erfüllen BRD-Vorgabe; 66 % erfüllen CH/LIE-Vorgabe
A**		$25 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 1-4 Tiere $23,3 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 6 Tiere	Mw = $105,6 \text{ m}^2$; bzgl. Tierzahl: 86 % erfüllen CH/LIE-Vorgabe	Mw = $195,7 \text{ m}^2$; bzgl. Tierzahl: 95 % erfüllen CH/LIE-Vorgabe

* Innengehege ** Außengehege

Bodenart im Innengehege

Der Bodenbelag im Innengehege besteht in 21 % der Haltungen von *G. gigantea* und in 33 % der Haltungen von *G. elephantopus* aus weichem Substrat (Sand, Erde). Dieses ist für die Grabetätigkeit der Weibchen und möglicherweise auch für erfolgreiche Kopulationen (s. Kap. 5.5) von Bedeutung. Bemerkenswert ist, dass bei beiden Arten in sehr vielen Innenhaltungen der Boden ausschließlich aus Beton bzw. Steinplatten (*G. g.* 35 %; *G. e.* 26 %) besteht. Dazu zählen bei *G. gigantea* 8 und bei *G. elephantopus* 2 Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung. Innerhalb dieser Gruppe besitzen immerhin 5 Halter von *G. gigantea* weibliche Tiere. In 2 dieser Haltungen wurde jedoch eine Eiablagefläche angelegt. Bei einer davon existieren Zuchterfolge. Es ist nicht auszuschließen, dass Beton- bzw. Steinboden einen reproduktionsmindernden Einfluss hat (BACON 1980). Bei ansonsten optimalen Haltungsbedingungen ist dieser Umweltfaktor per se nicht allein reproduktionshemmend.

Bodensubstrate in Jungtierterrarien

In der Jungtierhaltung werden die verschiedensten Bodensubstrate eingesetzt. So führten Todesfälle nach Sandanschoppung (BACON 1980) bei Sandeinstreu teilweise zur Umstellung auf Einstreu aus verdaulichen Substraten, wie Gras, Luzerne-Heu, Luzerne- oder Kaninchen-Pellets (THROP 1969, BACON 1980, WILLIAMS 1986,

¹⁴ Terrarium: Länge = $8 \times CPL_{max}$; Breite = $4 \times CPL_{max}$ für 2 Tiere; für 3. u. 4. Tier + 10 %, ab 5. Tier + 20 % der Grundfläche

¹⁵ Innengehege $6 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für bis zu 4 Tiere, darüberhinaus $2 \text{ m}^2/\text{Tier}$; Außengehege $25 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für bis zu 4 Tiere, darüberhinaus $20 \text{ m}^2/\text{Tier}$

STEARNS 1988, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992). Bei potentiellen Futtermitteln muss immer mit einer Aufnahme durch die Jungtiere gerechnet werden. Dies kann sich insbesondere bei höherem Energie- bzw. Proteingehalt schädigend auf die Tiere auswirken. STEARNS (1988) beschreibt z. B. pyramidale Carapaxverformungen bei Jungtieren nach ad libitum Aufnahme der als Einstreu verwendeten energiereichen Luzerne-Pellets. ROHNER (pers. Mitt.1999) berichtet von Adipositas bei auf Pellets gehaltenen Jungtieren einer Haltung in den USA. Aufgrund dieser Erfahrungen gelten proteinarmes Heu, Kies oder Teppichboden (STEARNS 1988, HATT u. HONEGGER 1997, CHIDA 1998) als ideale Einstreu. Es muß allerdings sichergestellt sein, dass Kies und Teppich nicht aufgenommen werden. Da die Jungtiere sehr scheu sind (THROP 1969, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, HONEGGER 1999), sollte immer auch an das Einrichten geeigneter Verstecke gedacht werden.

Gehegestrukturierung, Grasbewuchs im Außengehege, Aktivitätsanregung

Neben dem Flächenangebot ist die Strukturierung des Geheges mit dem Anbieten von Verstecken, Badeplätzen sowie Möglichkeiten der Nahrungssuche sehr wichtig bei der Gehegegestaltung (PAULER 1992).

Auf den Galapagos-Inseln leben *G. elephantopus* je nach Unterart in unterschiedlich abwechslungsreichem Gelände mit verschiedenen Vegetationsformen (SWINGLAND 1989b). Die meisten Populationen von *G. gigantea* auf Aldabra leben ausschließlich in offenem Gras- und Buschland (BOURN u. COE 1978). Auf andere Inseln verbrachte Tiere halten sich allerdings gerne in üppiger Vegetation auf, wo sie oft nur schwer zu entdecken sind (BUSSE pers. Mitt. 1999, SCHRAMM pers. Mitt. 2000). Auf der Suche nach Futter oder Wasser legen Riesenschildkröten in der freien Wildbahn häufig weite Wege über z. T. schwieriges Terrain zurück (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989).

In der Literatur sind zur Strukturierung der Außengehege einige Angaben bezüglich der Bepflanzung (Büsche, Bäume) und der Geländegestaltung (Hügel, Gräben, Hindernisse) gemacht worden (TUCHAK u. ELLIS 1979, BEHLER u. VALENZUELA 1983, COLLINS 1984, STEARNS 1988, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998). Demnach kann durch abwechslungsreiche Geländegestaltung die Aktivität der in menschlicher Obhut oft trägen Tiere angeregt und die Fitness verbessert werden (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992). Mehrfach wird vom Anlegen von Weideflächen oder vom Einsäen verschiedener Gräser und Kräuter in bestehende Wiesenflächen mit positiver Auswirkung auf die Aktivität der Tiere berichtet (THROP 1971, PETERS u. FINNIE 1979, COLLINS 1984, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992). Bei reichhaltigem Pflanzenbewuchs im Außengehege verbringen die Schildkröten sehr viel Zeit mit Grasing oder Browsing (TUCHAK u. ELLIS 1988), s. Abb. 45. Auch ein erstaunliches Geschick beim Klettern und Durchzwängen an Gehegebegrenzungen wurde in verschiedenen Haltungen beobachtet (STARRETT 1992, GERLACH pers. Mitt. 2000, pers. Mitt. in FB).



Abbildung 45: *G. gigantea* beim Browsing im Außengehege

Im Fragebogen wird von den zahlreichen Haltungen mit längerer Innenhaltung eine Strukturierung im Innengehege mittels Pflanzen, Wurzeln oder Steinen nur von 6 (*G. g.* = 9 %) bzw. 2 (*G. e.* = 8 %) Haltungen angegeben. Es ist aber zu empfehlen, dass diese als Sicht- oder Kletterbarrieren dienenden Elemente besonders bei langer Innenhaltung verwendet werden, da sie zur Aktivitätsanregung beitragen. Für das Außengehege gaben 69 % der Halter von *G. gigantea* und 65 % der Halter von *G. elephantopus* eine Strukturierung mittels Hügeln, Pflanzen, Büschen, Bäumen, Wurzeln oder Steinen an. Zusätzlich vermerkten einzelne Halter, dass eine abwechslungsreiche Topographie des Geheges als sehr wichtiger Faktor zur Aktivitätssteigerung erachtet wird. Erstaunlich ist die Tatsache, dass auch heute noch Haltungen existieren, bei denen im Außengehege kein Gras vorhanden ist (*G. g.*: 7, *G. e.*: 5 Haltungen). Grasbewuchs im Außengehege ist sicherlich der am leichtesten zu erfüllende Anspruch an eine lebensraumnahe Gehegegestaltung. Zu diesen Haltungen zählen allerdings bei *G. gigantea* 3 und bei *G. elephantopus* 1 Haltung mit Nachzuchterfolg. Zur Ausübung des natürlichen Verhaltensrepertoires ist eine Strukturierung des Geheges mit Ermöglichung von Grasing und Browsing trotzdem unumgänglich.

Wasserbecken und Schlammsuhle

Von beiden Riesenschildkrötenarten ist bekannt, dass sie sich in ihrem natürlichen Lebensraum und in Haltungen in menschlicher Obhut sehr gerne in Wasser- oder Schlammflöchern aufhalten (THROP 1971, PRITCHARD 1979, STEARNS 1988, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, GRAY 1994). Mehrfach wird dabei die bevorzugte Nutzung der Schlammsuhle beschrieben. Als Ursachen dafür werden neben der Wasseraufnahme eine durch die Auftriebskraft des Wassers erleichterte Atmung, Entspannung, positive Auswirkungen auf das Fortpflanzungsvermögen der Männchen, Abwehr von Ektoparasiten und Thermoregulation genannt (THROP 1969,

THORNTON 1971, HENDRICKSON 1966, RODHOUSE et al. 1975, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989). Ein Zusammenhang mit der Thermoregulation wird durch Berichte von Haltern untermauert, die die verstärkte Nutzung dieser Bademöglichkeiten bei sehr heißem oder sehr kühlem Wetter beobachteten (pers. Mitt. in FB). Es wurde auch beschrieben, dass Weibchen nach Kopulationen mehrere Stunden in der Schlammsuhle verbrachten. Die Bedeutung dieses Verhaltens ist jedoch nicht bekannt (pers. Mitt. in FB).

Die Auswertung der Fragebögen zeigt, dass in vielen Riesenschildkrötenhaltungen eine Bademöglichkeit angeboten wird. So existiert ein Wasserbecken im Innengehege bei 46 % (G. g.) bzw. 39% (G. e.), ein Wasserbecken im Außengehege bei 63 % (G. g.) bzw. 65 % (G. e.) und eine Schlammsuhle im Außengehege bei 46 % (G. g.) bzw. 58 % (G. e.) aller Haltungen. Die Mehrzahl der Halter beider Arten geben bei beheizten Wasserbecken im Innengehege eine häufige Nutzung (≥ 2 h) und bei ungeheiztem Becken eine seltenere Nutzung an (≤ 2 h). Es ist somit davon auszugehen, dass geheizte Becken geeignetere Strukturelemente darstellen, da sie anscheinend auch zur Thermoregulation genutzt werden. In Haltungen mit Wasserbecken und Schlammsuhle im Außengehege überwiegt in den meisten Fällen die tägliche Nutzung der Schlammsuhle diejenige des Wasserbeckens.

Von einem Halter wird berichtet, dass nach häufiger Nutzung der Schlammsuhle einzelne Individuen Panzernekrosen oder Panzermykosen entwickelten. Im Rahmen der Gesundheitsüberwachung sollten Tiere, die sehr häufig Bademöglichkeiten nutzen, regelmäßig auf entsprechende Krankheitsanzeichen kontrolliert werden.

Temperatur

Das Temperaturangebot ist der wichtigste Schlüsselfaktor in der Haltung poikilothermer Tiere (BACON 1980). Für die natürlichen Lebensräume der Riesenschildkröten wird eine Lufttemperatur im Bereich von 22,2 – 31,4 °C (Durchschnitt 24,9 – 28,4°C) auf Aldabra bzw. 17 – 31 °C (Durchschnitt 20 - 31 °C) auf den Galapagos-Inseln angegeben (MAC FARLAND et al. 1974b, WALSH 1984, SCHRAMM 1999b). Auf Aldabra wurden Boden- bzw. Nestinnentemperaturen von 26,7 °C bis 31 °C im Jahresverlauf gemessen (SWINGLAND u. COE 1978). Auf den Galapagos-Inseln betragen sie zur Nistzeit 24 – 32 °C bzw. 27 – 36 °C je nach Insel (MAC FARLAND et al. 1974b). Riesenschildkröten sind aufgrund ihrer Körpergröße und der dunklen Pigmentierung des Panzers in der Lage, für mehrere Tage Wärme zu speichern (BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992). Sie werden von mehreren Autoren sogar als relativ kälteresistent bezeichnet, weil Tiere bei Temperaturen um 13 °C noch Aktivität und Futteraufnahme zeigten bzw. nach nächtlichem Aufenthalt bei 0 °C bzw. 6 °C nicht erkrankten (COLLINS 1984, STEARNS 1988, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989). Andere Autoren vermerken jedoch, dass sich unter 10 °C, 15°C bzw. 18 °C Außentemperatur die Aktivität der Tiere stark vermindert und die Häufigkeit respiratorischer Erkrankungen zunimmt (BACON 1980, STEARNS 1988, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, CASARES et al. 1995). Auch für die Präferenz von Wärmespots liegen Angaben vor, denen zu Folge sich Individuen stundenlang unter Infrarotstrahlern aufhalten (STEARNS 1988, pers. Mitt. in FB) oder während der Innenhaltung beheizte Bodenflächen bevorzugen (CASARES et al. 1995, TERAHARA u. MORIYAMA 1998, pers. Mitt. in FB).

MACKAY (1964) gab als präferierte Körpertemperatur kuppelförmiger *G. elephantopus* 30 °C an.

Die niedrigsten in der Literatur genannten Raumtemperaturen betragen 10 °C für *G. gigantea* und 17 °C für *G. elephantopus*. Dazu werden Bodentemperaturen von 27 °C bzw. 20 °C (*G. g.*) angegeben oder es fehlen Hinweise auf eine Bodenheizung (*G. e.*) (BEHLER u. VALENZUELA 1983, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, TERAHARA u. MORIYAMA 1998).

Kloakale Temperaturmessungen bei *G. elephantopus* ergaben, dass die Körpertemperatur der Tiere nachts und an bewölkten Tagen nur wenig (von 27 - 33°C auf 25 - 26°C) abfällt. Dabei liegt die kloakal gemessene Körpertemperatur der Bodentemperatur stets näher als der Umgebungstemperatur (BACON 1980). Auch wurde von SAMOUR et al. (1986) in einer Untersuchung der Riesenschildkrötenhaltungen Großbritanniens bei mehreren Tieren in Haltungen ohne Bodenheizung die Erkrankung am „wasting syndrom“ (fortschreitend körperlicher Verfall) diagnostiziert. In Kommentaren zum Fragebogen wurde in einem Fall (*G. e.*) von rezidivierenden kloakalen Abszessen bei Haltung auf unbeheiztem Betonboden und Bodentemperaturen um 15 °C berichtet, die nach Isolation mit Gummimatten und einer dadurch erreichten Bodentemperatur von 25 °C ausblieben. Aus diesen Gründen sind 20 °C Bodentemperatur bzw. vielfach fehlende Hinweise auf bestehende Bodenheizung in den Haltungsbeschreibungen der Literatur als ungünstig zu bewerten.

Die Ergebnisse der Befragung¹⁶ zeigen, dass für *G. gigantea* 22 Halter (= 41 %) durchschnittliche Raumtemperaturen_{Tag} innerhalb der durchschnittlichen Temperaturspanne aus dem Freiland (24,9 – 28,4 °C) aufweisen. Weitere 29 Halter (= 54 %) geben durchschnittliche Raumtemperaturen_{Tag} innerhalb der Minimal- und Maximaltemperatur aus dem Freiland (22 – 31 °C) an. Einen Raumtemperatur_{Tag}-Gradienten von mehr als +/- 2 °C, der eine Auswahl der Vorzugstemperatur in gewissem Rahmen ermöglicht, geben insgesamt 16 Halter (= 30 %) an. Eine durchschnittliche Bodentemperatur_{Tag} innerhalb der durchschnittlichen Temperaturspanne aus dem Freiland (26,7 – 32 °C) geben 15 Halter (= 53,6 %) an. Als durchschnittliche Temperatur aller Haltungen in der Nacht wird eine Raumtemperatur von 23,2 °C und eine Bodentemperatur von 25,8 °C genannt.

In den Haltungen von *G. elephantopus* bieten 14 Halter (= 88 %) durchschnittliche Raumtemperaturen_{Tag} innerhalb der durchschnittlichen Temperaturspanne aus dem Freiland (20 - 31 °C). Ein weiterer Halter liegt innerhalb der Minimal- und Maximaltemperatur aus dem Freiland (17 – 31 °C). Insgesamt bieten 5 Halter (= 31 %) einen Raumtemperatur_{Tag}-Gradienten von mehr als +/- 2 °C an. Eine durchschnittliche Bodentemperatur_{Tag} innerhalb der durchschnittlichen Temperaturspanne aus dem Freiland (24 – 36 °C) geben 5 Halter (= 71 %) an. Die durchschnittliche Temperatur aller Haltungen in der Nacht beträgt für die Raumtemperatur 20,8 °C, für die Bodentemperatur 25 °C.

¹⁶ Prozentangaben bezüglich der Gesamtzahl der ausgewerteten Antworten zum jeweiligen Punkt

Die Mindestwerte aller Temperaturangaben (Raum u. Boden, Tag u. Nacht) liegen für *G. gigantea* zwischen 10 °C und 15 °C, für *G. elephantopus* zwischen 12,8 °C und 23 °C. In den meisten Fällen werden sie als Untergrenze einer Temperaturspanne genannt, so dass für die Tiere die Auswahl einer höheren Vorzugstemperatur möglich ist. In einem Fall (Z) wird die Raumtemperatur_{Nacht} von 12,8 °C mit dem Hinweis genannt, dass während der einmonatigen Unterbringung der Tiere im Innengehege eine geringe Aktivität angestrebt wird.

Trotz der auch auf Zuchterfolgen bei niedrigen Temperaturen (s. 5.5) gestützten Annahme eine hohen Temperaturtoleranz muss auf den hohen Anteil von Atemwegserkrankungen bei 16 % (*G. g.*) bzw. 12 % (*G. e.*) der Haltungen hingewiesen werden, die durch niedrige Haltungstemperaturen bedingt sein können.

Für die Mindesttemperaturen zum Aufenthalt der Tiere im Freien werden in der Literatur bzw. als Kommentar im Fragebogen Temperaturen von 6 °C, 8 °C, 10 °C, 13 °C und 15 °C genannt (STEARNS 1988, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, STARRETT 1992, TERAHARA u. MORIYAMA 1998). Häufig wird den Tieren auch im Winter bei sonnigem Wetter Auslauf gewährt (GRAY 1994), in Einzelfällen sogar bei Schnee (TERAHARA u. MORIYAMA 1998). Den im Fragebogen registrierten letal verlaufenden Erfrierungen lag zwar ein Stromausfall während eines Kälteeinbruchs zu Grunde, dieser Einzelfall zeigt aber die begrenzte Wärmespeicherkapazität der Riesenschildkröten. Die Tiere sollten deshalb, insbesondere in der kalten Jahreszeit, nicht mehrere Tage unbeaufsichtigt bleiben. Eine Unterschreitung des idealen Temperaturbereiches in der Außenhaltung wird üblicherweise als Kompromiss mit einer zeitlichen Verlängerung des Außenaufenthaltes toleriert. Bei Vergleich mit den Freilandtemperaturen müssen den Tieren aber bei Umgebungstemperaturen unter 15 - 20 °C geheizte Bereiche angeboten werden, um ihren physiologischen Bedürfnissen zu entsprechen, z. B. Aufwärmspots im Innengehege.

Nach LICHT (1972) haben trächtige Weibchen besonders hohe Temperaturansprüche. In der natürlichen Umwelt herrscht während der Follikel- und Eianbildung bei *G. gigantea* eine durchschnittliche Umgebungstemperatur von 25 – 28 °C, bei *G. elephantopus* von 20 – 30 °C (WALSH 1984, SCHRAMM et al. 1999a). Aus den statistischen Berechnungen der Befragungsdaten ist jedoch für beide Arten kein Zusammenhang zwischen durchschnittlichen Tagesraumtemperaturen und Eiablagen feststellbar.

Die Fortpflanzungszyklen verlaufen im Freiland parallel zum Wechsel von Regenzeit und Trockenzeit. Deshalb kann versucht werden, diese Zyklizität von Temperatur, Luftfeuchte, Wasserangebot (Badegelegenheit, Beregnung) und Futterangebot auch in der Haltung von Riesenschildkröten anzuwenden. Erfahrungswerte liegen jedoch nur für resultierende Aktivitätserhöhung und nicht bezüglich der Fortpflanzung vor. Die Hälfte der Haltungen, die eine Simulation von Trockenzeit und Regenzeit durchführen, gibt in der Befragung an, dass sich dadurch die Aktivität der Tiere erhöht.

Insgesamt sollte in der Haltung von Riesenschildkröten, wie bei allen Reptilien, durch Errichtung eines Thermogradienten die Möglichkeit der Temperatureselektion gegeben werden, da die verschiedenen physiologischen Prozesse dieser Tierklasse unterschiedliche Temperaturoptima besitzen. Der von BACON (1980) vorgegebene

Gradient von 20 – 35 °C erscheint dazu geeignet. Die oft fehlenden oder sehr kleinen Temperaturspannen der befragten Halter sollten dem entsprechend erweitert werden. Zudem sollten im Innengehege auch bei beheiztem Raum Areale mit einer Bodenheizung von > 25 °C eingerichtet werden.

Luftfeuchte

Betrachtet man die Freilandbedingungen, so ergibt sich für *G. gigantea* auf dem Aldabra-Atoll eine starke Saisonalität der Niederschläge bzw. Luftfeuchte. Bei 5 Monaten Regenzeit und 7 Monaten Trockenzeit wird die durchschnittliche relative Luftfeuchte in erster Linie durch die Meeresnähe bestimmt und mit 75 – 89 % angegeben (SWINGLAND u. LESSELLS 1979, WALSH 1984). Auch auf den anderen Inseln der Seychellen bzw. Komoren, die als Ursprunginseln der heutigen Aldabra-Population diskutiert werden (GERLACH 1996), herrscht das für die Tropen typische, feuchtwarme Klima. Für *G. elephantopus* kann anhand der Panzerform bzw. Unterart eine Zuordnung zu feuchten, vegetationsreichen oder ariden Ursprunginseln und demzufolge zur jeweiligen Luftfeuchte erfolgen.

Aus der Literatur liegen bezüglich der Luftfeuchte im Innengehege keine Haltungsangaben oder Empfehlungen vor. Offensichtlich wurde diesem Klimafaktor von den Autoren keine Bedeutung beigemessen.

In der Befragung wurde festgestellt, dass für beide Arten in über 70 % der Haltungen eine relative Luftfeuchte von 60 – 80 % eingestellt ist. Diese Werte entsprechen etwa den durchschnittlichen Gegebenheiten im Freiland.

