



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Das Fortpflanzungsverhalten der  
Breitrandschildkröte *Testudo marginata* Schoepff, 1792,  
in menschlicher Obhut

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser:	Robert Riener
Matrikel-Nummer:	0045212
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	Zoologie
Betreuerin / Betreuer:	Ao. Univ.–Prof. Dr. Helmut Kratochvil
Wien, im	WS 2008

# Danksagung

Ich danke

Herrn Ao. Univ.–Prof. Dr. Helmut Kratochvil für die Betreuung und Begutachtung dieser Arbeit und die vielen interessanten Gespräche, die ich im Laufe meines Studiums mit ihm führen durfte.

Herrn Dr. Michael Mitic, dass er mir stets jeden Freiraum ließ und es mir ermöglicht, meinen Traum zu leben.

Frau Mag. Jasmin Gründling für die vielen Stunden, die sie mit dem Inhaltsverzeichnis und dem Korrekturlesen beschäftigt war. Danke, dass du mich schon so viele Jahre erträgst.

Herrn Dipl.-Ing. Harald Riener für die Unterstützung bei technischen Fragen und dafür, dass er mein Bruder ist.

Der innigste Dank gebührt meinen Eltern, Theresia und Walter Riener, ohne die diese Arbeit nie zustande gekommen wäre und ohne die ich niemals derjenige geworden wäre, der ich heute bin.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>1</b>
<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>1. TESTUDO LINNEUS, 1758 – EIGENTLICHE LANDSCHILDKRÖTEN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. TESTUDO MARGINATA SCHOEPFF, 1792 – BREITRANDSCHILDKRÖTE</b> .	<b>3</b>
2.1. GEOGRAPHISCHE VARIATION UND UNTERARTEN .....	4
2.2. GESCHLECHTSDIMORPHISMUS .....	5
2.3. ÖKOLOGIE .....	6
2.3.1. <i>Biotop</i> .....	6
2.3.2. <i>Nahrung</i> .....	7
2.3.3. <i>Fortpflanzung</i> .....	8
2.3.3.1. Sexualzyklus .....	8
2.3.3.2. Populationsdynamik.....	9
2.3.3.3. Fruchtbarkeit .....	9
2.3.3.4. Inkubation und Schlupf.....	10
2.3.3.5. Schlupferfolg .....	11
2.3.3.6. Jugendentwicklung .....	11
2.3.4. <i>Verhalten</i> .....	12
2.3.4.1. Aktivität .....	12
2.3.4.2. Hibernation .....	12
2.3.4.3. Thermoregulation.....	12
2.3.4.4. Fortpflanzungsverhalten .....	13
2.3.4.5. Eiablage .....	15
2.4. GEFÄHRDUNG .....	17
<b>3. FRAGESTELLUNG</b> .....	<b>18</b>
<b>MATERIAL UND METHODE</b> .....	<b>20</b>
<b>1. ZUCHTGRUPPE</b> .....	<b>20</b>
<b>2. GEHEGE</b> .....	<b>23</b>
<b>3. ERNÄHRUNG</b> .....	<b>28</b>
<b>4. HIBERNATION</b> .....	<b>31</b>
<b>5. FORTPFLANZUNG</b> .....	<b>33</b>
5.1. KOMMENTKÄMPFE.....	33
5.2. PAARUNG.....	35
5.3. EIABLAGE .....	36
5.4. INKUBATION UND SCHLUPF .....	40
5.5. AUFZUCHT DER JUNGTIERE.....	44
5.6. DATENNAHME .....	46
5.7. STATISTIK .....	48
<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>49</b>
<b>1. ANZAHL DER JÄHRLICHEN GELEGE</b> .....	<b>49</b>
1.1. KOMPLETTAUSFÄLLE.....	49
1.2. EIN GELEGE .....	49