Licht

Der circadiane Tag-Nacht-Rhythmus sowie die Lichtqualität und -quantität sollten sich an den Gegebenheiten des natürlichen Lebensraumes orientieren. Einen Eindruck von den Lichtverhältnissen der Freilandvorkommen beider Arten vermitteln die Angaben zur mittleren täglichen Sonneneinstrahlung für den Bereich des 7. südlichen Breitengrades (Galapagos-Inseln 0,30° südl. Breite, Aldabra 9,25 ° südl. Breite). Im Jahresverlauf bewegen sich die Werte zwischen 17 und 22 kcal/cm², wobei sie während 7 Monaten > 20 kcal/cm² betragen. Maximale Werte werden von November bis März, minimale Werte von Mai bis August verzeichnet. Demgegenüber sind für den 52. nördlichen Breitengrad (Mitteleuropa) im Jahresverlauf Werte von 4 bis 24 kcal/cm² angegeben, Werte > 20 kcal/cm² werden nur in 3 Monaten erreicht. Maxima liegen von Mai bis August und Minima von November bis Februar vor (WEAST 1981, S. 204).

Über die Ansprüche an die Lichtbedingungen (Lichtintensität und täglicher Verlauf des Lichtspektrums) und die Effekte unterschiedlicher spektraler Lichtzusammensetzung existieren keine Untersuchungen. Von anderen Schildkrötenarten ist bekannt, dass die spektrale Sensitivität des Auges bei verschiedenen Arten differiert und dass jeweils verschiedene Wellenlängen des Lichtes hormonelle Abläufe beeinflussen (PAULER 1992).

Die in 6 (*G. g.*) bzw. 4 (*G. e.*) Haltungen mit > 2 Monaten Innenhaltung eingesetzte Beleuchtungsdauer von täglich 8 – 10 Stunden unterschreitet deutlich die unter natürlichen Lebensbedingungen (Äquatornähe) beider Arten übliche Tageslichtlänge von ca. 12 Stunden. Allerdings nennen 29 (*G. g.*) bzw. 4 (*G. e.*) Halter große Fenster

oder lichtdurchlässige Dächer als zusätzliche Lichtquellen. In der abschließenden Frage zu fortpflanzungsbeeinflussenden Faktoren geben fast alle Halter an, dass dem Licht eine große Bedeutung beigemessen wird. Es ist somit zu befürchten, dass sich die Reduktion auf 8 - 10 Stunden Beleuchtungsdauer negativ auf die Fortpflanzungsphysiologie auswirken kann.

UV-Strahlung

Die genauen Ansprüche der beiden Spezies an die UV-Bestrahlung sind nicht bekannt. Einerseits leben die Tiere auf äquatornahen Inseln mit ganzjährig hoher UV-Strahlungsdosis¹⁷, andererseits schirmen die Tiere mit dem Panzer häufig Kopf und Hals - mit dünnen Hautpartien und vermutlich größter UV-Sensibilität - gegen die Sonne ab (BEAVER 1991) und verbringen die Zeit intensivster Sonnen- und UV-Bestrahlung im Schatten (HONEGGER 1967). Durch die Reflexion der Strahlung erreicht aber auch im Schatten ein gewisser Strahlungsanteil die Tiere.

In menschlicher Obhut erhalten die Tiere eine optimale UV-Bestrahlung durch das natürliche Sonnenlicht während des Aufenthaltes im Außengehege. In der Literatur wird bei Haltungsbeschreibungen beider Tierarten nur 2mal (*G. g.*) bzw. einmal (*G. e.*) die Verwendung von UV- oder Vollspektrumlampen angegeben (CASARES et al. 1995, CHIDA 1998). Andere Autoren scheinen demnach der artifiziellen UV-Bestrahlung keine Bedeutung beizumessen.

In der Befragung wird die Substitution von UV-Strahlung während der Periode der Innenhaltung von 44 % (*G. g.*) bzw. 24 % (*G. e.*) der Halter angegeben. Einen Anteil von UV-B-Strahlung in den UV-Quellen, der für die kutane Vitamin D-Synthese essentiell ist (GEHRMANN 1996), nennen davon 68 % (*G. g.*) bzw. 83 % (*G. e.*) der Halter. Die Bestrahlungsdaten sind wegen der großen Varianz der Angaben und der Unsicherheit bezüglich der Aufenthaltsdauer der Tiere unter der UV-Quelle nicht im Detail auswertbar. In Haltungen mit kontinuierlicher UV-Bestrahlung stellt sich weiterhin die Frage, ob die Lampen in ausreichendem Zeitabstand erneuert werden, da nach einer bestimmten Strahlungsdauer ihre UV-Emission erheblich abnimmt.

Die im Zoo Hannover gemessenen UV-B-Strahlungsverluste durch das Kunststoffdach von 54 – 67 % bzw. die gegenüber dem Außengehege um 45 – 97 % geminderte Lichtintensität und um 30 – 97 % geminderte UV-B-Strahlungsdosis in Höhe der Tiere bestätigt die in Zürich gemessene starke Verminderung der Lichtintensität eines lichtdurchlässigen Daches um 42 - 80 % (CASARES et al. 1995). Aufgrund beider Messungen und der großen Unterschiede zur natürlichen Umgebung lässt sich schlussfolgern, dass bei längerfristiger Innenhaltung auch unter Licht- und UV-durchlässigen Dächern eine ausreichende Versorgung mit Lichtreizen und UV-Strahlung unbedingt durch Strahler zu sichern ist.

5.4 Fütterung

Die Stoffwechselrate von Reptilien weist einen gegenüber Vögeln und Säugetieren erheblich niedrigeren Grundumsatz auf, der bei 1/8 bis 1/4 der Werte endothermer

¹⁷ errechnete UV-Intensität für 2° südl. Breite im Jahresverlauf zwischen 0,4 – 0,6 kWh/(m²d) gegenüber 0,1 – 0,6 kWh/(m²d) für 52° nördl. Breite (LÜPKE pers. Mitt. 1999)

Tiere liegt (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994). Ihr Energiebedarf ist aufgrund der ektothermen Lebensweise vermindert, bei der zur Erhaltung der Körpertemperatur keine metabolische Energie verbraucht wird (LILLYWHITE u. GATTEN Jr. 1995). Wissenschaftliche Untersuchungen zum Grundumsatz und zum Erhaltungsbedarf bzw. Nährstoffbedarf liegen derzeit für *G. gigantea* u. *G. elephantopus* nicht vor. Der Forderung nach einer ausgeglichenen Ernährung kann deshalb ausschließlich mit einer Orientierung der Fütterung an der natürlichen Lebensweise entsprochen werden.

5.4.1 Futterzusammensetzung

Für herbivore Landschildkröten, zu denen die beiden hier besprochenen Arten zählen, werden rohfaserreiche, fett- und proteinarme Futtermittel empfohlen. Ein durchschnittlicher Proteingehalt von 4 % (in der Ursprungssubstanz [uS]) wird als geeignet angegeben (HIGHFIELD 1990). In der Wachstumsphase ist der Proteinbedarf jedoch auch bei Reptilien erhöht. Bei der Ernährung der Jungtiere sollte dabei auf proteinreiche pflanzliche Futtermittel wie z. B. Spinat, Luzerne, Klee und Pilze zurückgegriffen werden (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994). Der Rohfaserbedarf herbivorer Reptilien wird mit mindestens 12 % in der Trockensubstanz (TS) benannt, optimal sind wahrscheinlich 20 – 30 % (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994). Obst weist bei oft hohem Gehalt an Feuchtigkeit und Fructose einen geringen Rohfasergehalt auf. Es wird aber aufgrund des süßen Geschmacks, der kräftigen Färbung bzw. der weichen Konsistenz häufig bevorzugt aufgenommen.

Eine hohe Bedeutung kommt dem Ca- und P-Gehalt bzw. dem Ca:P-Verhältnis im Futter zu. Als bedarfsdeckend gilt bei adulten Tieren für Kalzium ein Gehalt von 0,5 – 1,5 % (der TS), für Phosphor von 0,5 – 0,8 % (der TS). Das Ca:P-Verhältnis sollte bei 1 – 2 : 1 bzw. 3 - 4 : 1 liegen (DONOGHUE u. LANGENBERG 1994, HIGHFIELD 1996). Kalziumreiche Futtermittel sind beispielsweise Opuntia-Kakteen (HINTZ 1973), Luzerneheu und blattreiche Grünfütter wie Löwenzahn, Brennessel, Klee und Wegerich (WOLF u. KAMPHUES 1994). Futterpflanzen bzw. Gemüse mit einem ungünstigen Ca:P-Verhältnis sind u.a. Sprossen, Spargel, Avocado, Blumenkohl, Gurke, Kohlrabi, Erbsen, Paprika und Tomate. Einen sehr geringen Ca-Gehalt von < 50 mg/100 g (US) besitzen z. B. Grünkohl, Rotkohl, Sellerie und Eisbergsalat sowie die meisten Früchte. Orangen und Mandarinen haben unter den Obstarten den höchsten Ca-Gehalt (GEIGY 1968). Bei der Rationsgestaltung sollten Futtermittel mit ungünstigem Ca:P-Verhältnis gemieden oder nur in geringen Mengen gefüttert werden (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989), bzw. Defizite durch geeignete Supplementierung ausgeglichen werden.

Bezüglich der Ernährungsweise von *G. gigantea* und *G. elephantopus* in ihrem natürlichen Lebensraum berichten zahlreiche Autoren übereinstimmend von einer großen Artenvielfalt der Futterpflanzen (HNATIUK et al. 1976, MERTON et al. 1976, CAYOT 1981, JACKSON 1985), der Aufnahme von Gras bzw. für *G. gigantea* von „tortoise turf“ als Hauptbestandteil der Ernährung (SNOW 1964, HENDRICKSON 1966, RODHOUSE et al. 1975, MERTON et al. 1976). Als Verhaltensweise bei der Nahrungsaufnahme werden „Grasing“ und „Browsing“ entsprechend dem Lebensraum und Futterangebot beobachtet (MERTON et al. 1976, BACON 1980, STODDART u.

SAVY 1983, HAMBLER 1994, GERLACH 1999). Je nach Biotop legen die Tiere teilweise weite Strecken zu ihren Nahrungsquellen zurück und nehmen große Mengen relativ energiearmen Futters auf (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989). Der Schwerpunkt der Futterrationsgestaltung sollte demnach auf faserreichen Komponenten wie Grünfutter, Blattwerk, grünem Blattgemüse sowie Heu liegen. Gemüse und insbesondere Obst, welches unter natürlichen Bedingungen überwiegend saisonal und auch dann nur in geringen Mengen als Futter zur Verfügung steht, sollten nur einen kleinen Teil der Ration ausmachen.

In der Literatur existieren für beide Arten zur Fütterung von adulten und juvenilen Tieren neben Angaben von „konventioneller“ Fütterung mit Obst und Gemüse in hohen Anteilen (THROP 1969, COLLINS 1984, WILLIAMS 1986) auch vielfache Angaben zu einer am Freiland orientierten Futterzusammenstellung (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, EDWARDS 1991, STARRETT 1992, COHEN 1994, CASARES et al. 1995, TERAHARA u. MORIYAMA 1998). Häufig ist dabei jedoch die anteilmäßige Zusammensetzung der Futtermittelklassen (Rauhfutter, Gemüse, Obst) nicht genau spezifiziert. Verschiedene Autoren berichten von Umstellungen auf restriktivere Fütterung wegen abweichender Kotbeschaffenheit, verminderter körperlicher Aktivität, ernährungsbedingten Erkrankungen bzw. Jungtierverlusten. Nach der Umstellung wurde eine Besserung der Kotkonsistenz, ein allgemeiner Aktivitätsanstieg sowie teilweise eine Zunahme der Paarungsaktivitäten beobachtet (THROP 1969, BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998).

Die Befragung ergab, dass in Innen- bzw. Außenhaltung Gemüse, Gras, Heu und Laub in den meisten Haltungen den Hauptanteil des Futters ausmachen, bei *G. gigantea* in 98 % bzw. 85 % der Haltungen, bei *G. elephantopus* in 81 % bzw. 62 % der Haltungen. Da keine Unterscheidung von grünem Blattgemüse und anderem Gemüse erfolgte, kann eine differenziertere Betrachtung nur bezüglich der anderen faserreichen Futtermittel erfolgen. Heu, Laub oder Gras werden von 2 % bzw. 41 % (*G. g.*) und von 41 % bzw. 33 % (*G. e.*) in Innen- bzw. Außenhaltung als Hauptteil des Futters genannt, was einer guten Orientierung dieser Halter am Freiland entspricht. Obst wird von den meisten Haltern gefüttert. Der durchschnittliche Mengenanteil beträgt bei beiden Arten in Innen- und Außenhaltung zwischen 20 % und 23 %. Die durchschnittlichen Mengenangaben für Heu, Laub und Gras liegen mit 26 % bis 43 % bei *G. gigantea* und *G. elephantopus* in Innen- und Außenhaltung stets über den durchschnittlichen Mengenangaben für Obst, was positiv zu werten ist. Bei 2 Haltungen von *G. elephantopus* stellt Obst jedoch den Hauptanteil des Futters dar und entspricht somit nicht den vom Freiland abgeleiteten ernährungsphysiologischen Grundanforderungen. Insgesamt ist eine Verringerung der Obstmenge anzustreben. Einzelne Halter, die nur Heu, Laub, Gras und Luzerne sowie Gemüse in sehr geringem Anteil füttern, kommen den natürlichen Bedingungen am nächsten.

Eine Auswirkung rohfaserarmer Fütterung, die durch Obstfütterung noch verstärkt wird, ist die Erweichung des Kotes bis hin zu Diarrhoe. In der Befragung geben für *G. gigantea* 27 % und für *G. elephantopus* 19 % der Halter die Kotkonsistenz als dünnflüssig bzw. zeitweise dünnflüssig an. Gleichzeitig wird das Symptom Diarrhoe innerhalb der Erkrankungen des Verdauungstraktes und auch innerhalb aller

angegebenen Erkrankungen am häufigsten genannt. Obwohl auch Diarrhoen anderer Genese, wie z. B. infektiöse oder parasitäre, auftreten, sollte in diesen Haltungen zunächst eine Überprüfung und ggf. Erhöhung des Rohfaseranteils in der Futtermischung erfolgen.

Die Zufütterung tierischen Proteins an herbivore Schildkröten ist umstritten. Die für beide Arten beobachtete Aufnahme tierischer Futterbestandteile durch wildlebende Riesenschildkröten (HENDRICKSON 1965, GRUBB 1971, THORNTON 1971, MERTON et al. 1976) muss unter dem Aspekt betrachtet werden, dass die wildwachsenden Futterpflanzen jahreszeitlich variierend einen unterschiedlichen Protein- und Energiegehalt aufweisen. Somit stellen Insekten oder Aas eine gelegentliche Ergänzung des temporär kargen Futterangebots dar. Aus dem natürlichen Lebensraum wurde für beide Arten nie von pyramidalen Carapaxverformungen der Jungtiere oder adulter Individuen berichtet. Auch bei den in vegetationsreichen Gegenden lebenden kuppelförmigen Unterarten von *G. elephantopus* oder den auf der vegetationsreichen Insel Curieuse nachgezüchteten *G. gigantea* traten keine derartigen Wachstumsstörungen auf.

In der Literatur sind bei Jung- und Alttierfütterung gegensätzliche Angaben in Bezug auf die Zufütterung tierischen Proteins zu finden, die von völligem Verzicht bis zu regelmäßiger Fütterung dieser Komponente variieren. Einerseits wird von guten Erfahrungen mit raschen Zunahmeraten und guter Jungtierentwicklung bei proteinreicher Ernährung berichtet (BACON 1980, NOEGEL u. MOSS 1989). Demgegenüber stehen Berichte von Wachstumsstörungen bei Jungtieren mit Rachitis oder Osteodystrophia fibrosa, pyramidalen Carapaxverformungen und sogar Todesfällen, die auf protein- und energiereiche Fütterung bei gleichzeitigem Mangel an Sonnenlicht zurückgeführt werden (STEARNS 1988, CASARES et al. 1995, HAUSER et al. 1997, CHIDA 1998).

Die Befragung ergab, dass von 29 % (*G. g.*) bzw. 33 % (*G. e.*) der Halter Futtermittel mit tierischem Eiweiß gefüttert werden. Interessanterweise zählen auch insgesamt 4 der 11 Züchter beider Arten dazu. Die gegensätzlichen Haltungs- und Aufzuchterfahrungen aus der Literatur sowie positive Erfahrungen der befragten Züchter erschweren eine Bewertung an dieser Stelle. Die regelmäßige Fütterung von tierischem Eiweiß stellt sicher keine freilandähnliche Ernährung dar, hat aber offensichtlich auch nicht zwingend negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit.

5.4.2 Futtermenge

Zu den im natürlichen Lebensraum aufgenommenen Futtermengen existieren für *G. gigantea* Untersuchungen, die von einer Trockenmasseaufnahme von 3 – 3,5 g/kg Körpergewicht (HAMILTON u. COE 1982) bzw. von einer Tagesfuttermenge von 110 g Trockenmasse in der Trockenzeit bzw. 380 g Trockenmasse in der Regenzeit bei einem durchschnittlichen Körpergewicht adulter Tiere von 20 – 30 kg berichten (COE et al. 1979). Für frei lebende *G. elephantopus* sind Futtermengenangaben bisher nicht bekannt.

In der Auswertung der Fragebögen wurde die Tagesfuttermenge pro adultem Tier rechnerisch ermittelt. Sie weist eine große Varianz mit $< 0,25$ kg bis 5 - 7 kg pro adultem Tier pro Tag für die Innenhaltung bzw. $< 0,25$ kg bis 5 - 13 kg pro adultem Tier pro Tag für die Außenhaltung auf. Diese Streubreite ist offenbar darauf zurückzuführen, dass die benötigte Futtermenge von den Haltern extrem unterschiedlich eingeschätzt wird. Bei der Bewertung dieser Angaben muss die unterschiedliche Größe der Tiere¹⁸, eine eventuelle zusätzliche ad libitum Fütterung von Heu, die nicht angegeben wurde, sowie die Verfügbarkeit von Gras im Außengehege berücksichtigt werden. Von vielen Haltern wird angemerkt, dass die ad libitum Aufnahme von Gras während der Außenhaltung eine bedeutende Rolle spielt. 90,5 % (G. g.) bzw. 80,8 % (G. e.) der Haltungen haben Grasboden in der Außenanlage. Zudem handelt es sich bei den Angaben nicht um tatsächlich aufgenommene, sondern um potentiell aufnehmbare Futtermengen, da die angebotene, aber nicht die aufgenommene Futtermenge von den Haltern protokolliert wird. Kommentaren zu Folge blieben z. T. Futterreste übrig. Eine objektive Bewertung der Futtermenge ist somit aus mehreren Gründen nicht möglich, da bisher keine wissenschaftlich fundierten Empfehlungen dazu vorliegen und zudem die Futtermenge gemeinsam mit der Rationsgestaltung betrachtet werden muss. Die zur Verfügung gestellte Futtermenge scheint jedoch teilweise außerordentlich hoch zu liegen.

5.4.3 Fütterung und Aktivität

Auch mit Hilfe der Fütterung stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die Aktivität der Schildkröten zu beeinflussen. Durch abwechslungsreiche Vegetation im Außengehege, zeitweilig restriktive Fütterungsperioden, Futterverteilung im Gehege und Variabilität in der Auswahl der Futtermittel kann das Interesse der Tiere geweckt werden. Sie verbringen, wie im Freiland, mehr Zeit mit der täglichen Futtersuche durch Grasing und Browsing (TUCHAK u. ELLIS 1979, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, GRAY 1994, CASARES et al. 1995).

In der Befragung geben 50 – 100 % der Halter, welche derartige Maßnahmen durchführen, an, dass die Aktivität der Tiere erhöht wurde. Diese Bewertung gibt zwar nur den subjektiven Eindruck der Halter wieder, ist jedoch ein deutlicher Hinweis auf die Zweckmäßigkeit dieser Maßnahmen. Im Sinne einer restriktiven Fütterung, Aktivitätsanregung und Futtersuche durch die Tiere kann auch die Einlegung von Karenztagen positiv bewertet werden.

Von den Haltern und Züchtern beider Arten wird die aktivitäts- bzw. fortpflanzungsförderliche Auswirkung einer restriktiven Fütterung mehrheitlich als wichtig bis sehr wichtig bewertet. In der statistischen Berechnung für den Faktor Aktivitätsanregung sind neben der Simulation von Regenzeit und Trockenzeit in der Hauptsache die oben genannten Methoden in Zusammenhang mit variabler Fütterung gemeint. Der statistisch ermittelte Zusammenhang zwischen Haltungen mit Aktivitätsanregung und Eiablagen bei *G. elephantopus* ($p = 0,07$; $n = 13$) lässt zwei Interpretationen zu. Einerseits kann die Durchführung der Aktivitätsanregung ein

¹⁸ durchschnittliches Körpergewicht in menschlicher Obhut 60-130 kg, also das 3-5fache der Untersuchung von HAMILTON u. COE (1982) im Freiland

Beleg für ein haltungsoptimierendes Management bei bereits züchtenden Haltern sein, die kontinuierliche Zuchterfolge anstreben. Andererseits kann die Aktivitätsanregung einen positiven Einfluss auf die Fortpflanzungsaktivität der Tiere und schließlich auch auf Eiablagen gehabt haben. Bemerkenswert in diesem Punkt ist die Tatsache, dass alle 5 Züchter die Durchführung aktivitätsanregender Maßnahmen angeben. Das Fehlen eines derartigen statistischen Zusammenhanges bei *G. gigantea* ist durch insgesamt seltener durchgeführte Aktivitätsanregungen begründbar.

5.5 Fortpflanzung

In der Vergangenheit wurden teilweise lange Reproduktionszyklen für Riesenschildkröten als natürlich angenommen, z. B. für *G. elephantopus* von SHAW (1967). Bei langer Lebensdauer, geringer Todesrate, Fehlen von Predatoren, Futterkompetition mit Haustieren und daraus resultierender Futterknappheit wurde eine geringe Reproduktionsrate als biologischer Regulationsmechanismus vermutet. Auch in der Befragung geben einzelne Halter an, dass aufgrund der langen Lebensdauer die Fortpflanzung möglicherweise nur in größeren Zeitabständen stattfinden muss. Entgegen dieser Annahme sind jedoch für beide Arten jährliche Nachzuchterfolge aus dem Freiland sowie aus Haltungen in menschlicher Obhut bekannt.

Saisonalität der Fortpflanzung

In ihrer natürlichen Umwelt zeichnen sich *G. gigantea* und *G. elephantopus* durch saisonale Fortpflanzungszyklen mit spezifischer Paarungszeit aus (HENDRICKSON 1966, HONEGGER 1966).

Demgegenüber wird aus den meisten Haltungen in menschlicher Obhut von ganzjährigen Paarungen berichtet (SHAW 1964, THROP 1971, BACON 1980, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998).

Die Befragung ergab, dass in der Mehrzahl der Haltungen eine Saisonalität der Paarungsaktivität vorliegt. Von ganzjähriger Paarungsaktivität berichten immerhin 40 % (*G. g.*) bzw. 23 % (*G. e.*) der Halter. Einzelne Halter geben an, dass keine Paarungsversuche stattfinden.

Geschlechtertrennung

In der natürlichen Umwelt beider Arten bedingt die geschlechtsspezifische Migration eine temporäre Geschlechtertrennung und es besteht ein höherer Anteil weiblicher Tiere in den Populationen (HONEGGER 1964, SNOW 1964, SWINGLAND u. LESSELS 1979, NOEGEL u. MOSS 1989 [s. Kap. 5.2]).

Für die Haltung in menschlicher Obhut werden in der Literatur mehrfach die positiven Auswirkungen der temporären Geschlechtertrennung auf die Paarungsaktivität und auf die Kooperativität der Weibchen beschrieben (THROP 1976, COLLINS 1984, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994). Bei kontinuierlich gemeinsamer Haltung beider Geschlechter kann die Paarungsaktivität abnehmen oder auch eine permanente Paarungsaktivität auftreten, in deren Folge sich die übermäßig bedrängten Weibchen ausschließlich unkooperativ

verhalten (NOEGEL 1967, THROP 1969, 1971, TUCHAK u. ELLIS 1979, COLLINS 1984).

Die Befragung ergab, dass bei *G. elephantopus* mit 83 % dieses Management sehr verbreitet ist. Bei *G. gigantea* wird die Geschlechtertrennung dagegen nur in 18,7 % der Haltungen durchgeführt. Dieser Unterschied spiegelt sich entsprechend im Meinungsbild der Halter wieder, indem bei *G. elephantopus* alle, bei *G. gigantea* nur die Hälfte der Halter und Züchter der Geschlechtertrennung Bedeutung für die Fortpflanzung beimessen. Nach Durchführung der Geschlechtertrennung beobachteten 57 % (*G. g.*) bzw. 89 % (*G. e.*) einen positiven Effekt auf das Paarungsverhalten. Die Paarungsaktivität der Männchen stieg an, und Weibchen verhielten sich in Einzelfällen kooperativ. In der statistischen Auswertung wurde bei Einbeziehung beider Arten ein signifikanter Zusammenhang für Geschlechtertrennung und Eiablagen ermittelt. Bei einzelner Betrachtung der beiden Arten zeigt sich für *G. elephantopus* kein Zusammenhang, für *G. gigantea* besteht eine statistische Auffälligkeit. Dieser Unterschied ist auf die unterschiedlich große Stichprobe (*G. g.*: 52, *G. e.*: 11) zurückzuführen. Das heißt, in der kleinen Anzahl Haltungen von *G. elephantopus* gibt es keinen statistisch auffälligen Anteil der Haltungen mit Geschlechtertrennung und Eiablagen. Bei *G. gigantea* und der Summe beider Halter ist jedoch bei Durchführung der Geschlechtertrennung der Anteil der Haltungen mit Eiablagen auffällig bzw. signifikant größer ($p = 0,09$; $n = 52$ bzw. $p = 0,015$; $n = 63$). Die Kausalität des Zusammenhanges geht aus dieser Berechnung zwar nicht hervor. Es muss jedoch aufgrund vielfacher Angaben anderer Untersucher (s. o.) der positive Einfluss der Geschlechtertrennung auf die Eiablagen vermutet werden. Zusammenfassend kann deshalb zur temporären Geschlechtertrennung als Unterstützung der Fortpflanzungsaktivität geraten werden.

Saisonalität und Fertilität bei Weibchen

Bei Freilanduntersuchungen an *G. gigantea* wurden ein saisonales Follikelwachstum und saisonale Follikelatresien während und nach der Wachstumsphase der Follikel beobachtet. Atresien standen im Zusammenhang mit mangelndem Futterangebot (SWINGLAND u. COE 1978). Für *G. elephantopus* liegen keine Untersuchungen aus dem Freiland vor.

Bei in menschlicher Obhut oder semikaptiv gehaltenen Weibchen von *G. elephantopus* wurden in zwei Untersuchungen ganzjähriges (ROSTAL et al. 1998, SCHRAMM et al. 1999b), in einer Untersuchung saisonales Follikelwachstum (CASARES 1995) festgestellt. Ovulationen konnten jeweils nachgewiesen werden. Untersuchungen von *G. gigantea* (CASARES et al. 1995), einschließlich der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studien, fanden bei allen untersuchten Weibchen ganzjährig wachsende und atretische Follikel. Ovulationen konnten nicht nachgewiesen werden. Das von der Biologie im Freiland abweichende ganzjährige Follikelwachstum ist dabei aufgrund der Parallelität der an *G. elephantopus* mit Eiablagen erhobenen Befunde unabhängig von Ovulationsstörungen anzusehen.

Von den befragten Haltern geben bei *G. gigantea* nur wenige (17 %), bei *G. elephantopus* die Hälfte (46 %) mehrfache Eiablagen an. Nimmt man eine hohe Sensibilität der Ovulation für suboptimale Umweltbedingungen als gegeben (KUCHLING u. BRADSHAW 1993), so liegt das Ausbleiben von Ovulationen in ungünstigen Haltungsbedingungen unbekannter Genese begründet. Anhand der

Befragung konnte jedoch für keinen der untersuchten Haltungsfaktoren (Dauer der Außenhaltung, Raumtemperatur, Monate mit UV-Bestrahlung, Flächenangebot je adultem Tier) ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen optimalen Bedingungen und Eiablagen ermittelt werden. Es gab im Gegenteil sogar Zuchterfolge in nicht optimal bewerteten Haltungen.

Bei *G. elephantopus* folgten auf Stress durch regelmäßige Manipulationen keine negativen Auswirkungen auf Hormonzyklen oder Eiablagen (SCHRAMM et al. 1999a, pers. Mitt. in FB). Für Weibchen von *G. gigantea* existieren keine Untersuchungen zu den Auswirkungen von Stress auf die Fortpflanzung. NOEGEL (pers. Mitt. 2000) beobachtete jedoch bei ihnen eine höhere Nervosität als bei Weibchen von *G. elephantopus*. Bei Stress durch menschliche Aktivität stagnierten die Eiablagen bei *G. gigantea* häufig. Für *G. gigantea* müssen somit höhere Ansprüche an die Haltung vermutet werden.

Saisonalität und Fertilität bei Männchen

Aus dem Freiland liegen für *G. gigantea* Untersuchungen zur Saisonalität des Hodenwachstums in Verbindung mit der Spermatogenese vor (SWINGLAND u. COE 1978). Für *G. elephantopus* existieren keine derartigen Untersuchungen. Eine Beurteilung von Sperma frei lebender Individuen wurde für beide Arten nicht durchgeführt.

Bei in menschlicher Obhut und semikaptiv gehaltenen *G. elephantopus* mit Paarungssaisonalität wurde ein Anstieg des Testosteronspiegels im Blut vor der Paarungszeit festgestellt. Dieser wird in Zusammenhang mit der Spermatogeneseaktivität gesehen (ROSTAL et al. 1998, SCHRAMM et al. 1999a). Für *G. elephantopus* und *G. gigantea* mit ganzjähriger Paarungszeit wurde ebenfalls eine saisonal hohe Testosteronaktivität durch Hormonuntersuchungen im Kot ermittelt (CASARES 1995). Die ganzjährige Paarungsaktivität ist demnach nicht ursächlich in Zusammenhang mit quantitativ wechselnden Testosteronkonzentrationen zu sehen.

Verschiedene Spermauntersuchungen ergaben für beide Arten einen hohen Gehalt aktiver, physiologisch geformter Spermien (BACON 1980, SVEVA 1993 n. publ., CASARES 1995, GÖRITZ u. HILDEBRAND pers. Mitt. 2001). Im Kloakensekret von *G. gigantea* wurden jedoch nach Paarungsversuchen von CASARES et al. (1995) sowie in eigenen Untersuchungen nur wenige abgestorbene Spermien gefunden, die z. T. morphologische Abweichungen aufwiesen. Um eine saisonal verminderte Spermaqualität auszuschließen, sollten Spermauntersuchungen in Zukunft in zeitlichem Zusammenhang zur vermuteten Spermatogenesezeit, z. B. bei hohen Testosteronwerten oder hoher Paarungsaktivität, durchgeführt werden. Da in Kloakensekret gegenüber anderen Untersuchungsmethoden keine oder nur wenige Spermien gefunden wurden, ist die Entwicklung einer praktikablen Gewinnungsmethode für Schildkrötensperma nötig, bevor Aussagen über Spermaqualität und Fertilität der Männchen möglich werden.

CASARES et al. (1995) vermuten als Ursache mangelnder Spermaqualität und ausbleibender Zuchterfolge bei *G. gigantea* zu niedrige Haltungstemperaturen < 30 °C. Minimale Lufttemperaturen auf Mauritius (Z) von 15 – 18 °C sowie Antworten der Befragung weisen jedoch auf eine gute Temperaturtoleranz züchtender *G. gigantea* hin.

So geben 4 Züchter mit über 2monatiger Innenhaltung durchschnittliche Raumtemperaturen_{Tag} von 20 °C, 23 °C, 25 °C bzw. 27,5 °C an. Trotz der Angabe von Temperaturspannen kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Temperaturen hier über längere Zeiträume an 30 °C heranreichen.

Entscheidend für einen Widerspruch zu CASARES' Aussage ist besonders die für die Körpertemperatur ausschlaggebende Bodentemperatur. Sie liegt bei zwei der oben genannten Züchter mit Minima von 15,5 °C und 18 °C bzw. durchschnittlich 24 °C ebenfalls in Bereichen überwiegend unter 30 °C (bei den anderen fehlen Angaben).

Zur Beurteilung der Zuchtfähigkeit ist neben der Spermaqualität auch die Unterscheidung von Paarungsversuch und Kopulation von Bedeutung. Da nur wenige Paarungsversuche zur Kopulation führen (THROP 1969, BACON 1980, BEHLER u. VALENZUELA 1983, COLLINS 1984, CASARES et al. 1995, CHIDA 1998, TERAHARA u. MORIYAMA 1998) und mehrfach nur ein Teil der gehaltenen Männchen kopulationsfähig ist (NOEGEL u. MOSS 1989, CHIDA 1998), sollten nicht kopulationsfähige Männchen durch sorgfältige Beobachtung identifiziert werden.

Denkbar ist auch eine Kopulationsunwilligkeit aufgrund unzureichender sexueller „Harmonie“ zwischen lebender Männchen und Weibchen. Außer vereinzelten Anmerkungen in Haltungsbeschreibungen (BACON 1980, CASARES et al. 1995) liegen jedoch weder Beobachtungen noch Untersuchungen zu individueller Partnerpräferenz vor. Um das artspezifisch ausgeprägte Sexualverhalten und die Kopulationsfähigkeit unter veränderten Partnerkonstellationen erneut überprüfen zu können, wäre ein Austausch entsprechender Tiere optimal.

Kooperative Weibchen

Kooperative, paarungswillige Weibchen wurden bei beiden Arten in ihrem natürlichen Lebensraum nicht beobachtet. In der Literatur wird häufig im Zusammenhang mit Geschlechtertrennung von paarungswilligen Weibchen berichtet (THROP 1969, BACON 1980, COLLINS 1984, WILLIAMS 1986, NOEGEL u. MOSS 1989, STARRETT 1992, COHEN 1994, CASARES et al. 1995). In der Befragung wird mit 25 % (*G. g.*) bzw. 58 % (*G. e.*) aller gemischtgeschlechtlichen Haltungen relativ häufig von kooperativen Weibchen berichtet. In Übereinstimmung mit den Angaben aus der Literatur ist der höhere Anteil kooperativer Weibchen bei *G. elephantopus* als mögliche Folge der bei dieser Art häufiger durchgeführten Geschlechtertrennung anzusehen. Dieser Zusammenhang ließ sich statistisch allerdings nicht belegen.

Auch an dieser Stelle muss die positive Auswirkung einer sexuellen Harmonie der Partner in Betracht gezogen werden. Bei paarungsunwilligen Weibchen besteht eventuell die Möglichkeit, durch Zusammenführen mit anderen Männchen eine positive, kooperative Verhaltensänderung zu bewirken (Tier-Transfers s. o.). Möglicherweise ist sogar ein Einfluss der Partnerkonstellation auf die Ovulation vorhanden. Die Schwierigkeit der Durchführung von Austausch-Transfers (s. S. 84) und die vermutete lange Adaptationszeit von Riesenschildkröten an eine neue Haltung erschweren jedoch die Überprüfung dieser Vermutungen.

Bodenbeschaffenheit

Für beide Arten existieren aus dem Freiland keine Angaben zu einer höheren Anzahl von Kopulationen auf bestimmtem Bodensubstrat. Aus einigen Haltungen in

menschlicher Obhut wird berichtet, dass weicher Boden das Unterschieben von Schwanz und Penis bei der Kopulation begünstigt (SHAW 1964, THROP 1976). Auch in der Befragung geben einzelne Halter an, dass weicher Boden, insbesondere bei paarungsunwilligen Weibchen, die Kopulation erleichtert. Ein Züchter befürwortet hingegen harten Boden, in den die Weibchen bei Paarungsversuchen nicht hineingedrückt werden. Bei Vergleich mit der Bodenbeschaffenheit und dem Oberflächenrelief im Freiland lässt sich für beide Arten ableiten, dass harter, ebenmäßiger Boden nicht der Natur entspricht und demzufolge abwechslungsreicher, mit variablem Relief gestalteter Boden mit Anteilen weichen Substrates geeignet ist. Von der Gesamtheit der Halter beider Arten wird die „besondere Beschaffenheit des Bodens für Kopulationen“ jedoch sehr unterschiedlich und oft als weniger wichtig sowie von allen Züchtern als unwichtig für Fortpflanzungserfolge bewertet.

Aktivität der Tiere

In der Literatur besteht die Meinung, dass die Aktivität der Männchen wichtig für Zuchterfolge ist, da nur aktive, ausdauernde Männchen zur Kopulation kommen (MAC FARLAND et al. 1974b, HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989). Das in den Fragebögen wiedergegebene Meinungsbild zu „Aktivität und Fitness der Männchen“ als fortpflanzungsfördernder Faktoren stimmt für beide Arten hiermit überein. In der Haltungspraxis hingegen werden die paarungsaktivsten Männchen nur selten als besonders aktiv beurteilt (G. g. zu 20 % bzw. G. e. zu 33 %).

Da auch für Weibchen ein positiver Effekt der Aktivität auf physiologische Vorgänge vermutet werden kann, wurden drei Haltungsbedingungen, die Aktivität und Kondition der Tiere positiv beeinflussen, statistisch auf einen Zusammenhang zum Vorkommen von Eiablagen geprüft, nämlich die Dauer der Außenhaltung, das Flächenangebot pro Tier und die Gehegestrukturierung. Ein Zusammenhang dieser Haltungsbedingungen mit Eiablagen konnte statistisch nicht nachgewiesen werden.

Insgesamt handelt es sich bei der Fortpflanzung um ein polyfaktoriell beeinflusstes Geschehen, für das kein Haltungsfaktor allein ausschlaggebend ist. Für Nachzuchterfolge ist das Zusammenspiel mehrerer fortpflanzungsbiologischer Bedingungen nötig: die Ovulation der Weibchen, die Kopulationsfähigkeit der Männchen und die Fertilität des Spermas. Diese sind wiederum einer Vielzahl von interagierenden Einflüssen unterworfen.

5.6 Ausblick

Aus den eigenen Untersuchungsergebnissen und dem bisherigen Kenntnisstand erwachsen eine Vielzahl weiterer Fragestellungen, die es künftig zu bearbeiten gilt. Diese werden, gegliedert in die Bereiche Haltung, Fütterung und Fortpflanzung, im Folgenden kurz dargestellt.

Im Bereich der Haltung von Riesenschildkröten wäre eine ethologische Untersuchung zur Effizienz der Aktivitätsanregung und Geschlechtertrennung angebracht, um die bisher vorliegenden subjektiven Erfahrungswerte durch empirische Erhebungen zu überprüfen. So könnten den Haltern wissenschaftlich erprobte Modifikationen des Haltungssystems zur Aktivitätsanregung bzw. Stressvermeidung bei Weibchen zur

Hand gegeben werden. Bezüglich der von den Schildkröten im Freiland aufgesuchten Temperaturbereiche, der Körperinnentemperatur und der Temperaturabhängigkeit physiologischer Abläufe wäre ebenfalls eine Studie wünschenswert, da im aktuellen Haltungsmanagement zwar meist eine dem Freiland entsprechende Temperatur angeboten wird, diese jedoch häufig nur einen kleinen oder keinen Gradienten aufweist.

Zur Optimierung der Fütterung in menschlicher Obhut gehaltener Riesenschildkröten sind weitere Untersuchungen der Nahrungszusammensetzung, der aufgenommenen Futtermengen, des Nährstoff- und Mineralstoffgehaltes sowie insbesondere des Ca:P-Verhältnisses der im Freiland aufgenommenen Nahrung notwendig. Durch Fütterungsversuche wäre zudem die Verdaulichkeit verschiedener Futtermittel bei Riesenschildkröten sowie ihr Grundumsatz und Erhaltungsbedarf (Nährstoff- und Mineralstoffbedarf) zu ermitteln. Anhand dieser Daten sollte eine artspezifische und bedarfsorientierte Rationszusammenstellung erfolgen. Eine Publikation mit Vergleichsdaten zu Fütterung und Wachstum von in menschlicher Obhut bzw. auf der CDRS aufgezogenen Jungtieren wird in Kürze als Zusammenarbeit der CDRS mit dem Zoo Zürich erscheinen (HATT pers. Mitt. 2001).

Auch im Bereich der Fortpflanzungsbiologie sind weitere Untersuchungen erforderlich. Für *G. gigantea* stehen zur Zeit Untersuchungen zu den Blutspiegeln der Sexualhormone aus, insbesondere, da die Messungen der Sexualhormone im Kot praktisch nicht aussagekräftig waren. Wünschenswert sind diesbezüglich Untersuchungen in menschlicher Obhut gehaltener Männchen und Weibchen (mit und ohne Eiablagen) sowie möglichst auch von Freiland- oder semikaptiven Tieren (Curieuse, Mauritius) als Vergleich. Da zu *G. elephantopus* diesbezüglich bereits Untersuchungen vorliegen, wäre auch ein Vergleich der Höhe der Hormonspiegel beider Arten möglich. Von zentralem Interesse ist die Ursache fehlender Eiablagen vieler Weibchen von *G. gigantea* und auch von *G. elephantopus* in menschlicher Obhut. Mit Hilfe ultrasonographischer Untersuchungen weiterer nicht züchtender adulter Weibchen könnte überprüft werden, ob auch bei diesen Tieren trotz ausbleibender Ovulation Follikelwachstum und -atresie stattfinden, wie bei den Weibchen von *G. gigantea* im Zoo Zürich und im Zoo Hannover, oder ob als Problem auch Inaktivität der Ovarien vorliegt. Der wichtigste und am schwierigsten zu überprüfende Punkt ist jedoch die Identifizierung der ovulationshemmenden Faktoren. Die geringe Anzahl in menschlicher Obhut erfolgter Eiablagen und die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen weisen eindeutig auf eine Störung des weiblichen Fortpflanzungsgeschehens hin. Wären dagegen mangelhaftes Spermium oder Kopulationsunfähigkeit ausschlaggebend, so würden unbefruchtete Eier gelegt. Trotzdem sollte natürlich auch eine weitere Überprüfung des männlichen Fortpflanzungsgeschehens angestrebt werden. Bevor jedoch fundiert die Fertilität der Männchen sowie die von CASARES (1995) vermutete negative Beeinflussung der Spermatogenese bei *G. gigantea* durch Umgebungstemperaturen unter 30 °C überprüft werden kann, ist die Etablierung einer zuverlässigen Spermagewinnungsmethode erforderlich. Anhand von Vergleichsuntersuchungen des Spermium wild lebender Männchen sollten physiologische Beurteilungsparameter erarbeitet werden, da alle bisherigen Angaben ausschließlich auf Spermabefunden in menschlicher Obhut gehaltener Männchen basieren. In Anlehnung an Ultraschalluntersuchungen der Hoden männlicher *G. gigantea* von GÖRITZ und

HILDEBRAND (pers. Mitt. 2001) ist unter Umständen sogar eine Zyklizität des Hodenwachstums im Jahresverlauf überprüfbar, die neben Hormonuntersuchungen ein weiteres Indiz für zyklisch ablaufende Spermatogenesevorgänge darstellt.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit fasst den aktuellen Kenntnisstand zu den Riesenschildkrötenarten *G. gigantea* und *G. elephantopus* unter besonderer Berücksichtigung der Fortpflanzungsbiologie zusammen. Dabei wird ein umfassender Überblick über die hierzu verfügbare Literatur gegeben. Im Rahmen einer zwischen Februar und August 2000 durchgeführten weltweiten Umfrage wurden darüber hinaus die aktuellen Haltungsbedingungen, die Fütterung, das Management sowie der Reproduktionsstatus in 67 Haltungen von *G. gigantea* und 26 Haltungen *G. elephantopus* erfasst. Dabei wurde der Aktivitätsbeeinflussung durch das Management besondere Bedeutung beigemessen, da ein Zusammenhang zur Fortpflanzungsaktivität vermutet wird und ein großer Unterschied zwischen der Aktivität der Tiere im natürlichen Lebensraum und in menschlicher Obhut besteht. Halter gemischtgeschlechtiger Gruppen und Züchter bewerteten außerdem die mögliche Relevanz fortpflanzungsbeeinflussender Faktoren.

Anhand der Befragung wurde neben der Ermittlung des Status Präsens auch die praktische Umsetzung der aus der Lebensweise der Tiere im Freiland abgeleiteten Grundsätze bzw. der in der Literatur vorgegebenen Haltungsempfehlungen überprüft. Zudem wurden potentielle fortpflanzungsspezifische Einflussfaktoren statistisch auf einen Zusammenhang zum Vorkommen von Eiablagen untersucht. Weiterhin wurden Ultraschall- und Spermienuntersuchungen der im Zoo Hannover gehaltenen *G. gigantea* durchgeführt.