1.3.	ZWEI GELEGE .....	50
1.4.	DREI GELEGE.....	50
1.5.	GESAMTANZAHL GELEGE .....	52
<b>2.</b>	<b>GELEGEGRÖÙE.....</b>	<b>53</b>
2.1.	GESAMTLEGELEISTUNG .....	53
2.2.	ANTEIL DER WEIBCHEN AN DER GESAMTEIZAHL.....	54
2.3.	VERTEILUNG DER EIER AUF DIE GELEGE .....	55
2.4.	INDIVIDUELLE JÄHRliche LEGELEISTUNG .....	56
2.5.	MINIMA UND MAXIMA DER LEGELEISTUNGEN .....	56
2.5.1.	<i>Individuell</i> .....	56
2.5.2.	<i>Gesamt</i> .....	57
2.6.	MINIMALE UND MAXIMALE GELEGEGRÖÙE.....	58
<b>3.</b>	<b>RELATION WEIBCHEN – GELEGEZAHL – GELEGEGRÖÙE.....</b>	<b>59</b>
<b>4.</b>	<b>ZEITPUNKTE DER ABLAGEN .....</b>	<b>61</b>
4.1.	DATUM DER ABLAGEN.....	61
4.2.	ERSTE GELEGE IM JAHR.....	63
4.2.1.	<i>Datum der ersten Eiablagen</i> .....	63
4.2.2.	<i>Zeitraum der ersten Ablagen</i> .....	64
4.3.	ZWEITE GELEGE IM JAHR.....	65
4.3.1.	<i>Datum der zweiten Ablage</i> .....	65
4.3.2.	<i>Zeitraum der zweiten Ablagen</i> .....	65
4.3.3.	<i>Zeitraum zwischen erster und zweiter Eiablage</i> .....	66
4.4.	Dritte GELEGE IM JAHR .....	67
4.4.1.	<i>Datum der dritten Ablage</i> .....	67
4.4.2.	<i>Zeitraum der dritten Ablagen</i> .....	68
4.4.3.	<i>Zeitraum zwischen zweiter und dritter Eiablage</i> .....	68
4.4.4.	<i>Gesamte Legeperiode - Zeitraum zwischen erster und dritter Eiablage</i> .....	69
4.5.	ZEITGLEICHE EIABLAGEN (AM SELBEN TAG).....	70
4.6.	ABLAGEN AN AUFEINANDER FOLGENDEN TAGEN .....	71
<b>5.</b>	<b>JUNGTIERE.....</b>	<b>71</b>
5.1.	SCHLUPFERFOLG.....	71
5.1.1.	<i>Individuelle Schlupfraten</i> .....	71
5.1.2.	<i>Minimale und maximale jährliche Schlupfrate</i> .....	73
5.1.3.	<i>Gesamtschlupfraten</i> .....	74
5.1.3.1.	<i>Jährliche Gesamtschlupfraten</i> .....	74
5.1.3.2.	<i>Gesamtschlupfrate des Beobachtungszeitraumes</i> .....	75
5.1.3.3.	<i>Schlupfraten der Gelege</i> .....	75
5.1.4.	<i>Verteilung der Jungtiere auf die Gelege</i> .....	76
5.1.5.	<i>Anteil der Weibchen am Schlupferfolg</i> .....	76
5.1.6.	<i>Jährliche Anzahl an Jungtieren</i> .....	77
5.1.7.	<i>Relative Fruchtbarkeit</i> .....	78
5.2.	ENTWICKLUNG DER JUNGTIERE .....	80
5.2.1.	<i>Inkubationszeiten</i> .....	80
5.2.2.	<i>Schlupfgewichte Testudo marginata im Jahr 2008</i> .....	80
5.2.3.	<i>Entwicklung von Nachzuchtieren</i> .....	82
	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>84</b>
<b>1.</b>	<b>GELEGE.....</b>	<b>84</b>

1.1.	GELEGEANZAHL.....	84
1.2.	GELEGEGRÖßE .....	86
<b>2.</b>	<b>ABLAGE .....</b>	<b>90</b>
2.1.	ZEITPUNKTE DER ABLAGEN .....	90
2.2.	ZEITRÄUME DER ABLAGEN .....	92
2.3.	GEGENSEITIGE BEEINFLUSSUNG .....	93
<b>3.</b>	<b>FRUCHTBARKEIT.....</b>	<b>94</b>
3.1.	SCHLUPFRATEN.....	94
3.2.	BEFRUCHTUNGSRATEN .....	96
3.3.	JUNGTIERE .....	96
	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>102</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>104</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>108</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>110</b>
	<b>LEBENS LAUF .....</b>	<b>112</b>

## ABSTRACT

This study was conducted between 1997 and 2008. Three pairs of adult Marginated Tortoise *Testudo marginata* (Schoepff 1792) were kept and bred in Austria under near natural conditions. Special attention was given to the female reproductive behaviour showing clear similarities and differences between the three observed female individuals.