Bei der existierenden Literatur zu Haltung, Fütterung und Fortpflanzung in menschlicher Obhut handelt es sich meist um Fallbeschreibungen und empirische Einschätzungen. Nur zu wenigen Teilaspekten liegen wissenschaftliche Untersuchungen vor. Kenntnisse der Umweltfaktoren, Ernährung und Lebensweise sowie der damit verknüpften physiologischen, ökologischen und sozialen Zusammenhänge bilden aber die Grundlage für eine artgerechte Haltung und für Zuchterfolge.

Die Gesamtheit der Haltungen weist aufgrund der weltweiten Verteilung der Zoos und Privathalter sowie der unterschiedlichen lokalen Voraussetzungen ein sehr breit gefächertes Spektrum von Haltungsbedingungen sowie Fütterung und Management auf. Innerhalb dieses Spektrums gelingen Zuchterfolge unter sehr variablen Bedingungen. Faktoren, die von vielen Haltern und Züchtern beider Arten als besonders wichtig angesehen werden, sind: klimatische Faktoren (Licht, allgemeine Wetterverhältnisse, Lufttemperatur), Gehegegröße und Komfort, Futterzusammensetzung, Gruppengröße, Geschlechtertrennung sowie Aktivität und Fitness der Männchen. Die Fortpflanzung von Riesenschildkröten stellt sich insgesamt als polyfaktoriell bestimmtes Geschehen dar. Statistisch belegt werden konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Durchführung einer temporären Geschlechtertrennung und dem Vorkommen von Eiablagen.

Die im Zoo Hannover durchgeführten praktischen Untersuchungen an *G. gigantea* belegen eine Ovulationshemmung bei allen gehaltenen Weibchen und bestätigen damit frühere Untersuchungen (Zürich 1995). Unter Einbeziehung des in der Befragung ermittelten weltweiten geringen Anteils von Weibchen mit Eiablagen

müssen als Hauptursache ausbleibender Zuchterfolge nachteilige Umwelteinflüsse auf die Ovulation angenommen werden.

Im Vergleich zwischen Freilandbedingungen und heutigem Handlungsstandart ergeben sich in verschiedenen Bereichen Verbesserungsvorschläge. Diese betreffen insbesondere einen physiologischen Temperaturgradienten im Innengehege, eine ausreichende UV-Versorgung während der Innenhaltung, eine Aktivitätsanregung der Tiere durch entsprechende Gehegegestaltung und einen variablen Fütterungsmodus, eine artspezifische Fütterung sowie ein an den durch Gruppengröße, Geschlechterverhältnis und Haltungsdichte entstehenden sozialen Interaktionen orientiertes Management. Unter dem Gesichtspunkt der Fortpflanzung sind Aktivitätsanregung, Fütterung und Management besonders zu beachten.

7 Summary

"Biology and keeping of the Aldabra giant tortoise (*Geochelone gigantea*) and the Galapagos giant tortoise (*Geochelone elephantopus*) in captivity with special reference to reproduction" (by Katja Ebersbach)

This study summarises the current knowledge concerning the two species of giant tortoises *G. gigantea* and *G. elephantopus* with special regard to reproductive biology. A comprehensive survey of the literature available is given. In addition, the current keeping conditions, feeding, management and reproductive status of 67 maintenance systems of *G. gigantea* and 26 maintenance systems of *G. elephantopus* were recorded during a worldwide inquiry that has been carried out between February and August 2000. For two main reasons the stimulation of activity by management was of special importance: First, a connection with reproductive activity can be assumed. Second, there exists a significant difference between the activity of giant tortoises living free and those kept in captivity. Furthermore, keepers of mixed sex groups and breeders evaluated the possible relevance of factors influencing reproduction. Using the inquiry, not only the present standard of maintenance was investigated, but also the practical realisation of principles derived from the animals natural habitat and from recommendations given in the literature. Additionally, correlations between factors potentially influencing reproduction and the occurrence of egg laying were tested, applying statistic methods. Furthermore, ultrasonography and examination of spermatozoa of *G. gigantea* kept at Hannover Zoo were carried out.

The majority of the surveyed literature on keeping, feeding and reproduction in captivity deals with case descriptions and empirical assessments. Scientific investigation has been done with regard to a few aspects only. However, knowledge concerning environmental factors, feeding, biology, and the physiological, ecological, and social context is the basis for a standart of maintenance appropriate to the species and for breeding success.

Due to worldwide distribution and different local conditions, the surveyed maintenance systems (zoos and private keepers) represent a very wide spectrum of keeping conditions, feeding and management. Within this spectrum breeding success is reached under variable conditions. Factors mentioned by many keepers and breeders of both species to be especially important are: Climatic factors (light, general weather conditions, air temperature), size of enclosure, comfort, food composition, size of group, separation of sexes, and the males' activity and fitness. Hence, the reproduction of giant tortoises is a process influenced by many factors. A significant connection between temporary separation of the sexes and the occurrence of egg laying has been demonstrated statistically.

The sonographic investigation of *G. gigantea* at Hannover Zoo proves the inhibition of ovulation concerning all females and, thus, corresponds with earlier research (Zürich 1995). Taking into account the small number of egg laying females worldwide, negative environmental influence on the ovulation must be regarded as the main cause of lacking breeding success.

Comparing natural conditions and recent standards of maintenance recommendations for improvement can be deduced. In particular, they concern a physiological temperature gradient within the inside enclosure, sufficient supply with UV-radiation during indoor housing, stimulation of activity through appropriate design of the enclosure and varied kinds of feeding, adequate food, and management considering the social interactions resulting from group size, sex ratio and keeping density. With regard to reproduction stimulation of activity, adequate food and management are of special importance.

8 Literaturverzeichnis

ANONYM (1961):

Tortoise growth.

ZOONOOZ 34 (1), 12

ANONYM (1977):

Census of rare animals in captivity.

Int. Zoo Yearb. 17, 336

AKINYEMI, J. O. (1978):

Intestinal obstruction and torsion in a giant Aldabra tortoise (*Testudo gigantea*).

East. Afr. Wildl. J. 16 (4), 273-276

ARNOLD, E. N. (1979):

Indian Ocean giant tortoises: their systematics and island adaptations.

Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 286, 127-145

AUFFENBERG, W. (1971):

A new fossil tortoise, with remarks on the origin of the South American testudinides.

Copeia 1971, 106-117

zit. nach R. W. MARLOW u. J. L. PATTON (1981)

AUFFENBERG, W. (1974):

Checklist of fossil land tortoises (Testudinidae).

Bull. Fla. State Mus. Biol. Sci. 18 (3), 121-251

zit. nach A. CACCONE, J. P. GIBBS, V. KETMAIER, E. SUATONI u. J. R. POWELL (1999)

BACON, J. P. (1978):

A tortoise goes home.

ZOONOOZ 51 (2), 5-7

BACON, J. P. (1980):

Some observations on the captive management of Galapagos tortoises.

in: J. B. MURPHY u. J. T. COLLINS (Hrsg.): Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles.

Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR), Contrib. Herpetol. No.1, 1981, Lawrence, Kansas, S. 97-113

BAUMGARTNER, R., C. WENKER, E. ISENBÜGEL u. B. KASER-HOTZ (1997):

Unerwarteter Ausgang einer Zöliotomie bei einer Aldabra-Riesenschildkröte (*Geochelone gigantea*) aus dem Zoologischen Garten Zürich.

Verh.ber. Erkr. Zootiere 38, 47-49

- BEAVER, C. (1991):
7: Land Vertebrates.
in: Ministry of Education, Republic of Seychelles (Hrsg.): A Focus on Aldabra.
S. 94-105
- BECK, - (1902):
In the home of the giant tortoise.
Annu. Rep. New York Zool. Soc. 7, 160-174
- BEEBE, W. (1924):
Giant tortoises.
in: W. BEEBE (Hrsg.): Galapagos: Worlds End.
1. Aufl., Verlag PUTNAM'S SONS (Knickerbocker Press), New York, London,
S. 204-229
- BEHLER, J., u. A. VALENZUELA (1983):
Tortoise propagation at the St. Catherines Wildlife Survival Center.
in: AAZPA Annu. Proc., Vancouver 1983, S. 87-94
- BLAHAK, S., H. BRÜCHER, W.-E. ENGELMANN, P.-H. GRÜN WALDT, I. PAULER,
W. RADES, M. RIEBE, R. WICKER, B. HEINZE u. H. MARTENS (1998):
Gutachten über die Mindestanforderungen an die Haltung von Reptilien. (10.1.1997)
Sachverständigengruppe Gutachten über die tierschutzgerechte Haltung von
Terrarientieren.
BMELF, Bonn
- BOUR, R. (1984):
17: Taxonomy, history and geography of Seychelles land tortoises and fresh-water
turtles.
in: D. R. STODDART (Hrsg.): Biogeography and Ecology of the Seychelles Islands.
JUNK Publishers, The Hague, Boston, S. 281-306
- BOUR, R. (1994):
Recherches sur des animaux doublement disparus: les tortues geantes subfossiles de
Madagascar.
Mem. Trav. Inst. Montpellier 19, 1-253
zit. nach J. GERLACH (1998)
- BOURN, D. M. (1976):
The giant tortoise population of Aldabra (Cryptodira: Testudinidae). Part 1: Preliminary
results.
Zool. Afr. 11 (2), 275-284
- BOURN, D. M. (1977):
Reproductive study of giant tortoises on Aldabra.
J. Zool. (Lond.) 182, 27-38

BOURN, D. M., u. M. COE (1978):

The size structure and distribution of the giant tortoise population on Aldabra.
Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 282, 139-175

BOURN, D. M., C. GIBSON, D. AUGERI, C. J. WILSON, J. CHURCH u.
S. I. HAY (1999):

The rise and fall of the Aldabran giant tortoise population.
Proc. R. Soc. Lond. Ser. B 266, 1091-1100

BOWLER, J. K. (1975):

Galapagos tortoise hatches at Philadelphia Zoo.
Herpetol. Rev. 6 (4), 114

BOYER, T. H., u. T. M. BOYER (1996):

Turtles, tortoises and terrapins.
In: MADER, D. R. (Hrsg.): Reptile medicine and surgery.
Saunders, Philadelphia, London, S. 61-77

BROCK, R., u. F. MARTIN (1995):

Observations from the Galapagos wall.
ZOOOOZ 68 (3), 9-14

CACCONI, A., J. P. GIBBS, V. KETMAIER, E. SUATONI u. J. R. POWELL (1999):

Origin and evolutionary relationships of giant Galapagos tortoises.
Proc. Natl. Acad. Sci. U S A, Vol. 96, No. 23, 13223-13228

CALLARD, I. P., V. LANCE, A. R. SALHANICK u. D. BARAD (1978):

The annual ovarian cycle of *Chrysemys picta*: correlated changes in plasma steroids and parameters of vitellogenesis.
Gen. Comp. Endocrinol. 35, 245-257

CAPORASO, F. (1990):

The Galapagos tortoise conservation program: the plight and future for the Pinzon Island tortoise.

in: K. R. BEAMAN, F. CAPORASO, S. MC KEOWN u. M. D. GRAFF (Hrsg.):

Proc. 1st Int. Symp. Turt. Tort.: Conservation and captive husbandry.
Orange, California 1990, S. 113-126

CASARES, M. (1995):

Untersuchungen zum Fortpflanzungsgeschehen bei Riesenschildkröten (*Geochelone elephantopus* und *Geochelone gigantea*) und Landschildkröten (*Testudo graeca* und *Testudo hermanni*) anhand von Ultraschalldiagnostik und Steroidanalysen im Kot.
Zool. Gart. 65, 50-76

CASARES, M., R. E. HONEGGER u. A. RÜBEL (1995):

Management of giant tortoises *Geochelone elephantopus* and *Geochelone gigantea* at Zurich Zoological Gardens.
Int. Zoo Yearb. 34, 135-143

CASARES, M., A. RÜBEL u. R. E. HONEGGER (1997):
Observations on the female reproductive cycle of captive giant tortoises (*Geochelone* ssp.) using ultrasound scanning.
J. Zoo Wildl. Med. 28 (3), 267-273

CAYOT, L. J. (1981):
Tortoise-plant interactions on Santa Cruz.
Informe A. Estac. Cient. Charles Darwin 1981, 1982, 93-95
zit. nach NOEGEL, R. P., u. G. A. MOSS (1989)

CHIDA, E. (1998):
Breeding of the Aldabra tortoise, *Geochelone gigantea*.
Proc. WZO Tech./Sci. Sess. 53rd Annu. Conf. Nagoya, Japan, 100-106

COE, M. J. (1995):
5: Kingdom of the giant tortoise.
in: Seychelles Islands Foundation (Hrsg.): Aldabra- World Heritage Site.
Camerapix Publishers International, Kenia, S. 113-128

COE, M. J., D. BOURN u. I. R. SWINGLAND (1979):
The biomass, production and carrying capacity of giant tortoises on Aldabra.
Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 286, 163-176

COE, M. J., u. I. R. SWINGLAND (1984):
Giant tortoises of the Seychelles.
in: D. R. STODDART (Hrsg.): Biogeography and Ecology of the Seychelles Islands.
JUNK Publishers, The Hague, Boston, S. 309-330

COHEN, M. (1994):
Husbandry of the giants: Mary Cohen interviews Jeff Gee, of Captive Bred Wildlife Foundation.
Tortuga Gazette 30 (10), 1-4

COLLINS, D. E. (1984):
Captive breeding and management of the Aldabra tortoise, *Geochelone gigantea*.
in: Proc. 8th Annu. Reptile Symp. on Captive Propagation and Husbandry., Columbus (USA), 1984, S.36-45

COUCH, L., P. A. STONE, D. W. DUSZYNSKI, H. L. SNELL u. H. M. SNELL (1996):
A survey of the coccidian parasites of reptiles from islands of the Galapagos Archipelago: 1990-1994.
J. Parasitol. 82 (3), 432-437

DE NARDO, D. (1996):
Reproductive Biology.
In: MADER, D. R. (Hrsg.): Reptile medicine and surgery.
Saunders, Philadelphia, London, S. 212-223

DE VRIES, T. (1984):

The giant tortoise: natural history disturbed by man.
in: R. PERRY (Hrsg.): Key Environments: Galapagos.
Pergamon Press, Oxford, S.145-156
zit. nach R. E. HONEGGER (1999)

DEEMING, D. C., u. M. W. J. FERGUSON (1988):

Environmental regulation of sex determination in reptiles.
Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 322, 19-39

DIVERS, S. J., u. J. E. COOPER (2000):

Reptile hepatic lipidosis.
Semin. Avian Exotic Pet Med., Vol. 9, No. 3, 153-164

DOLLINGER, P., O. PAGAN, T. JERMANN, R. BAUMGARTNER u.
R. E. HONEGGER (1997):

Husbandry and pathology of land tortoises (Testudinidae) in Swiss zoos.
Verh.ber. Erkr. Zootiere 38, 7-16

DONOGHUE, S., u. J. LANGENBERG (1994):

Clinical nutrition of exotic pets.
Austr. Vet. J. 71, 337-341

DUPONT, P. R. (1929)

Visit to the outlying islands by the Gouvernor accompanied by the Director of
Agriculture.
Government Printing Office, Mahe
zit. nach D. BOURN (1999)

EDWARDS, M. S. (1991):

Dietary husbandry of large herbivorous reptiles: the giant tortoises of Aldabra Atoll
(*Geochelone gigantea*) and Galapagos Island (*Geochelone elephantopus*).
in: Proc. of AAZV, Philadelphia, 1991, S. 139-143

EIBL- EIBESFELD, I. (1960):

Ins Reich der Elefanten- Schildkröten.
in: I. EIBL- EIBESFELD: Galapagos. Arche Noah im Pazifik.
R. Piper & Co Verlag, München, S. 40-56

ENSLEY, P. K., u. D. P. LAUNER (1981):

Electrosurgical excision of a mass in the cloacal region of a male Galapagos tortoise.
J. Am. Vet. Med. Assoc. 179 (11), 1289-1291

ERNST, C. H., u. R. W. BARBOUR (1989):

Turtles of the World.
Smithsonian Institution Press, Washington, London

- FATZER, R., R. MÜLLER u. R. FRANKHAUSEN (1974):
Hyperplasie der epithalamischen Formation bei einer Seychellen-Riesenschildkröte.
Schweiz. Arch. Tierheilkd. 116, 225-229
- FEDER, H. H. (1981):
Essentials of steroid structure, nomenclature, reactions, biosynthesis and measurements.
In: N. T. ADLER (Hrsg.): Neuroendocrinology of Reproduction. Physiology and Behavior.
Plenum Press, New York, London, S. 19-63
- FRAZIER, J. (1971):
Behavioural and ecological observations on Giant tortoises on Aldabra atoll.
Unpubl. D. Phil. Thesis, Oxford University
zit. nach K. BEAVER (1991)
- FRAZIER, J., u. G. PETERS (1981):
The call of the Aldabra tortoise (*Geochelone gigantea*) (Reptilia, Testudinidae)
Amphib.- Reptilia 2 (2), 165-179
- FRITTS, T. H. (1983):
Morphometrics of Galapagos tortoises: evolutionary implications.
in: R. I. BOWMAN (Hrsg.): Patterns of Evolution in Galapagos organisms.
Univ. California Press, Berkeley, S. 107-122
- FRITTS, T. H. (1984):
Evolutionary divergence of giant tortoises in Galapagos.
Biol. J. Linn. Soc. 21 (1-2), 165-176
- FRYER, J. C. F. (1910):
The structure and formation of the Aldabra and neighbouring islands with notes on their fauna.
Trans. Linn. Soc. Lond. 2 (14), 397-542
zit. nach R. E. HONEGGER (1967)
- GARMAN, S. (1917):
The Galapagos Tortoises.
Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Vol. 30, No. 4, Cambridge, USA,
S. 261-296
- GAYMER, R. (1967):
Aldabra's giant tortoises.
Animals (Lond.) 1967, 8, 192-193
- GAYMER, R. (1968):
The Indian Ocean giant tortoise *Testudo gigantea* on Aldabra.
J. Zool. (Lond.) 154, 341-401

GEHRMANN, W. H. (1999):

Reptile Lighting: A current perspective.
The Vivarium 8, 44-45, 62

GERLACH, J. (1996):

Evolution and history of the giant tortoises of the Aldabra Island group.
Testudo (BCG), Vol. 4, No. 3, 33-40

GERLACH, J. (1998):

The rediscovery and conservation of Seychelles giant tortoises.
Int. Zoo News 45, 4-10

GERLACH, J. (1999):

Feeding behavior and the saddleback shell of *Dipsochelys arnoldi*.
Chelonian Conserv. Biol. Vol. 3 (3), 496-500

GERLACH, J., u. L. CANNING (1995):

The Seychelles giant tortoise, its rediscovery and prospects for conservation.
in: I. Int. Congr. Chelonian Conserv.
Gonfaron, 1995, S. 133-135

GERLACH, J., u. L. CANNING (1998):

Taxonomy of Indian Ocean giant tortoises (*Dipsochelys*).
Chelonian Conserv. Biol. Vol. 3 (1), 3-19

GEIGY, J. R. (1968):

Wissenschaftliche Tabellen.
Geigy Eigenverlag, Basel

GIBSON, C. W. D., u. J. HAMILTON (1983):

Feeding ecology and seasonal movements of giant tortoises on Aldabra Atoll.
Oecologica (Berl.) 56, 84-92

GIBSON, C. W. D., u. J. HAMILTON (1984):

Population progresses in a large herbivorous reptile: the giant tortoise of Aldabra Atoll.
Oecologica (Berl.) 61, 230-240

GRAY, R. L. (1994):

Sky Island Galapagos tortoises, a visit with Jeff and Kim Gee.
The Vivarium 6 (3), 18-23

GREGORY, L. F., T. S. GROSS, A. B. BOLTEN, K. A. BJORNDAL u.

L. J. GUILLETTE (1996):

Plasma corticosterone concentrations associated with acute captivity stress in wild loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*).
Gen. Comp. Endocrin. 104, 312-320

GRUBB, P. (1971):

The growth, ecology and population structure of giant tortoises on Aldabra.
Trans. R. Soc. Lond. Ser. B. 260, 327-372

GURAYA, S. S. (1989):

Ovarian follicles in reptiles and birds.
in: D. S. FARMER (Coord. Ed.): Zoophysiology Vol. 24,
Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 201-235

GÜNTHER, A. C. L. G. (1877):

The gigantic land tortoises (living and extinct) in the collection of the British Museum.
TAYLOR u. FRANCIS, London

HAIRSTON, C., u. P. M. BURCHFIELD (1989):

Management and reproduction of the Galapagos tortoise *Geochelone elephantopus* at the Gladys Porter Zoo.
Int. Zoo Yearb. 28, 70-77

HAMBLER, C. (1994):

Giant tortoise *Geochelone gigantea* translocation to Curieuse Island (Seychelles):
Success or failure?
Biol. Conserv. 69 (3), 293-299

HAMILTON, J., u. M. COE (1982):

Feeding, digestion and assimilation of a population of giant tortoises (*Geochelone gigantea* (Schweigger)) on Aldabra atoll.
J. Arid Environ. 5, 127-144

HART, M. G., H. J. SAMOUR, D. M. J. SPRATT, B. SAVAGE u.

C. M. HAWKEY (1991):

An analysis of haematological findings on a feral population of Aldabra giant tortoises (*Geochelone gigantea*).
Comp. Haem. Int. 1, 145-149

HATT, J. M., u. R. E. HONEGGER (1997):

Erfahrungen und Beobachtungen bei der Aufzucht von Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone [elephantopus] nigra*) im Zoo Zürich.
Verh.ber. Erkr. Zootiere 38, 131-145

HATT, J. M., M. CASARES, S. FURRER, G. VISSER u. E. ISENBÜGEL (1999):

Entwicklung von verwandten, juvenilen Galapagos-Riesenschildkröten (*Geochelone (elephantopus) nigra*) in drei verschiedenen Haltungen.
in: 19. Arbeitstagung d. Zootierärzte im deutschspr. Raum, Nürnberg 1999, Tag.ber.,
S. 66-74

HAUSER, B., F. METTLER u. R. E. HONEGGER (1977):
Knochenstoffwechselstörungen bei Seychellen-Riesenschildkröten (*Testudo*
(Geochelone) gigantea).
Verh.ber. Erkr. Zootiere 19, 121-125

HENDRICKSON, J. D. (1965):
Reptiles of the Galapagos.
Pac. Discov. 18 (5), 28-36
zit. nach J. L. C. THROP (1969)

HENDRICKSON, J. D. (1966):
The Galapagos tortoises, *Geochelone* Fitzinger 1835 (*Testudo* Linnaeus 1758 in
part).
in: R. I. BOWMAN (Hrsg.): Proc. of the Symp. on Galapagos International Scientific
Project.
Univ. California Press, Berkeley, Los Angeles, S. 252-257
zit. nach R. W. MARLOW u. J. L. PATTON (1981)

HIGHFIELD, A. C. (1990):
Keeping and breeding tortoises in captivity.
Longdunn Press, Bristol

HIGHFIELD, A. C. (1994):
Keeping and breeding tortoises in captivity.
Longdunn Press, Bristol

HINTZ, H. F. (1973):
Observations on the diet of Galapagos tortoises.
Unpublished report 1973, Cornell Univ. Ithaca, NY
zit. nach R. P. NOEGEL u. G. A. MOSS (1989)

HNATIUK, R. J., S. R. J. WOODSELL u. D. M. BOURN (1976):
Giant tortoise and vegetation interactions on Aldabra Atoll. Part 2: Coastal.
Biol. Conserv. 9, 305-316

HO, S. M. (1987):
Endocrinology of vitellogenesis.
in: D. O. NORRIS u. R. E. JONES (Hrsg.): Hormones and Reproduction in Fishes,
Amphibians and Reptiles.
Plenum Press, New York., S. 145-169

HONEGGER, R. E. (1964):
Die letzten Riesen von Galapagos.
DATZ 17. Jahrgang, Sept. 1964, Heft 9, 275-278

HONEGGER, R. E. (1967):
Beobachtungen an den Riesenschildkröten (*Testudo gigantea* Schweigger) der Inseln
im Indischen Ozean.
Salamandra 1967, Bd. 3 , Heft 3, 101-120

- HONEGGER, R. E. (1999):
Zürichs Riesenschildkröten.
Reptilia 13, Jahrgang 3(5), 62-68
- HONEGGER, R. E., M. CASARES u. A. RÜBEL (1995):
Propagation of *Geochelone elephantopus* at Zurich Zoological Gardens, Switzerland.
in: I. Int. Congr. Chelonian Conserv.
Gonfaron, 1995, S. 232-234
- HONEGGER, R. E., u. A. RÜBEL (1991):
Aufzucht und Erkrankungen der ersten in Europa nachgezogenen Galapagos-
Schildkröten (*Geochelone elephantopus*).
in: Proc. 4th Int. Colloq. Pathol. Med. Rept. Amph., Bad Nauheim, 1991, S. 225-243
- HUME- NOEL, I., u. A. HUME- NOEL (1953):
Tortoises, Terrapens and Turtles.
Foyles Handbooks, London, S. 1-112
zit. nach R. E. HONEGGER (1967)
- HUXLEY, C. R. (1979):
The tortoise and the rail.
Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 286, 225-230
- IVERSON, J. B. (1992):
A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world.
2. Aufl., Richmond, Indiana, S. 249-251
- JACKSON, M. H. (1985):
Galapagos, a natural history guide.
University of Calgary press, Calgary, S. 100-107
zit. nach NOEGEL, R. P., u. G. A. MOSS (1989)
- JUNGHANS, W. (1916):
Die Riesenschildkröte (*Testudo gigantea* D. B.) im Berliner Aquarium.
Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, Jahrgang XXVII, 3, 38-39
- KEIRANS, J. E., H. HOOGSTRAAL u. C. M. CLIFFORD (1973):
The Amblyomma (Acarina: Ixodidae) Parasitic on Giant Tortoises (Reptila:
Testudinidae) of the Galapagos Islands.
Ann. Entomol. Soc. Am., Vol. 66 No. 3, 673- 687
- KEYMER, I. F. (1978):
Diseases of Chelonians: (1) Necropsy survey of tortoises.
Vet. Rec. 103, 548-552

KUCHLING, G., u. S. D. BRADSHAW (1993):

Ovarian cycle and egg production of the western swamp tortoise *Pseudemydura umbrina* (Testudines: Chelidae) in the wild and in captivity.

J. Zool. (Lond.) 229, 405-419

zit. nach M. CASARES, R. E. HONEGGER u. A. RÜBEL (1995)

LANCE, V. (1984):

Endocrinology of Reproduction in male reptiles.

Symp. Zool. Soc. Lond. 52, 357-383

LANCE, V., u. I. P. CALLARD (1978):

Hormonal control of ovarian steroidogenesis in nonmammalian vertebrates.

in: R. E. JONES (Hrsg.): The Vertebrate ovary.

Plenum Press, New York, London, S. 361-407

LANCE, V., u. D. LAUREN (1984):

Circadian variation in plasma corticosteron in the American alligator, *Alligator mississippiensis*, and the effects of ACTH injections.

Gen. Comp. Endocrinol. 54, 1-7

LEWIS, M., P. HILL, D. ADAMS, V. HEANEY u. C. HAMBLER (1990):

Curieuse tortoise conservation expedition 1990, preliminary report.

Oxford University Press, Oxford

LICHT, P. (1972):

Environmental physiology of reptilian breeding cycles: role of temperature.

Gen. Comp. Endocrinol. Suppl. No. 3, 477-488

LICHT, P. (1984):

Reptiles.

in: G. E. LAMMING (Hrsg.): Marshall's physiology of reproduction. Vol. 1, Reproductive cycles of vertebrates.

Verlag Churchill Livingstone, Edinburgh/London, S. 206-282

LICHT, P., J. WOOD, D. W. OWENS u. F. E. WOOD (1979):

Serum gonadotropins and steroids associated with breeding activities in the green sea turtle *Chelonia mydas*. Part I: Captive animals.

Ibid. 39, 274-289

LICHT, P., D. W. OWENS, K. CLIFFTON u. C. PENAFLORES (1982):

Changes in LH and progesteron associated with breeding activities in the green sea turtle *Chelonia mydas*. Part II: Mating and nesting in natural populations.

Ibid. 40, 116-122

LIESEGANG, A., J. M. HATT, R. FORRER, M. WANNER u. E. ISENBÜGEL (1999):

Comparison of the digestability of Ca, Mg and P between two different diets in captive born juvenile Galapagos giant tortoises (*Geochelone (elephantopus) nigra*) (poster abstract).

Verh.ber. Erkr. Zootiere 39, 469

- LILLYWHITE, H. B., u. R. E. GATTEN Jr. (1995):
Physiology and functional anatomy.
in: C. WARWICK, F. L. FRYE u. J. B. MURPHY (Hrsg.): Health and Welfare of Captive Reptiles.
Verlag Chapman & Hall, London, 5-31
- LOSKUTOV, N. M., J. E. OTT u. B. L. LASLEY (1983):
Strategies for assessing ovarian function in exotic species.
J. Zoo Anim. Med. 14, 3-12
zit. nach M. CASARES (1995)
- MAC FARLAND, C. G., u. W. G. REEDER (1975):
Breeding, raising and restocking of giant tortoises (*Geochelone elephantopus*) in the Galapagos Island.
In: R. D. MARTIN (Hrsg.): Breeding endangered Species in Captivity.
Academic Press, London, NY, S. 13-38
- MAC FARLAND, C. G., J. VILLA u. B. TORO (1974a):
The Galapagos giant tortoises (*Geochelone elephantopus*) Part I : Status of the surviving populations.
Biol. Conserv. 6 (2), 118-133
- MAC FARLAND, C. G., J. VILLA u. B. TORO (1974b):
The Galapagos giant tortoise (*Geochelone elephantopus*) Part II: Conservation methods.
Biol. Conserv. 6(3), 198-212
- MACKAY, R. S. (1964):
Galapagos tortoise and marine iguana deep body temperatures measured by radio telemetry.
Nature (Lond.) Vol. 204 No. 4956, 355-358
- MARLOW, R. W., u. J. L. PATTON (1981):
Biochemical relationships of the Galapagos giant tortoises (*Geochelone elephantopus*).
J. Zool. (Lond.) 195, 413-422
- MARQUEZ, C., M. WILSON u. S. REA (1987):
The giant tortoise conservation program.
Not. Galapagos 45, 17-18
- MAYLAND, H. J. (1989):
Klima und Jahreszeiten unter dem Äquator.
in: H. J. MAYLAND (1989): Galapagos. Landschaft und Tiere.
Landbuch- Verlag, Hannover, S. 32-33

MC PHERSON, R. J., L. R. BOOTS, R. MACGREGOR u. K. R. MARION (1982):
Plasma steroids associated with seasonal reproductive changes in a multiclutched freshwater turtle, *Sternotherus odoratus*.
Ibid. 48, 440-451

MENDONCA, M. u. P. LICHT (1986):
Seasonal cycles in gonadal activity and plasma gonadotropin in the musk turtle, *Sternotherus odoratus*.
Ibid. 62, 459-469

MERTON, L. F. H., D. M. BOURN u. R. J. HNATIUK (1976):
Giant tortoise and vegetation interactions on Aldabra Atoll. Part 1: Inland.
Biol. Conserv. 9, 292-304

NOEGEL, R. P. (1967):
Scanning Indian Ocean Islands.
Int. Turt. & Tortoise Soc. J. 1967 No.4, 30-45

NOEGEL, R. P., u. G. A. MOSS (1989):
Breeding the Galapagos tortoise *Geochelone elephantopus* at the Life Fellowship Bird Sanctuary, Seffner.
Int. Zoo Yearbook 28, 78-83

OBST, F. J. (1985):
Die Welt der Schildkröten.
1. Aufl., Verlag Müller- Rüschlikon, Zürich, Stuttgart , S. 40-48, 74-82

OJEH, C.K., u. A. ADETUNJI (1980):
Penile prolapse in a tortoise (*Testudo gigantea*).
Afr. J. Ecol. 18 (2), 187-190

OLSEN, J. H. (1976):
Notes on the Galapagos tortoise reproduction.
ZOOOOZ 49 (4), 13

OROS, J., A. S. RAMIREZ, J. B. POVEDA, J. L. RODRIGUEZ u. A. FERNANDEZ (1996):
Systemic mycosis caused by *Penicillium griseofulvum* in a Seychelles giant tortoise (*Megalochelys gigantea*).
Vet. Rec. 139, 295-296

OWENS, D. W. (1980):
The comparative reproductive physiology of sea turtles.
Amer. Zool. 20, 549-563

OWENS, D. W., u. Y. A. MORRIS (1985):
The comparative endocrinology of sea turtles.
Copeia 1985, 723-735

- PALMER, B. D., u. L. J. GUILLETTE (1988):
Histology and functional morphology of the female reproductive tract of the tortoise
Gopherus polyphemus.
Amer. J. Anat. 183, 200-211
- PALOMBELLI, F. (1954):
L' isola della Tartorughe.
Epoca vom 7.3.1954
zit. nach R. E. HONEGGER (1966)
- PAULER, I. (1992):
Environmental factors influencing health and reproductive activity in turtles.
Proceedings of the 1st Int. Congress of Chelonian Pathology Gonfaron, France
S. 29-35
- PERCY, R. (1970):
Cousin Island Nature Reserve in the Seychelles, Indian Ocean.
Biol. Conserv. 2 (3), 225-227
- PETERS, U. W. (1977):
Breeding the Aldabra giant tortoises in captivity.
ZOOZ 50 (2), 12-13
- PETERS, U. W., u. E. P. FINNIE (1979):
First breeding of the Aldabra tortoise *Geochelone gigantea* at Sydney Zoo.
Int. Zoo Yearb. 19, 53-55
- PETERS, U., u. N. S. W. MANLY (1982):
The breeding of endangered species, a success story.
Zool. Gart. 52, 21-28
- PERKINS, C. B. (1942):
Report of the reptile department.
ZOOZ 14 (1), 7
- PERRY, R. (1970):
Tortoise rearing in the Galapagos Islands.
ZOOZ 42, 8-15
- PLATZ, C. C., G. MENGDEN, H. QUINN, F. WOOD u. J. WOOD (1980):
Semen collection, evaluation and freezing in the green sea turtle, Galapagos tortoise
and red-eared pond turtle.
Annu. Proc. Am. Assoc. Zoo Vet., Washington D. C. 1980, S. 47-54
- PRITCHARD, P. C. H. (1979):
Encyclopedia of Turtles.
T.F.H. Publ., Neptune, New Jersey, S. 286-310, 335-394

PRITCHARD, P. C. H. (1996):

The Galapagos tortoises: nomenclatural and survival status.

in: G. J. RHODIN (Hrsg.): Chelonian Res. Monogr. No. 1, Chelonian Research Foundation,

MTC Printing, Leominster, Massachusetts

RAPHAEL, B. L. (1980):

Sand impaction in a Galapagos tortoise.

Annu. Proc. Am. Assoc. Zoo Vet., Washington D. C. 1980, S. 67

RICK, C. M., u. R. I. BOWMAN (1961):

Galapagos tomatoes and tortoises.

Evolution 15, 407-417

ROBECK, T. R., D. C. ROSTAL, P. M. BURCHFIELD, D. W. OWENS u.

D. C. KRAEMER (1990):

Ultrasound imaging of reproductive organs and eggs in Galapagos tortoises, *Geochelone elephantopus* spp..

Zoo Biol. 9, 349-359

RODHOUSE, P., R. W. A. BARLING u. W. I. C. CLARK (1975):

The feeding and ranging behaviour of Galapagos giant tortoises (*Geochelone elephantopus*).

J. Zool. (Lond.) 176, 297-310

ROSTAL, D. C., T. R. ROBECK, J. S. GRUMBLES, P. M. BURCHFIELD u.

D. W. OWENS (1998):

Seasonal reproductive cycle of the Galapagos giant tortoise (*Geochelone nigra*) in captivity.

Zoo Biol. 17, 505-517

ROTHSCHILD, W. (1915):

On the gigantic land tortoises of the Seychelles and Aldabra- Madagascar group, with notes on certain forms of the Mascarene group.

Novit. Zool. 22, 403-442

RUIZ, J. M., E. ARTEAGA, J. MARTINEZ, E. M. RUBIO u. J. M. TORRES (1980):

Cutaneous and renal geotrichosis in a giant tortoise (*Geochelone elephantopus*).

Sabouraudia 18 (1), 51-59

SAMOUR, J. H., C. M. HAWKEY, S. PUGSLEY u. D. BALL (1986):

Clinical and pathological findings related to malnutrition and husbandry in captive giant tortoises (*Geochelone* species).

Vet. Rec. 118, 299-302

SAMOUR, J. H., D. M. J. SPRATT, M. G. HART, B. SAVAGE u. C. M. HAWKEY (1987):

A survey of the Aldabra giant tortoise population introduced on Curieuse Island, Seychelles.

Biol. Conserv. 41, 147-158

SCHACHT, P. (1902):

Beiträge zur Kenntnis der auf den Seychellen lebenden Elefantenschildkröten.

Fischer-Verlag, Jena, 1902

Leipzig, Universität, Philos. Fak., Diss.

SCHAFER, S. F., u. C. O. KREKORIAN (1983):

Agonistic behavior of the Galapagos tortoise, *Geochelone elephantopus*, with emphasis on its relationship to saddle-backed shell shape.

Herpetologica 39, 448-456

SCHRAMM, B. (1992):

Populationsgrößen und Reproduktionsraten der Aldabra-Riesenschildkröten auf den Seychellen.

Unpubl. wissenschaftl. Bericht

SCHRAMM, B. (1998):

Die Galapagos-Riesenlandschildkröte (*Geochelone nigra*).

Reptilia (Münster) 3, 20-25

SCHRAMM, B., M. CASARES u. V. A. LANCE (1999a):

Steroid levels and reproductive cycle of the Galapagos tortoise, *Geochelone nigra*, living under seminatural conditions on the Santa Cruz Island (Galapagos).

Gen. Comp. Endocrinol. 114, 108-120

SCHRAMM, B., V. A. LANCE u. M. CASARES (1999b):

Reproductive cycles of male and female giant tortoises (*Geochelone nigra*) on the Galapagos Islands by plasma steroid analysis and ultrasound scanning.

Chelonian Conserv. Biol. Vol. 3 (3), 523-528

SEDGEWICK, C. J., u. M. E. FOWLER (1973):

Methods of feeding mammals.

Annu. Proc. Am. Assoc. Zoo Vet., Houston u. Columbus 1972-1973, S. 177-221

SHAW, C. E. (1962):

Breeding the Galapagos tortoise *Testudo elephantopus*.

Int. Zoo Yearb. 3, 102-104

SHAW, C. E. (1967):

Breeding the Galapagos tortoise – success story.

Oryx 9 (2), 119-126

SHAW, C. E. (1968):
The giant's outlook.
ZOOZ 41 (11), 12-19

SMITH, G. T. C. (1978):
The present status of the giant tortoise (*Geochelone elephantopus*) on the Galapagos Islands.
in: MARTIN, R. D. (Hrsg.): Breeding endangered species in captivity.
Academic Press, London, NY, S. 109-112

SNOW, D. W. (1964):
The giant tortoises of the Galapagos Islands.
Oryx 7 (6), 277-290

SPRATT, D. M. J. (1989):
Operation Curieuse: a conservation programme for the Aldabra giant tortoise
Geochelone gigantea in the Republic of Seychelles.
Int. Zoo Yearb. 28, 66-69

SPRATT, D. M. J. (1990):
„Jackson's ratio“ and the Aldabra giant tortoise (*Geochelone gigantea*).
Vet. Rec. 127, 262-263

STAEDELI, J. H. (1972):
Concern for the Galapagos tortoises.
ZOOZ 45 (8), 5-11

STARCK, D. (1978):
Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere auf evolutionsbiologischer Grundlage.
Bd. I Theoretische Grundlagen. Stammesgeschichte und Systematik unter
Berücksichtigung der niederen Chordata.
Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, S. 125-151

STARRETT, B. L. (1992):
Rearing and management of the Galapagos Tortoise (*Geochelone elephantopus*) at
the Phoenix Zoo.
AAZPA Reg. Proc., Western Reg. Conf. Tucson, Arizona 1992, 245-252

STEARNS, B. C. (1988):
Captive husbandry and propagation of the Aldabra giant tortoise *Geochelone gigantea*
at the Institut for Herpetological Research.
Int. Zoo Yearb. 27, 98-103

STODDART, D. R., u. S. SAVY (1983):
Aldabra – Island of giant tortoises.
Ambio Vol. 12, No. 3-4, 180-185

- STODDART, D. R., D. COWX, C. PEET u. J. R. WILSON (1982):
Tortoises and tourists in the western Indian Ocean: the Curieuse experiment.
Biol. Conserv. 24, 67-80
- STORCH, V., u. U. WELSCH (1997):
Systematische Zoologie. 5. Aufl.
Fischer-Verlag Stuttgart, Jena, S. 611-617
- SWINGLAND, I. R. (1977):
Reproductive effort and life history strategy of the Aldabran giant tortoise.
Nature (Lond.) Vol. 269 No. 5627, 402- 404
- SWINGLAND, I. R. (1989a):
Geochelone gigantea- Aldabran giant tortoise.
in: I. R. SWINGLAND u. M. W. KLEMENS (Hrsg.): The Conservation Biology of
Tortoises.
IUCN Occ. Papers of the Species Survival Commission (SSC) No. 5, S. 105-110
- SWINGLAND, I. R. (1989b):
Geochelone elephantopus – Galapagos giant tortoise.
in: I. R. SWINGLAND u. M. W. KLEMENS (Hrsg.): The Conservation Biology of
Tortoises.
IUCN Occ. Papers of the Species Survival Commission (SSC) No. 5, S. 24-28
- SWINGLAND, I. R., u. M. COE (1978):
The natural regulation of giant tortoise populations on Aldabra Atoll. Reproduction.
J. Zool. (Lond.) 186, 285-309
- SWINGLAND, I. R., u. M. COE (1979):
The natural regulation of giant tortoise populations on Aldabra Atoll. Recruitment.
Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 286, 177-188
- SWINGLAND, I. R., u. C. M. LESSELLS (1979):
The natural regulation of Giant Tortoise populations on Aldabra Atoll. Movement
polymorphism, reproductive success and mortality.
J. Anim. Ecol. 48, 639-654
- TERAHARA, M., u. S. MORIYAMA (1998):
Breeding the Aldabra giant tortoise.
Animals and Zoos 12, 404-407
- THORNTON, I. W. B. (1971):
Darwin's Islands: a natural history of the Galapagos.
Natural History Press, Garden City, NY
- THROP, J. L. C. (1969):
Notes on breeding the Galapagos tortoise *Testudo elephantopus* at Honolulu Zoo.
Int. Zoo Yearb. 9, 30-31

THROP, J. L. C. (1975):

Note on the management and reproduction of the Galapagos tortoise at the Honolulu Zoo.

In: MARTIN, R. D. (Hrsg.): Breeding endangered species in captivity.
Academic Press, London, NY, SF, S. 39-42

THROP, J. L. C. (1976):

Honolulu Honeymoon.

Anim. Kingdom 1976, Aug./Sept., 25-29

TOLAN, S., u. J. E. COOPER (1997):

The plight of the giant tortoises of Changuu Island, Zanzibar.

Chelonian Conserv. Biol. 2 (3), 459-460

TRUTNAU, L. (1994):

Krokodile.

Verlag Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Neue Brehm-Bücherei, Bd.593,
S. 157-158

TUCHAK, T. N., u. D. E. ELLIS (1979):

A breeding program for the Aldabra tortoise.

AAZPA Reg. Proc., Los Angeles, 1979, 237-240

VAN DENBURGH, J. (1914):

The gigantic land tortoises of the Galapagos Archipelago.

Proc. Calif. Acad. Sci. (SF) Ser. 4, No. 2, 203- 374

VOELTZKOW, A. (1896):

Riesenschildkröten von Aldabra.

Zool. Gart. 37, 30

zit. nach R. E. HONEGGER (1967)

WALLACH, J. D. (1971):

Environmental and nutritional diseases of captive reptiles.

J. Am. Vet. Med. Assoc. Vol. 159 (2), 1632-1643

zit. nach I. F. KEYMER (1978)

WALSH, R. P. D. (1984):

Climate of the Seychelles.

in: D. R. STODDART (Hrsg.): Biogeography and Ecology of the Seychelles Islands.

JUNK Publishers, The Hague, Boston, S. 39-62

WARMAN, S., u. D. TODD (1984):

A biological survey of Aride Island Nature Reserve, Seychelles.

Biol. Conserv. 28, 51-71

WEAST, R. C. (1981):

CRC handbook of chemistry and physics.

61. Aufl., CRC Press, Boca Raton, Florida, S. 204

WEISS, E. (2000):

And tortoises too.

Zoo Tracks Vol. 14 (3), 5

WERMUTH, H., u. R. MERTENS (1996):

Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen.

Nachdruck d. Erstausgabe v. 1961, Gustav Fischer Verlag, Jena; S. 478-481

WHARTON, W. J. H (1879):

Letter on Aldabra.

Ann. Mag. Nat. Hist. 5 (3), 165-166

zit. nach D. BOURN (1999)

WILLIAMS, E. E. (1960):

Two species of tortoises in the northern South America.

Breviora 120, 1-13

zit. nach R. W. MARLOW u. J. L. PATTON (1981)

WILLIAMS, R. (1986):

Tortoise reproduction at the Jacksonville Zoological Park.

AAZPA Reg. Proc., Southern Reg. Conf., Baton Rouge, Louisiana, 1986, 126-134,

WOLF, P., u. J. KAMPHUES (1994):

Futtermittel für Cardueliden.

Die Voliere 10, 289-296

ZWART, P., u. CAMILLO J.A.H.V. VAN VORSTENBOSCH (1998):

Abweichende Eischalen bei Reptilien.

Salamandra 34 (1), 81-92

9 Anhang

9.1 Tabellen

Tabelle I: Fütterungsangaben für adulte *G. gigantea*

Zoo (Quelle)	Fütterung	
Sydney (PETERS u. FINNIE 1979)	ad libitum Futter Zufütterung Grünfutter u. Gemüse Obst Sonstiges	Gras im Außengehege 2 x wöchentlich Salat, Möhren Bananen, Äpfel Omnivoren-Mischfutter
Dreher Park (TUCHAK u. ELLIS 1979)	ad libitum Futter Zufütterung Gemüse und Obst Sonstiges	Gras und saftige Pflanzen im Außengehege 3 x wöchentlich ja alternierend Reptilien-Fertigfutter u. Primaten-Pellets
St. Catherines Island (BEHLER u. VALENZUELA 1983)	ad libitum Futter Gemüse und Obst Sonstiges	Gras und Kräuter im Sommer weniger, im Winter mehr Hundefutter (trocken), selten Vitamine und Mineralstoffe
Jacksonville (COLLINS 1984, WILLIAMS 1986)	ad libitum Futter Zufütterung Grünfutter Gemüse (ca. 60%) Obst (ca. 40%) Sonstiges	Gras im Außengehege, Heu im Innengehege 2-3 x wöchentlich Salat Süßkartoffel, Möhren, Keimlinge, Spinat, Röm. Salat Äpfel, Bananen Einzeltierfütterung, Greifvogel-Futter, Vionate, Muschelkalk, Knochenmehl
Stanford (STEARNS 1988)	ad libitum Futter Zufütterung Gemüse Obst Sonstiges	Gras im Außengehege, in Außenhaltung: nur bei Temperaturen > 30°C, in Innenhaltung 3 x wöchentlich Kürbis, Brokkoli, grüne Bohnen, Tomaten, Mais, Kartoffeln, Süßkartoffeln, Paprika, Kürbis Melone, Papaya, Beeren, Äpfel Luzerne-Heu, Laub
Zoo Zürich 1970-1983 (HAUSER et al. 1977, CASARES et al. 1995)	ad libitum Futter Zufütterung Grünfutter (15%) Gemüse (30%) Obst (50%) Sonstiges	Gras im Außengehege 3 x wöchentlich Gras und Salat Grünmais, Tomaten Bananen (20%), Äpfel und Birnen (30%) Hackfleisch (5%), Eier, Ca-grit
ab 1984	ad libitum Futter Zufütterung Grünfutter Gemüse (ca. 75%) Obst (ca. 20%) Sonstiges	Gras im Außengehege 3 x wöchentlich täglich Gras oder Frischlaub im Sommer, getrocknetes Laub oder Heuhäcksel im Winter Möhren (45%), Kohl (15%), Wirz, Fenchel, Stangensellerie u.a. (30%) Carob 5%, Carnicon (0,5%), Ca-grit (1,5%), Hornspäne und Schrimpmehl (3%)

Fortsetzung zu Tab. I: Fütterungsangaben für adulte *G. gigantea*

Zoo (Quelle)	Fütterung	
Izu-Andyland Aquarium (CHIDA 1998)	Grünfütter Gemüse (ca.90%) Obst (ca. 5-10%) Sonstiges	Gras und Kräuter nach Saison (Wildgräser, Löwenzahn, Klee, Disteln, Plaintain), Heu Kohl, Senfspinat, Chinesischer Senfkohl Äpfel, Bananen mehrmals wöchentlich Mineralgemisch, Muschelkalk, 1 x wöchentlich Vitamine
Hirakawa Zoo (TERAHARA u. MORIYAMA 1998)	Grünfütter	Gras, Süßkartoffelblätter, Klee, Pfeilwurzeln, Maulbeerlaub, Kirschlaub, Eichenlaub
LFBS Seffner (NOEGEL pers. Mitt. 2000)	Grünfütter Gemüse und Obst Sonstiges	Gräser, Stauden/Büsche, stachellose Kakteen, Bananen-Pflanzen ja 1 x wöchentlich Vitamin- und Mineralzusätze, Seesalz und Seetang, gemahlener Kalkstein

Tabelle II: Fütterungsangaben für Jungtiere von *G. gigantea*

Zoo (Quelle)	Fütterung	
Sydney (PETERS 1977, PETERS u. FINNIE 1979)	ad libitum Futter Zufütterung Grünfütter Gemüse Obst Sonstiges	Gras im Außengehege täglich Luzerne, Gräser, Blüten Möhren Äpfel Mehlwürmer, Fliegenlarven, Graubrot
Jacksonville (WILLIAMS 1986)	ad libitum Futter Zufütterung Gemüse Obst Sonstiges	Gras im Außengehege 3 x wöchentlich, dazwischen Keimlinge Süßkartoffel, Möhren, Keimlinge Äpfel, Banane kommerzielle Pellets für Kaninchen, Greifvogel-Futter, Vionate, Knochenmehl
Stanford (STEARNS 1988)	Fütterung Grünfütter Gemüse Obst Sonstiges	3 x wöchentlich Frischlaub, Petersilie Möhren wenig Vitamine, Mineralien, kein proteinreiches Futter (Hunde oder Katzenfutter)
Izu-Andyland Aquarium (CHIDA 1998) vor 1996 ab 1998	Grünfütter Gemüse Obst Sonstiges	Salat Senfspinat, Chinesischer Senfkohl, Möhren Erdbeeren, Melone, Papaya kommerzielles Futter für Landschildkröten, Muschelkalk
	fast nur Grünfütter Sonstiges	Wildgräser, Löwenzahn, Klee, Disteln, Plaintain Vitamin- und Kalziumpräparate
Hirakawa Zoo (TERAHARA u. MORIYAMA 1998)	nur Grünfütter	Klee, Gräser, Kräuter, Vogelmiere ab 1 Monat Süßkartoffelkraut

Tabelle III: Fütterungsangaben für adulte *G. elephantopus*

Zoo (Quelle)	Fütterung		
Honolulu Zoo (THROP 1969, THROP 1975)	vor 1966	Grünfutter Gemüse Obst Sonstiges	Salat Kohl ja fast kein tierisches Protein
	ab 1966	ad libitum Futter Grünfutter Gemüse Obst Sonstiges	Gras im Außengehege Salat, Bananenstauden, Palmwedel Kohl ja Hundefutter, Pellets aus faserreichen Futterpflanzen
Philadelphia Zoo (BOWLER 1975)	Gemüse Sonstiges	Kohl, Möhren Heu, Getreidekuchen, Vitamine, Mineralstoffe	
San Diego Zoo (BACON 1980)	Grünfutter Gemüse Obst Sonstiges	täglich Frischlaub (Hibiskus, Akazie, Eugenia), Keimlinge, Opuntia, wenig Salat, Löwenzahn, Petersilie, Kresse, Rübenblätter, Bananenblätter Kohl, Tomaten (nur zur Verabreichung der Supplemente) Bananen (nur zur Verabreichung der Supplemente) täglich Basel-Zoo-Carnivoren-Supplement 1 x wöchentlich Supplemente einzeln dosiert Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe	
LFBS Seffner (NOEGEL u. MOSS 1989)	ad libitum Futter Grünfutter Gemüse Obst Sonstiges	täglich Gras im Außengehege Opuntia Möhren, Süßkartoffeln, wenig Tomaten, Kürbis Äpfel, Zitronen, Papaya täglich Vitamine und Mineralstoffe 2 x wöchentlich eingeweichtes Hundefutter u. rohe Eier, darin manchmal Seetang, Schrimpmehl	
Gladys Porter Zoo (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989, ROBECK et al. 1990)	ad libitum Futter Zufütterung Gemüse Obst	Gras im Außengehege, Luzerne-Heu im Innengehege 1 x wöchentlich, Weibchen in der Nistzeit 2 x wöch. Möhren, Sellerie (keine Tomaten) Äpfel, Melonen (keine Bananen)	
Phoenix Zoo (STARRETT 1992)	ad libitum Futter Zufütterung Gemüse	Gras im Außengehege, Luzerne-Heu 3 x wöchentlich Spinat, Spinatkohl, Möhren	
Portal (COHEN 1994)	ad libitum Futter Grünfutter Gemüse Obst Sonstiges	Gräser, Trockengräser, Opuntiablätter und Kräuter im Außengehege unregelmäßig Luzerne unregelmäßig Kürbis Wassermelone, unregelmäßig Äpfel Stroh	
Zoo Zürich		siehe Fütterung adulter <i>G. gigantea</i>	

Tabelle IV: Fütterungsangaben für Jungtiere von *G. elephantopus*

Zoo (Quelle)	Fütterung		
Honolulu Zoo (THROP 1969)	Grünfutter Obst Sonstiges	Salat Papaya, Äpfel Vitamine, Mineralien, Sepia ab 2. Woche Mehlwürmer, Pferdefleisch, Hundefutter	
San Diego Zoo (BACON 1980)		ähnlich den Adulten, ohne genauere Angaben	
LFBS Seffner (NOEGEL u. MOSS 1989)	ad libitum Futter Gemüse Obst Sonstiges	Gräser im Außengehege Opuntia, Spinat, Möhre, Kohl Papaya ab 2. Woche Katzenfutter, 1-2 x wöchentlich Mehlwürmer	
Gladys Porter Zoo (HAIRSTON u. BURCHFIELD 1989)	Zufütterung Grünfutter Gemüse Obst Sonstiges	6 x wöchentlich 5 Tage Grünfutter und Gemüse, 1 Tag Karenz, 1 Tag Obst, Möhren und Pellets für Pferde (alles püriert) Hibiskus- Laub Spinat, Kohl, Opuntia, Möhren, Sellerieköpfe Bananen, Äpfel, Orangen (püriert) kommerzielle Pellets für Pferde	
Phoenix Zoo (STARRETT 1992)	Grünfutter Gemüse	Bermudagrass ad libitum Opuntia, Möhren ad libitum	
Zoo Zürich 1970 - 1983 (HONEGGER u. RÜBEL 1991, CASARES et al. 1995, HONEGGER et al. 1995, HATT u. HONEGGER 1997)	ad libitum Futter Zufütterung Grünfutter Gemüse (30%) Obst (50%) Sonstiges	Grasbewuchs im Außengehege 3 x wöchentlich Gras, Salat (15%) Grünmais, Tomaten Bananen (20%), Äpfel und Birnen (30%) Hackfleisch (5%), Kalzium-grit	
	ab 1984	ad libitum Futter Zufütterung Grünfutter	Gras im Außengehege 6 x wöchentlich Gras und Frischlaub im Sommer getrocknetes Laub und Heuhäcksel im Winter (25%) Kräuter (s. adulte <i>Geochelone gigantea</i>) u. Gemüse (70%) 1 x wöchentlich Fikusblätter (hoher Ca-gehalt)
		Gemüse Sonstiges	Gurken, Paprika, Zucchini, Möhren, (kein Salat) Quark (3%); gemahlene Eischalen, Sepia, Muschelkalk, Ca-Carbonat im Wechsel (2%), CARMIX, Carob (5%)
	ab 1994	Grünfutter Gemüse Sonstiges	feingehackte Kräuter (+ Gemüse 70%) Basilikum, Lauch, Petersilie, Salbei, Sellerie geschnittenes Heu (25%) Gurke, Paprika, Zucchini, Fenchel Magerquark (3%), Futterkalk (2%), dabei abwechselnd Eierschalen, Sepia, Muschelkalk, Ca-Carbonat
Zoo Rotterdam (HATT et al. 1999)	ad libitum Futter Zufütterung Gemüse Sonstiges	Gras im Außengehege täglich (5 kg Futter für 10 zweijährige Tiere) Kohl, Zwiebeln, Kartoffeln, Sellerie, Petersilie, Chicoree, Bohnen, Paprika Mineral- u. Vitaminsupplemente	

Tabelle V: Nachzuchterfolge bei *G. gigantea*

Ort	Jahr	Eiablagen	Schlüpflinge	SR* [%]	FR** [%]	Quelle
Sydney	1967-1975	jährlich von 2 Weibchen	0			PETERS 1977
	1976-1977	27 Eier von 1 Weibchen	9	70	70	PETERS u. FINNIE 1979
Dreher Park	1979	17 Eier von 1 Weibchen	0			TUCHAK u. ELLIS 1979
St. Cather. Islar	1981	4 Eier von 1 Weibchen	0			BEHLER u. VALENZUELA 1983
	1983	25 Eier von 1 Weibchen	0			
Jacksonville	1983-1984	57 Eier von 3 Weibchen (46 inkub)	3	6,5	6,5	COLLINS 1984, WILLIAMS 1986
	1984-1985	20 Eier von 1 Weibchen	3 (4 fertil)	15	20	
	1985-1986	35 Eier von 1 Weibchen	6 (15 fertil)***	25,7***	45,7	
Zürich	1984	9 Eier	0			CASARES et al. 1997
Stanford	1985-1986	17 Eier von 1 Weibchen (12 inkub)	2	0-40	0-40	STEARNS 1988
Washington	1986		10			IZY
Kuwait	1989		6			IZY
Atlanta	1990		4			IZY
LFBS Seffner	1992-1993		36			IZY, NOEGEL pers. Mitt. 2000
	1990-2000		347	bis 100	bis 100	
Melbourne	1996	26 Eier				IZY
Surrey	1997		3			SAWYER pers. Mitt. 2000
Izu-Andyland	1986, 1992, 1995	Eiablagen von 2 Weibchen	0			CHIDA 1998
	1996-1997	33 Eier von 1 Weibchen	6	18	36	
	1997-1998	58 Eier von 2 Weibchen (53 inkub)	32	15-62		
Kagoshima	1996-1997	46 Eier von 1 Weibchen	0			TERAHARA u. MORIYAMA 1998
	1997	20 Eier von 1 Weibchen (12 inkub)	6	30/50	30/50	

*SR = Schlupfrate ist die Anzahl der Schlüpflinge eines Geleges

**FR = Fertilitätsrate ist die Anzahl fertiler Eier eines Geleges

*** zum Zeitpunkt der Publikation wurden noch Eier inkubiert

Beide beziehen sich immer auf die Anzahl der unbeschädigten und somit inkubierten Eier eines Geleges.

Veröffentlichte Nachzuchterfolge sind Artikeln der Autoren sowie IZY Bände 16 bis 36, ISIS Reptile Abstract 1 2/1995 bis 12/1997 entnommen.

Tabelle VI: Nachzuchterfolge bei *G. elephantopus****Geochelone elephantopus (Subspecies unbekannt)***

Jahr	Ort und Anzahl der Schlüpflinge	Quelle
1939	Hamilton Bermuda USA 5	III
1940	Hamilton Bermuda USA 1	III
1941	Hamilton Bermuda USA 1	III
1954	Honolulu Hawai 3	III
1956	Honolulu Hawai 2	III
1958	San Diego USA 4	III
1961	San Diego USA 3	III
1974	Hamilton Bermuda 1	I
1975	Hamilton Bermuda 3	I
1976	Hamilton Bermuda 3, San Diego USA 13	I
1981	San Diego USA 1	I
1982	Hamilton Bermuda 1	I
1983	San Diego USA 5	I
1985	Brownsville USA 6; Philadelphia USA (1); San Diego USA 21	I
1986	Brownsville USA 1	I
1987	Philadelphia USA 1; Phoenix USA 4; San Diego USA 4; Seffner USA 19(17)*	I
1988	Phoenix USA 1; Seffner USA 19	I II
1989	Brownsville USA 3, Seffner USA 10(1); Zürich Schweiz 2 Seffner USA 85	I II
1990	Oklahoma USA 5; Seffner USA 10*	I
1991	Brownsville USA 4; Oklahoma USA 2; Seffner USA 23	I
1992	Oklahoma USA 38(2); Phoenix USA 1; Seffner USA 94*; Zürich Schweiz 1	I
1993	Ahmedabad Ind 3; Oklahoma USA 23; Seffner USA 63; Zürich Schweiz 3	I
1994	Oklahoma USA 1; San Diego USA 1, Seffner USA 57(3)*	I
1995	Oklahoma USA 8; Phoenix USA 1; San Diego USA 2; Seffner USA 54*; Zürich Schweiz 20	I I
1996	Hamilton Bermuda 3; Zürich Schweiz 3 San Diego 2	I II
1999	Zürich Schweiz 1	IV

Geochelone e. guntheri

Jahr	Ort und Anzahl der Schlüpflinge	Quelle
1987	Seffner USA 8	II
1989	Seffner USA 34(3)	I
1990	Seffner USA 8	I

Fortsetzung zu Tab. VI: Nachzuchterfolge bei *G. elephantopus*

Geochelone e. elephantopus (= vicina)

Jahr	Ort und Anzahl der Schlüpflinge	Quelle
1967	Honolulu Hawai 22	II
1969	Honolulu Hawai	II
1970	Honolulu Hawai	II
1972	Honolulu Hawai	II
1975	Philadelphia USA 1(0)	I
1987	Brownsville USA 6 Seffner USA 11	I II
1989	Brownsville USA 2; Seffner USA 27(5)	I
1990	Seffner USA 7(1)*	I
1992	Hamilton Bermuda 11(3)	I
1995	Hamilton Bermuda 10	I

Geochelone e. microphyes

Jahr	Ort und Anzahl der Schlüpflinge	Quelle
1990	Brownsville USA 1	I

Geochelone e. porteri

Jahr	Ort und Anzahl der Schlüpflinge	Quelle
1990	Seffner USA 2*	I

* Nachzucht teilweise in zweiter oder späterer Generation in menschlicher Obhut
() gestorbene Jungtiere

I IZY Bände 16-38

II "Frank and Kate's Herpetological Webpage" (<http://www.halcyon.com/slavens>)

III SHAW (1962, 1967)

IV HATT et al. (1999)

Tabelle VII : Angaben zur Raumtemperatur_{Nacht} sowie Bodentemperatur_{Tag} u. _{Nacht} bei *G. elephantopus*

Raumtemperatur Nacht	Bodentemperatur Tag	Bodentemperatur Nacht
12,8	23	15-20
18	26	20-25
18-20	25-30	24
20	30	30
20	30	31
20	30	
18-24	35-43	
21		
20-25		
20-25		
22-24		
24		
25,6-26,7		

Tabelle VIII : Angaben zur Raumtemperatur_{Nacht} sowie Bodentemperatur_{Tag u. Nacht} bei *G. gigantea*

Raumtemperatur Nacht	Bodentemperatur Tag	Bodentemperatur Nacht
15-19	20	14
15-20	21,1	18,3-21,1
15,5-21	15,5-32	20
18,3	18-30	20
18-20	24	21
18-20	24	21,1
18-21	24	13-32
18,3-21,1	23-26	22-24
20	25	23
15-26	25	24
16-26	20-31	25
21,1	26,7	20-30
22	26,7	26,7
22	27	26,7
22	26-28	27
22	25-30	26-28
21-23	28	28
22	28	28
22	28	28
22	29-30	28
22,2	29,4	29,4
22,2	26-33	26-33
22,8	26,7-32,2	30
23	30	32,2
22-24	30	35
23	32,2	38
21-25	35	
22-25	38	
23,9	42	
24		
24		
24		
24		
20-30		
20-30		
25		
25		
25		
23,9-26,7		
26		
26		
22-30		
25,6-26,7		
25-28		
23,9-29,4		
27		
28		
28		
28		
24-38		

Tabelle IX: Verzeichnis aller gefütterten Gemüse- und Grünfütterarten.
Anzahl der Haltungen, die diese in der Fütterung einsetzen

Gemüse und Grünfütter	wissenschaftliche Bezeichnung	<i>G. gigantea</i> (n = 59)	<i>G. elephantopus</i> (n = 21)
Aubergine	<i>Solanum melongena</i>	3	-
Blumenkohl	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	5	1
Brokkoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	10	-
Chicoree	<i>Cichorium intybus</i> var. <i>foliosum</i>	2	1
Chinakohl	<i>Brassica oleracea</i>	1	-
Chinesischer Senfkohl	<i>Brassica rapa chinensis</i>	2	-
Eisbergsalat	<i>Lactuca sativa</i>	1	-
Endiviasalat	<i>Chicorium endivia</i>	9	3
Fenchel	<i>Foeniculum vulgare</i>	3	-
grüne Bohnen	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1	2
Grünkohl	<i>Brassica oleracea</i>	1	-
Gurke	<i>Cucumis sativus</i>	13	4
Kaktus*		-	1
Kaktusblätter*		-	1
Kartoffel	<i>Solanum tuberosum</i>	2	-
Keimlinge*		2	-
Knoblauch	<i>Allium sativum</i>	-	1
Kohl*	<i>Brassica oleracea</i> sp.	17	6
Kohlrabi	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	3	-
Kräuter*		5	2
Kresse	<i>Lepidium sativum</i>	1	-
Kürbis	<i>Cucurbita pepo</i>	-	7
Kürbisblätter		1	-
Laub**		1	1
Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>	1	1
Mais	<i>Zea mays</i>	-	2
Mangold	<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	-	2
Möhre	<i>Daucus carota</i>	45	16
Möhre gekocht		1	-
Paprika	<i>Capsicum annuum</i>	8	1
Pastinak	<i>Pastinaca sativa</i>	1	-
Petersilie	<i>Petroselinum crispum</i>	2	1
Pilze*		1	-
Porree	<i>Allium porrum</i>	3	-
Rettich	<i>Raphanus sativus</i>	1	-
Römischer Salat	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i>	2	2
Rosenkohl	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>	2	-
Runkelrübe	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>Crassa</i>	1	1
Salat*		18	11
Sellerie	<i>Apium graveolens</i>	11	4
Senfpflanze	<i>Sinapis arvensis</i>	-	1
Senfspinat	<i>Brassica rapa perviridis</i>	1	-
Sojasprossen	<i>Glycine max</i>	1	-
Spinat	<i>Spinacia oleracea</i>	8	2

* ohne genaue Bezeichnung

** Ficus, Buche, Weide

Fortsetzung zu Tab. IX: Verzeichnis aller gefütterten Gemüse- und Grünfütterarten

Gemüse und Grünfütter	wissenschaftliche Bezeichnung	<i>G. gigantea</i> (n = 59)	<i>G. elephantopus</i> (n = 21)
Spinatkohl	<i>Brassica oleracea viridis</i>	3	1
Süßkartoffel	<i>Ipomoea batatas</i>	8	6
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	22	6
Weißkohl	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	-	1
Wirsingkohl	<i>Brassica oleracea var.</i>	1	-
Yams	<i>Dioscorea batatas</i>	3	2
Zucchini	<i>Curcubita pepo var. giromontiina</i>	8	1
Zwiebel	<i>Allium cepa</i>	-	1

Tabelle X: Verzeichnis aller gefütterten Obstarten.

Anzahl der Haltungen, die diese in der Fütterung einsetzen

Obstarten	wissenschaftliche Bezeichnung	<i>G. gigantea</i> (n = 57)	<i>G. elephantopus</i> (n = 19)
Ananas	<i>Ananas comosus</i>	4	1
Apfel	<i>Pyrus malus</i>	47	17
Aprikose	<i>Prunus armeniaca</i>	1	-
Banane	<i>Musa sapientum</i>	27	12
Bananenschale		1	-
Birne	<i>Pyrus communis</i>	15	3
Clementine	<i>Citrus reticulata</i>	1	-
Erdbeere	<i>Fragaria ssp.</i>	3	-
Granatapfel	<i>Punica granatum</i>	1	-
Guave	<i>Psidium guajava</i>	-	1
Honigmelone	<i>Cucumis melo ssp. melo var. inodorus</i>	3	1
Kiwi	<i>Actinidea chinensis</i>	2	-
Mango	<i>Mangifera indica</i>	7	1
Melone*	<i>Cucumis melo ssp. melo</i>	14	4
Orange	<i>Citrus sinensis</i>	12	6
Papaya	<i>Carica papaya</i>	5	3
Pfirsich	<i>Prunus persica</i>	1	-
Wassermelone	<i>Citrullus lanatus</i>	5	1
Weintraube	<i>Vitis vinifera</i>	11	-
Zuckermelone	<i>Cucumis melo ssp. melo</i>	4	2

* ohne genaue Bezeichnung

Tabelle XI : Bedeutung weiterer Futtermittel („Sonstiges“) in der Ernährung von *G. gigantea* und *G. elephantopus*. Anzahl der Haltungen, die diese in der Fütterung einsetzen

	<i>G. gigantea</i> (n = 39)	<i>G. elephantopus</i> (n = 17)
Kommerzielle Mischfuttermittel pflanzlicher Herkunft		
Schildkröten-Fertigfutter*	12	5
Kaninchen-Pellets	2	-
Meerschweinchen-Pellets	1	-
Känguru-Pellets	1	-
Pferde-Pellets	1	2
Primaten-Pellets	4	2
Herbivoren-Pellets	2	-
Heupellets	1	-
Diet A ® (Mazuri)	1	-
Pflanzliche Einzelfuttermittel		
Gras	4	2
Heu, Luzerne u. Luzerne-Heu	3	1
Reis	2	-
getrocknete Rote Beete	1	-
Pilze	1	-
Laub (Buche, Ficus, Ahorn, Weide)	2	1
Einzel- und Mischfuttermittel tierischer Herkunft		
Mäuse	2	2
Eintagsküken	3	-
Fisch	2	1
Frischkäse	-	1
Hackfleisch	2	1
Eselsfleisch	1	-
Rinderherz	1	-
Tartar	1	-
Katzenfutter	2	-
Hundefutter	1	4
Garnelen/Garnelenschrot	2	-
Eier	4	2
Supplemente		
Muschelkalk	1	-
Sonstiges		
Brot	2	-
Affen-Biskuits	2	-

* Mazuri Tortoise Diet®, Mazuri Turtle Breeder® sowie sonstiges Schildkröten-Fertigfutter

Tabelle XII : Futtermittelpräferenzen bei *G. gigantea* und *G. elephantopus*.
Anzahl der Haltungen, die diese im einzelnen beobachten

Bevorzugte Futtermittel	<i>G. gigantea</i> (n = 44)	<i>G. elephantopus</i> (n = 18)
Obst	10	5
Äpfel	8	2
Möhren	6	2
Tomaten	6	2
Laub	6	1
Salat	5	2
Bananen	5	1
Gras	4	4
Gemüse	2	1
Endiviensalat	2	-
Gelatinefutter	2	-
Pilze	2	-
frisches Grünfutter	2	-
Orangen	1	2
Ficuslaub	1	1
Gurken	1	1
Keimlinge	1	1
Mäuse	1	1
Schildkröten-Fertigfutter	1	1
Birnen	1	-
Chinesischer Senfkohl	1	-
Eintagsküken	1	-
Feldsalat	1	-
Holzapfel	1	-
Känguruh-Pellets	1	-
Kohl	1	-
Kürbis	1	-
Melonen	1	-
Möhren gekocht	1	-
Möhrenkraut	1	-
Rukkola	1	-
Scavola *	1	-
Wassermelonen	1	-
Weintrauben	1	-
Yams	1	-
Heu	1	-
Eier	-	1
Hundefutter	-	1
Kaktusblätter	-	1
Eisbergsalat	-	1
stachelloser Kaktus	-	1

* Sukkulente

Tabelle XIII : Liste der zur Ergänzung des Vitamin- und/oder Mineralstoffgehaltes verwendeten Präparate**Vitamin- und/oder Mineralstoffsupplemente**

Biotin
Blattin (Mineral)
Carmix
Carnicon
Chaparral Vitamine
Davinova
Diafarm Reptilien u.Vogel-Vitamine
Feramo-Puder
Futterkalk
Gistocal
Jodsalz
Kalkgrit
Kalziumglukonat
Kalziumkarbonat
Kalziumlaktat
Kalziumphosphat
Kalziumpulver
Korvimin ZVT
Multiforsa
Multivit
Nekton Reptile Vitamins and Minerals
Nutrobal
Osteoform
Rep Cal (Ca+ Vit. D)
Reptical
Reptilife
Reptisol
Reptivite
RSK Supplement von Nutritional Support, Inc.
Salvana Mineralien
Seetang-Tabletten
Sepia
Sporavit
Supadyne
Vionate
Vionate
Vit. E
Vitamin ADE
Zoo Vite
Zoogan
Zoomed Reptive

Tabelle XIV : Bewertung vorgegebener Einflussfaktoren auf die Fortpflanzung.
Angaben von 37 Haltern von *G. gigantea* (davon 10 mit Eiablagen u. 3 Nachzüchter)

<i>G. gigantea</i>		Haltungen	--	-	+	++	
Klima	Licht	alle	-	4	12	16	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	5	4	
	gutes Wetter	alle	-	1	1	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	2	13	17	
	Lufttemperatur	alle	-	1	3	4	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	2	1	
	Bodentemperatur	alle	-	4	10	12	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	2	3	
	Luftfeuchte	alle	-	1	2	-	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	4	18	9	
	Gehege	Gehegegröße	alle	-	4	4	2
			nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	4	2
Komfort (Wasserbecken, Schlammsohle)		alle	-	1	2	-	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	2	19	15	
besonderer Boden für Kopulationen		alle	-	1	1	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	8	11	7	4	
Management		Gruppengröße	alle	3	3	1	1
			nur Eiablagen mit Nachzucht	2	1	-	-
		Futterzusammensetzung	alle	3	6	13	10
			nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	4	4
		Stressvermeidung	alle	-	1	1	1
			nur Eiablagen mit Nachzucht	-	2	14	16
	wenige Störungen durch Menschen	alle	-	-	5	4	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	-	2	
	Geschlechtertrennung	alle	2	11	9	11	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	2	4	3	
	Tiere	Aktivität / Fitness der Männchen	alle	-	1	1	1
			nur Eiablagen mit Nachzucht	9	11	5	3
Männchen dominieren physisch über Weibchen		alle	2	2	1	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	2	-	1	-	
		alle	6	10	5	11	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	1	3	2	3	
		alle	1	1	-	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	3	16	12	
		alle	-	-	2	6	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	1	2	
		alle	3	11	9	6	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	1	4	2	-	
	alle	1	2	-	-		
	nur Eiablagen mit Nachzucht	1	2	-	-		

Bewertung ++ sehr wichtig + wichtig - weniger wichtig -- unwichtig

Tabelle XV : Bewertung vorgegebener Einflussfaktoren auf die Fortpflanzung.
Angaben von 10 Haltern von *G. elephantopus* (davon 2 mit Eiablagen und 5 Nachzüchter)

<i>G. elephantopus</i>		Haltungen	--	-	+	++	
Klima	Licht	alle	-	1	4	4	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	2	-	
	gutes Wetter	alle	-	1	3	6	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	1	1	
	Lufttemperatur	alle	-	-	2	3	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	3	1	
	Bodentemperatur	alle	-	1	-	-	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	2	1	
	Luftfeuchte	alle	1	2	3	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	-	1	-	
	Gehege	Gehegegröße	alle	1	1	1	1
			nur Eiablagen mit Nachzucht	1	1	1	1
Komfort (Wasserbecken, Schlammuhle)		alle	1	5	-	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	-	-	
besonderer Boden für Kopulationen		alle	-	3	-	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	-	3	-	1	
Management		Gruppengröße	alle	-	3	4	2
			nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	1	-
		Futterzusammensetzung	alle	-	1	1	2
			nur Eiablagen mit Nachzucht	1	2	1	5
		Stressvermeidung	alle	1	-	-	3
			nur Eiablagen mit Nachzucht	1	-	-	3
	wenige Störungen durch Menschen	alle	4	2	2	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	1	1	-	-	
	Geschlechtertrennung	alle	2	1	1	1	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	2	1	1	1	
	Tiere	Aktivität / Fitness der Männchen	alle	1	2	3	3
			nur Eiablagen mit Nachzucht	-	1	-	1
Männchen dominieren physisch über Weibchen		alle	1	-	1	2	
		nur Eiablagen mit Nachzucht	1	-	1	2	
alle		-	1	4	4		
nur Eiablagen mit Nachzucht		-	-	1	1		

Bewertung ++ sehr wichtig + wichtig - weniger wichtig -- unwichtig

Tabelle XVI: UV-Durchlässigkeit des Daches des Innengeheges von *G. gigantea* im Zoo Hannover. Aus dem Verhältnis der Messungen unter dem Dach zu den Messungen im Außengehege errechnete Werte.

Messpunkt	Durchlässigkeit für UV-A	Durchlässigkeit für UV-B
UD1 (S)	26%	-
UD1 (B)	25%	36%
UD2 (S)	56%	-
UD2 (B)	41%	46%
UD3 (S)	28%	-
UD3 (B)	23%	33%
Mw (S)	36%	-
Mw (B)	30%	38%

Tabelle XVII: Ergebnisse der Licht-, UV-A und UV-B-Strahlungsmessungen auf Panzerhöhe der Tiere sowie errechnete UV-Intensitäten aus dem Innengehege von *G. gigantea* im Zoo Hannover

Messpunkte	Lichtstärke [Lux]	UV-A [μA]	UV-B [nA]	UV-A* [μW/cm ²]	UV-B* [nW/cm ²]
Außen Sonne (S)	14500	3,6	-	-	-
Außen bewölkt (B)	10000	2,7	0,33	-	-
UD1 (S) Eiablage	-	0,93	-	-	-
UD1 (B)	-	0,68	0,12	-	-
UD2 (S) Futterplatz	-	2	-	-	-
UD2 (B)	-	1,1	0,15	-	-
UD3 (S) Zugang WB	-	1	-	-	-
UD3 (B)	-	0,62	0,1	-	-
MP1 (B) v. d. Tür	330	0,2	0,038	49,9	202
MP2 (B) Eiablage	770	0,26	0,038	64,9	202
MP3 (B) Futterplatz	1700	1,4	0,23	349	1220
MP3 (S)	8000	-	-	-	-
MP4 (B) Futterplatz Ecke	730	0,25	0,044	62,4	234
MP5 (B) Baum	310	0,11	0,013	27,5	69,2
MP6 (B) Glassch.	840	0,14	0,01	34,9	53,3
MP7 (B) Glassch. Ecke	600	0,01	0,013	20,3	69,2
MP8 (B) Zugang WB	1500	0,42	0,06	105	320
MP9 (B) WB	370	-	-	-	-

* errechnet durch Dr. M. Lüpke

Tabelle XVIII: Anteil der Lichtintensität, UV-A-Strahlungsintensität sowie UV-B-Strahlungsintensität auf Panzerhöhe der Tiere im Innengehege im Vergleich zum Außengehege. Errechnete Prozentwerte.

Messpunkte	Prozentuale Lichtintensität Innengehege/ Außengehege	Prozentuale UV-A Strahlung Innengehege/ Außengehege	Prozentuale UV-B Strahlung Innengehege/ Außengehege
MP1 (B) v. d. Tür	3,3	7,4	11,5
MP2 (B) Eiablage	7,7	9,6	11,5
MP3 (B) Futterplatz	17	51,9	69,7
MP3 (S)	55,2	-	-
MP4 (B) Futterplatz Ecke	7,3	9,3	13,3
MP5 (B) Baum	3,1	4,1	3,9
MP6 (B) Glasscheibe	8,4	5,2	3
MP7 (B) Glasscheibe Ecke	6	0,4	3,9
MP8 (B) Zugang WB	15	15,6	18,2
MP9 (B) WB	3,7	-	-

9.2 Abbildungen

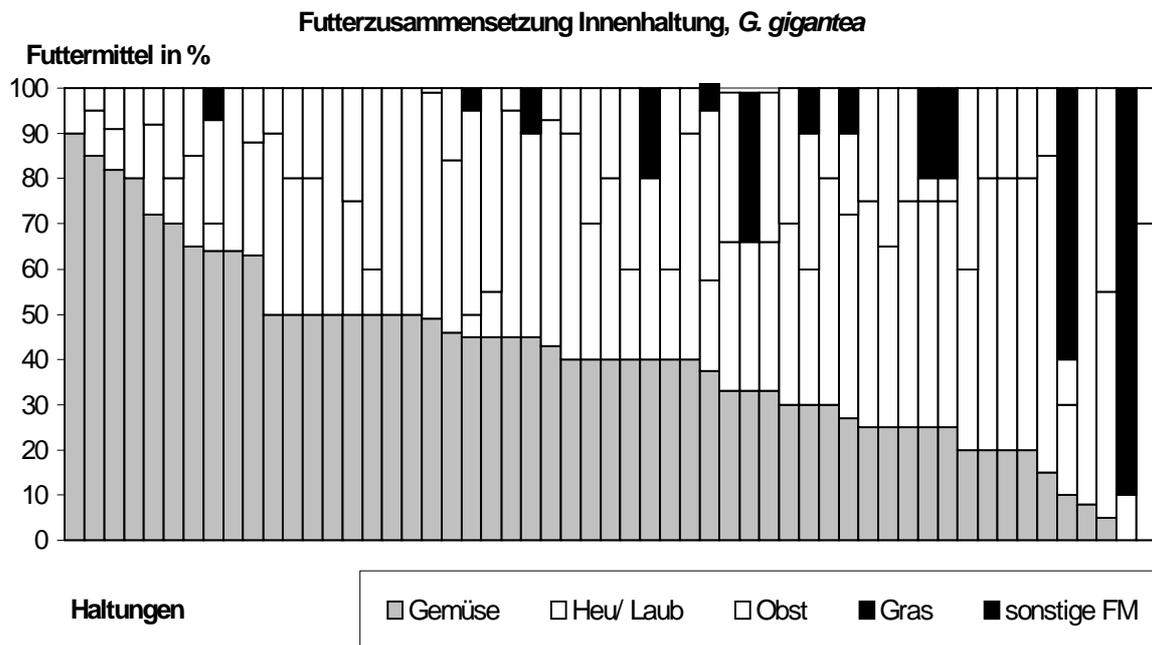


Abbildung I : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Innenhaltung (Winter) in 55 Haltungen von *G. gigantea*

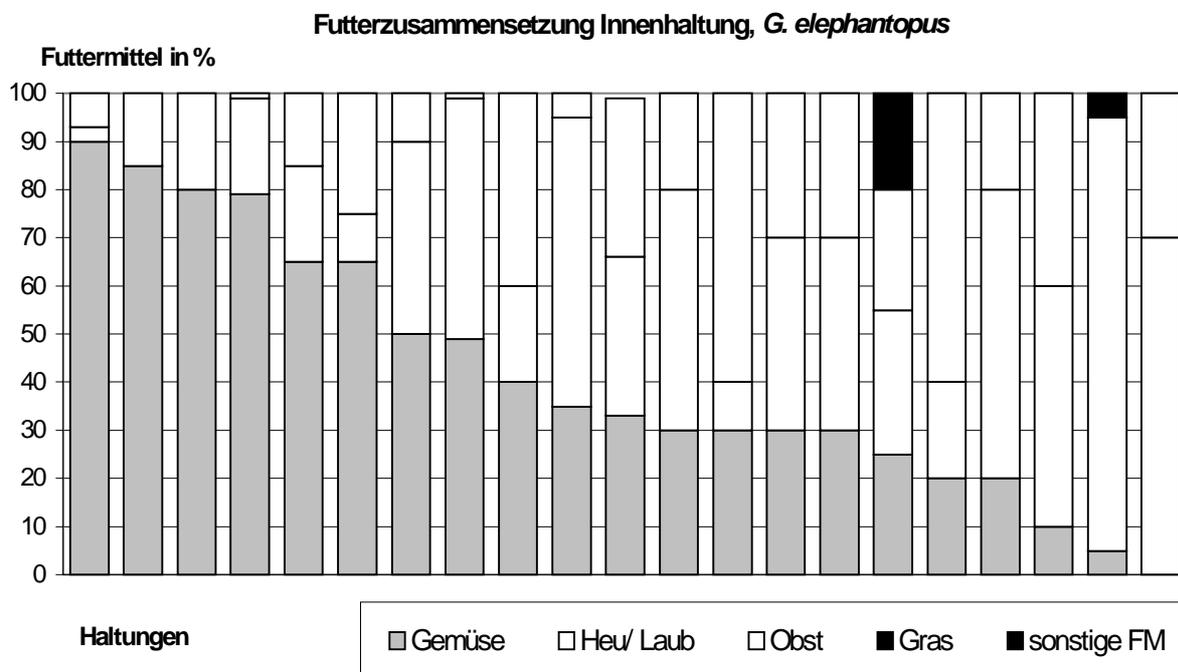


Abbildung II : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Innenhaltung (Winter) in 21 Haltungen von *G. elephantopus*

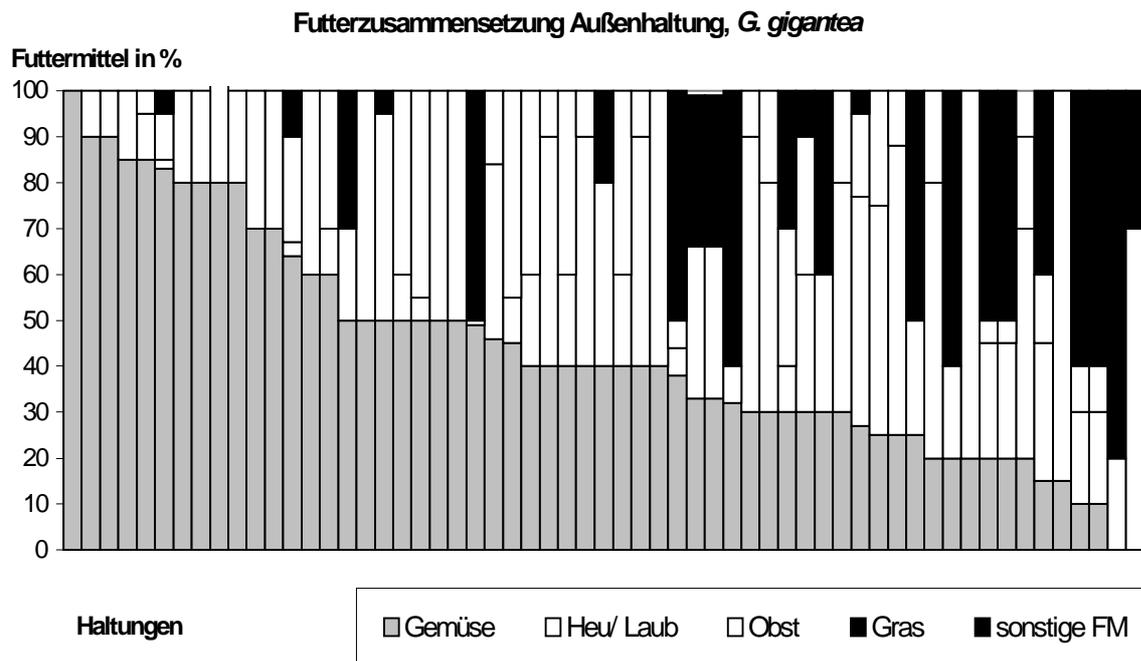


Abbildung III : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Außenhaltung (Sommer) in 59 Haltungen von *G. gigantea*

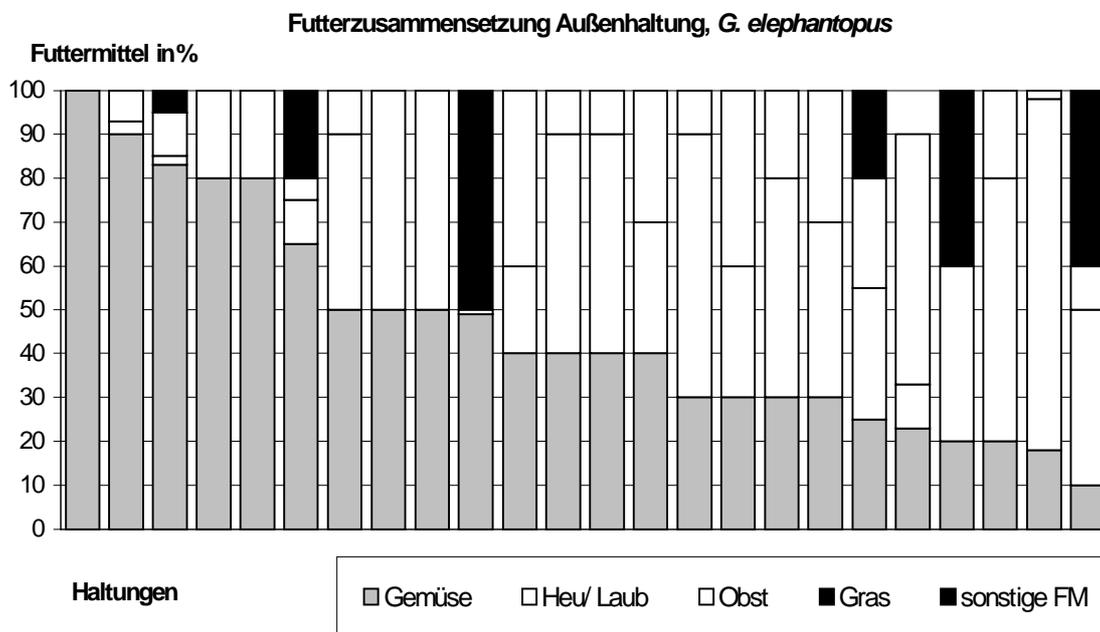


Abbildung IV : Prozentuale Zusammensetzung der Futtermittelration während der Außenhaltung (Sommer) in 24 Haltungen von *G. elephantopus*

9.3 Fragebogen

I. Allgemeine Informationen zu den Tieren:

1. Der Zoo hält (Altersgruppe/Anzahl/Geschlecht):

adulte _____ subadulte _____ juvenile _____

Haltung Innengehege:

2. Die Tiere werden im Innengehege gehalten: _____ Monate im Jahr

3. Die Größe des Innengeheges beträgt: _____ m x m/ qm

4. Der Gehegeboden ist/sind: Sand Beton
 Erde Wasserbecken
 Pflanzen, Wurzeln, Steine
 Sonstige, spezifizieren: _____

5. Das Wasserbecken : ist beheizt
 Wird tagsüber als Badegelegenheit genutzt:

weniger als 1 h ca. 1-2 h
 ca. 2-4 h mehr als 4 h

6. Die Raumtemperatur beträgt: Tagestemperatur (°C): _____ nicht gemessen
 Nachttemperatur (°C): _____ nicht gemessen

7. Die Bodentemperatur beträgt: Tagestemperatur (°C): _____ nicht gemessen
 Nachttemperatur (°C): _____ nicht gemessen

8. Die relative Luftfeuchte im Gehege beträgt (%): _____

9. Der Beleuchtungszeitraum ist (Std. hell): _____ Lichtdurchläss. Dach

10. Die Tiere erhalten UV-Strahlung: nein ja →

a.) Lampen enthalten UV-B Anteil: nein ja

b.) Bestrahlungshäufigkeit- u. dauer: _____

Fütterung im Winter (Innenhaltung):

11. Die Tiere werden gefüttert: täglich _____ x wöchentl.

12. Die Futtermenge je Mahlzeit für alle Tiere ist (in kg): _____

13. Futtermittel (in % oder kg): _____ Obst _____ Heu/Laub
 _____ Gemüse, Kräuter

14. Häufig gefütterte Gemüsearten sind: _____

15. Häufig gefütterte Obstarten sind: _____

16. Werden weitere Futtermittel verwendet: nein ja →

Fertigfutter
 tier. Eiweiß: _____
 Sonstiges: _____

17. Von den Tieren bevorzugtes Futter: _____

18. Vitamin- und Mineralzusätze : nein ja →

a.) Präparate:

b.) wöchentliche Menge: _____ für alle Tiere pro kg KG

19. Ernährungszustand der Tiere wird eingeschätzt als:

eher schlank eher übergewichtig
 normalgewichtig Einzeltiere übergewichtig

20. Die Kotkonsistenz ist: walzenförmig weniger geformt

Haltung Außengehege:

21. Die Größe des Außengeheges beträgt _____ m x m / qm

22. Der Boden ist: Gras/Wiese Sand
 Erde dichter Pflanzenwuchs
 Wasserbecken Schlammsohle
 Hügel Büsche , Bäume

Sonstiges, spezifizieren: _____

a.) Das Wasserbecken wird tagsüber als Badegelegenheit genutzt:

weniger als 1 h ca. 1-2 h
 ca. 2-4 h mehr als 4 h

b.) Die Schlammsohle wird tagsüber als Badegelegenheit genutzt:

weniger als 1 h ca. 1-2 h
 ca. 2-4 h mehr als 4 h

23. Aufenthalt der Tiere nachts: werden ins Haus gebracht
 im Freien, mit oder ohne Unterstand

Fütterung im Sommer (Außenhaltung):

24. Zufütterung außer Gras während Außenhaltg. täglich x wöchentlich

25. Die Menge der Zufütterung für alle Tiere ist: _____ kg

26. Futtermittel (in % oder Anteilen): _____ Obst _____ Heu/Laub/Äste
 _____ Gemüse _____ Gras

27. Vitamin (A+D3) - und Mineralzusätze : nein ja, wie im Winter

Spezielles Management und Pflege:

28. Haben Sie Verhalten/ Aktivität der Tiere durch Haltung/ Fütterung beeinflusst?

nein ja → bitte spezif. Und wurde dadurch die Aktivität erhöht?
 Klimaveränderungen von Regenzeit/Trockenzeit mitieret Aktivität erhöht
 manchmal wird Futter/Grünfutter aufgehängt Aktivität erhöht
 wechselnde Ftterplätze Aktivität erhöht
 Fütterung auf einem Hügel Aktivität erhöht
 zeitweise Futterrestriktion Aktivität erhöht
 Sonstiges, bitte spezif.: _____ Aktivität erhöht

Verhalten und Aktivitäten:

29. Die meisten Tiere sind: aktive
 ruhig, laufen
 ruhig, Einzeltiere sehr aktiv
30. Aktivität der Tiere erhöht sich : bei Kontakt zu Pflegern, Besuchern
 nach Einfetten des
 durch abspritzen mit
 Sonstiges, bitte spezif.:
 Keine Veränderungen

Krankheiten/Todesfälle/Pathologie:

31. Aufgetretene Krankheiten: Durchfall Atemwegserkrankungen
 Verstopfung Paralysen/ Muskelschwächen
 Hexamiten
 Wachstumsstörungen
 Sonstiges, bitte spezif: _____
32. Gab es in den letzten 5 Jahren Todesfälle: nein ja → Anzahl
a.) Todesursachen: _____
b.) pathologische Befunde : _____

II. Reproduktion:**Haltungsbedingungen bezüglich der Reproduktion:**

1. Die Eiablagefläche befindet sich: im Innengehege ist beheizt
 im Außengehege
 Substrat: _____
 keine Eiablagefläche angelegt
2. Wurden die Geschlechter jemals getrennt: nein ja
3. Werden die Geschlechter im derzeitigen Management zeitweise getrennt gehalten:
 nein ja
a.) welcher Zeitraum und wie oft im Jahr: _____
b.) Ergebnis nach Zusammenführung: Männchen zeigten mehr Paarungsversuche
 Weibchen zeigten weniger Abwehr
 Weibchen stellten sich auf
 Sonstige _____
 keine Veränderungen

Paarungs- und Fortpflanzungsverhalten:

4. Paarungsversuche werden beobachtet: ganzjährig
 gehäuft in den Monaten _____
 nein
5. Paarungsaktivste Männchen sind eher: agile, aktive dominante
 große nein, beliebig

6. Von den meisten Männchen bevorzugte Weibchen sind: agile, aktive Hatten schon Eiablagen
 große nein, beliebig
7. Kooperatives Verhalten von Weibchen (Aufstellen) wurde beobachtet: nein ja
8. Kopulationen wurden beobachtet: nein ja, wie oft _____
- a.) waren bestimmte Männchen involviert: agile, aktive dominante
 große nein, beliebig
- b.) waren bestimmte Weibchen involviert: agile, aktive die Eiablagen hatten
 große nein, beliebig
- c.) Kopulationen fanden statt von : nur einem Paar Tieren
 verschiedenen Tieren
- d.) Untergrund bei der Kopulation war: _____ (Bodenart/ Substrat)
 beliebig

Eiablagen:

9. Wurden jemals Eier gelegt: nein ja →
- a.) Bitte tragen Sie die Angaben zu den Weibchen mit Eiablagen in folgende Tabelle:

Name/ Nummer/ID	Weibchen			
gerade Panzerlänge oder Gewicht:				
ca. Alter bei Eiablage:				
Eiablage: einmal o. mehrmals → wie oft				
nach Oxytocingabe: nein ja beides				
Eiablage: auf den Boden o. in ein Nest				
Eiablage erfolgte in den Monaten:				
Anzahl der Eier pro Eiablage:				
Gelege pro Saison:				
Anzahl der Schlüpflinge pro Gelege:				

- b.) Schlupfrate von allen im Zoo inkubierten Eiern: _____
- c.) Fertilitätsrate von allen im Zoo inkubierten Eiern: _____

10. Welche Faktoren halten Sie für sehr wichtig für das Fortpflanzungsverhalten / mögliche Nachzuchterfolge bei Riesenschidkröten:?

Bitte geben Sie einen Skalenwert für die Wichtigkeit an!

1 *Sehr wichtig* 2 *wichtig* 3 *weniger wichtig* 4 *unwichtig*

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> <i>Gruppengröße</i> | <input type="checkbox"/> <i>Lufttemperatur</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Gehegegröße</i> | <input type="checkbox"/> <i>Bodentemperatur</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Licht/ Helligkeit</i> | <input type="checkbox"/> <i>Luftfeuchte</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Komfort/ Wohlfühlen (Wasserbecken, Schlammloch)</i> | |
| <input type="checkbox"/> <i>Futterzusammensetzung (faserreich, energiearm)</i> | |
| <input type="checkbox"/> <i>gutes Wetter (lange Außenhaltung möglich)</i> | |
| <input type="checkbox"/> <i>Vermeidung von Streß (kein manueller Transport zw. Sommer- u. Winterquartier)</i> | |
| <input type="checkbox"/> <i>Wenig Störung durch Menschen</i> | <input type="checkbox"/> <i>Geschlechtertrennung</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Aktivität u. Fitness d. Männchen</i> | <input type="checkbox"/> <i>Männchen physisch stärker als Weibchen</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Besonderer Boden für erfolgreiche Paarungen (Kopulationen):</i> | _____ |
| <input type="checkbox"/> <i>Sonstiges, bitte spezifizieren:</i> | _____ |

Sonstige Informationen:

11. Wurden eigene Untersuchungen des Zoos veröffentlicht? Bitte spezifizieren:

9.4 Liste der in die Untersuchung einbezogenen Halter von *G. gigantea* und *G. elephantopus* mit Hinweisen auf die klimatischen Verhältnisse

<i>Geochelone gigantea</i>		
Zoo/Halter	Land	Klimazone
Tierpark und Fossilium Bochum	D	kühlgemäßigt
Münchener Tierpark Hellabrunn	D	kühlgemäßigt
Zoo Dresden	D	kühlgemäßigt
Tiergarten Heidelberg	D	kühlgemäßigt
Tierpark Carl Hagenbeck, Hamburg	D	kühlgemäßigt
Zoo Duisburg	D	kühlgemäßigt
Vivarium Darmstadt	D	kühlgemäßigt
Krefelder Zoo	D	kühlgemäßigt
Zoo Osnabrück	D	kühlgemäßigt
Hessen, Privathalter	D	kühlgemäßigt
Baden-Württemberg, Privathalter	D	kühlgemäßigt
Zoo Hannover	D	kühlgemäßigt
Parc Paradisio, Cambron-Casteau	B	kühlgemäßigt
Zoologischer Garten Zürich	CH	kühlgemäßigt
Zoologischer Garten Prag	CZ	kühlgemäßigt
Odense Zoo	DK	kühlgemäßigt
Menagerie du Jardin des Plantes, Paris	F	kühlgemäßigt
Parc Zoologique, Lille	F	kühlgemäßigt
Surrey, Privathalter	GB	kühlgemäßigt
Paignton Zoological and Botanical Gardens	GB	kühlgemäßigt
Blackpool Zoo Park	GB	kühlgemäßigt
Twycross Zoo	GB	kühlgemäßigt
Chester Zoo	GB	kühlgemäßigt
Bristol Zoo Gardens	GB	kühlgemäßigt
Cotswold Wildlife Park, Burford	GB	kühlgemäßigt
Southport Zoo and Conservation Trust	GB	kühlgemäßigt
Bioparco Rom	I	warmgemäßigt
Parco Natura Viva, Bussolengo, Pastrengo	I	warmgemäßigt
Wassenaar Wildlife Breeding Centre	NL	kühlgemäßigt
Artis Zoo Amsterdam	NL	kühlgemäßigt
Reptilienzoo Happ, Klagenfurt	Ö	kühlgemäßigt
Zoo Lissabon	POR	warmgemäßigt
Zoo - Aquarium Madrid	SP	warmgemäßigt
Parc Zoologic Barcelona	SP	warmgemäßigt
Australia Zoo, Beerwah, QL	AUS	warmgemäßigt
Hirakawa Zoological Park, Kagoshima	J	warmgemäßigt
Royal Melbourne Zoological Gardens	AUS	kühlgemäßigt
Zoologico de Sao Paulo	BRAS	warmgemäßigt
Granby Zoo, Quebec	CA	kühlgemäßigt
Zoological Center Tel Aviv Ramat- Gan	ISR	warmgemäßigt
Izu-Andyland-Aquarium, Kamo gun, Shizuoka	J	warmgemäßigt
Zoo Negara Malaysia, Kuala Lumpur	MALAYS.	tropisch
Mauritius, Privathalter	MAUR	tropisch
Guadalajara Zoo	MEX	Hochlandklima
Mitchell Park Zoo, Durban	SA	warmgemäßigt

Geochelone gigantea

Zoo/Halter	Land	Klimazone
Birmingham Zoo, AL	USA	warmgemäßigt
Utah's Hogle Zoological Gardens, Salt Lake City, UT	USA	Trockenklima
Blank Park Zoo of Des Moines, IA	USA	kühlgemäßigt
Oakland Zoo, CA	USA	warmgemäßigt
Kansas City Zoological Gardens, MO	USA	kühlgemäßigt
Tulsa Zoological Park, OK	USA	Trockenklima
Metrozoo Miami, FL	USA	tropisch
Lowry Park Zoological Garden, Tampa, FL	USA	warmgemäßigt
Dickerson Park Zoo, Springfield, MO	USA	Trockenklima
Fort Wayne Childrens Zoo, IN	USA	kühlgemäßigt
Glen Oak Zoo, Peoria, IL	USA	kühlgemäßigt
Zoo Atlanta, GA	USA	warmgemäßigt
Fort Worth Zoo and Aquarium, TX	USA	warmgemäßigt
Sacramento Zoo, CA	USA	warmgemäßigt
Binder Park Zoo, Battle Creek, MI	USA	kühlgemäßigt
Henry Vilas Zoo, Madison, WI	USA	kühlgemäßigt
Mesker Park Zoo and Botanic Garden, Evansville, IN	USA	kühlgemäßigt
Albuquerque Biological Park, NM	USA	Trockenklima
Columbus Zoo and Aquarium, OH	USA	kühlgemäßigt
Reid Park Zoo, Tucson, AZ	USA	Trockenklima
Little Rock Zoo, AR	USA	warmgemäßigt

Geochelone elephantopus

Zoo/Halter	Land	Klimazone
Zoologischer Garten Zürich	CH	kühlgemäßigt
Zoologischer Garten Riga	LET	kühlgemäßigt
Royal Rotterdam Zoological and Botanical Garden	NL	kühlgemäßigt
Reptilienzoo Happ, Klagenfurt	Ö	kühlgemäßigt
Australia Zoo, Berwah, QL	AUS	warmgemäßigt
Western Plains Zoo, Dubbo, NSW	AUS	Trockenklima
Australian Reptile Park, Gosford, NSW	AUS	warmgemäßigt
Zoologico de Cali	COL	tropisch
Moskau Zoo	RU	kühlgemäßigt
El Paso Zoo, TX	USA	Trockenklima
Gladys Porter Zoo, Brownsville, TX	USA	warmgemäßigt
Life Fellowship Bird Sanctuary, Seffner, FL	USA	warmgemäßigt
Disney's Animal Kingdom, Lake Buena, Vista, FL	USA	warmgemäßigt
St. Augustine Alligator Farm, FL	USA	warmgemäßigt
Miami Metrozoo, FL	USA	tropisch
Oklahoma City Zoological Park, OK	USA	Trockenklima
Wildlife World Zoo, Litchfield, AZ	USA	Trockenklima
Bermuda Aquarium, Museum and Zoo, Hamilton, FL	USA	warmgemäßigt
Brec's Baton Rouge Zoo, LA	USA	warmgemäßigt
Glen Oak Zoo, Peoria, IL	USA	kühlgemäßigt
Montgomery Zoo, AL	USA	warmgemäßigt
Miller Park Zoo, Bloomington, IL	USA	kühlgemäßigt
Los Angeles Zoo, CA	USA	warmgemäßigt
Henry Vilas Zoo, Madison, WI	USA	kühlgemäßigt
Riverbanks Zoological Park, Columbia, SC	USA	warmgemäßigt

Danksagung

Für die Überlassung dieses interessanten Themas möchte ich Herrn Dr. Knieriem, Stellvertretender Zoologischer Leiter des Zoo Hannover, danken. Ihm und Herrn Dr. Engel, Zoologischer Leiter des Zoo Hannover, gilt mein Dank auch für die Ermöglichung der praktischen Untersuchungen im Zoo Hannover, für die Bereitstellung des Ultraschallgerätes und für die Gewährung zeitlicher Freiräume während der Fertigstellung dieser Arbeit.

Herr Prof. Dr. Wächtler hat die Betreuung dieses Themas an der Tierärztlichen Hochschule Hannover übernommen. Ihm sei für die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung bei Erstellung und Korrektur der Arbeit gedankt.

Mein ganz besonders herzlicher Dank gilt Herrn Dr. Zinke, der meine schriftlichen Erstentwürfe in eine vernünftige Form brachte und durch seine stets zuverlässige, geduldige und freundliche Unterstützung, die Einführung in die statistische Auswertung und durch seine Aufmunterungen entscheidend zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

Den Mitarbeitern des Reviers Showbühne und jeweiligen Helfern danke ich, dass sie mir bei den Untersuchungen der Riesenschildkröten im Zoo Hannover stets tatkräftig zur Seite standen. Dankbar bin ich in besonderer Weise auch Herrn Detlef Busse, der mich für das Thema Riesenschildkröten begeistern konnte. Ihm sei für die Weitergabe seiner Erfahrungen, für fachliche Diskussionen und wertvolle Anregungen gedankt.

Mein Dank gilt ferner Frau Dr. Hofmann-Parisot von der Veterinärmedizinischen Universität Wien sowie Herrn Dr. Lüpke und Herrn Dr. Koch vom Institut für Physik der Tierärztlichen Hochschule Hannover für ihre fachliche Einführung in die Strahlungskunde und die Hilfe bei den Strahlungsmessungen im Schildkrötengehege des Zoo Hannover.

Herrn R. E. Honegger danke ich für die freundliche Unterstützung beim Zusammentragen der Literatur, ihm und den Kollegen vom Zoo Zürich für die Weitergabe ihrer Erfahrungen.

Für Übersetzungen aus dem Japanischen gilt mein Dank Herrn Prof. Yamamori von der Universität Hamburg.

Ein weiterer Dank geht an Kai Olaf Krüger und an Janines Mitbewohnerin, die mir bei der Erstellung des Fragebogens wertvolle Hinweise gaben.

Für ihre Mitarbeit durch die Beantwortung der Fragebögen und für die Bereitstellung von Fotos danke ich allen beteiligten Tierärzten, Kuratoren und Tierpflegern der Zoos sowie den privaten Haltern von Riesenschildkröten.

Herrn J. Gerlach gilt mein Dank für den informativen Gedanken- und Erfahrungsaustausch, besonders zu dem Zuchtprojekt auf Silhouette.

Herrn Zoher, Herrn Dr. Beyerbach und Florian Kolbe danke ich für die hilfreiche Einführung in die Statistik und für die Unterstützung bei den statistischen Berechnungen.

Weiterhin danke ich Herrn Lutz Jakob für die Bereitstellung von umfangreicher und z. T. sonst unerreichbarer antiquarischer Literatur über Riesenschildkröten sowie für informative Fachgespräche.

Für die Bereitstellung von Artikeln und Fotos, den begeisterten Zuspruch zum Thema Riesenschildkröten sowie die finanzielle Unterstützung für den Druck dieser Arbeit möchte ich mich bei Jan Louman vom Wildlife Breeding Centre in Wassenaar bedanken.

Ganz besonders herzlich danke ich meinem Freund Friedrich, der bei allen computertechnischen Problemen eine große Hilfe war, mich stets geduldig unterstützt und ertragen hat und für die nötigen Arbeitspausen zum Auftanken sorgte.

Außerdem geht mein herzlicher Dank an meine Familie, die mich während des Studiums und der Erstellung dieser Arbeit stets liebevoll unterstützte und aufmunterte.

Schließlich danke ich auch allen nicht namentlich genannten Freunden und Bekannten für ihre Hilfe bei der Durchsicht der Arbeit, für ihr Verständnis und ihre Unterstützung.