During this 12 year period 73 clutches were laid which total 561 eggs of which 494 juveniles hatched successfully. On average each female laid two clutches per annum however on several occasions a third clutch was also produced.

The significant difference between the females lies in their volume (body weight) which correlates to the deviations in rear shell shape. One female shows a higher arch at the carapace and thus allows for a larger body volume of the individual. This leads to the potential capability of producing a larger number of eggs per clutch. This study showed that indeed the female with the largest body volume produced the most amounts of eggs, although the least amount of clutches were laid by that individual. Further more the lowest hatch rate was observed but overall the highest number of juveniles was successfully produced. With the exception of the above mentioned female all others correspond to literature denotations of other authors.

Even though this female produced the most overall eggs and juveniles she showed to be less fertile than the other two females. These mostly showed hatch rates of over 90 % and not uncommonly of 100 %. The heavier female on the other hand showed an average of 80 % hatch rates.

The two lighter females often produced a third annual clutch. The heavier female only showed this in the first season making the fact that more eggs were produced per annum even more fantastic.

The deployment of the clutches was limited to the months of May, June and July of which the majority were laid in May and June. This observation also correlates to the specifications of other literature for both captive and free land observations. Apart from a few single delays in clutch deployment all three females laid very reliably regarding the deployment time and time periods. Deployment occurred,

depending on weather conditions, roughly every year at the same time. In some years however the deployment shifted forward up to two weeks due to mild weather conditions. Clutches were mostly laid successively within a few days so that a total of 25 days passed between first, second and third deployment. The total deployment season of *Testudo marginata* under the described conditions can be calculated at 50 days.

One or more of the bred juveniles were kept and raised almost every year giving data on growth rate and weight increase. This allows us to make statements on the development of juvenile *Testudo marginata* in human care.

## **EINLEITUNG**

### **1. *Testudo* Linneus, 1758 – Eigentliche Landschildkröten**

Während früher unter *Testudo* beinahe alle Echten Landschildkröten zusammengefasst wurden (z.B. WERMUTH und MERTENS 1961 und 1977), werden seit der Bearbeitung von LOVERIDGE und WILLIAMS (1957) verschiedenen Artengruppen ein eigener Gattungsrang zugestanden. Ganz neue molekularbiologische Befunde deuten nun aber darauf hin, dass diese Aufspaltung ebenso wenig die realen Verwandtschaftsbeziehungen wieder spiegelt, wie die früher sehr weit gefasste Gattung *Testudo* (FRITZ und CHAYLAN 2001). In die Gattung *Testudo* werden heute vier Arten, namentlich *T. graeca*, *T. hermanni*, *T. kleinmanni*, und *T. marginata* gestellt.

Die rezenten *Testudo*-Arten lassen sich von kleinen südeuropäischen Landschildkröten des Miozäns ableiten. *Testudo hermanni* kam bis zum Ende des Pliozäns bis Südpolen vor (MŁYNARSKI 1962, 1968). Während des Quartärs zog sie sich in das südliche Europa zurück und ab dem oberen Pleistozän beschränkte sich das Vorkommen auf die nördlichen Küstenregionen des Mittelmeers. Das Verbreitungsgebiet von *Testudo marginata* erreichte bei weitem nicht den Umfang wie bei *T. hermanni*, erstreckte sich jedoch deutlich über das heutige Areal hinaus. Die ältesten bekannten Fossilien von *T. marginata* stammen aus dem plio/pleistozänen Übergangsbereich und wurden am Peloponnes, also innerhalb des heutigen Verbreitungsgebiets, gefunden (SCHLEICH 1982a). Außerhalb dessen kann für die Umgebung von Rethymnon (Pleistozän, BACHMAYER et al. 1976, MAYHEW 1977, KOTSAKIS 1978, MANGILI 1980) ein früheres Vorkommen auf Kreta nachgewiesen werden. Die rezente *T. marginata* bewohnt endemisch die südliche Balkanhalbinsel und einige Ägäische Inseln. Auf Sardinien, der Apenninen-Halbinsel und Malta wurde sie durch den Menschen eingeschleppt.

### **2. *Testudo marginata* Schoepff, 1792 – Breitrandschildkröte**

Das natürliche Verbreitungsgebiet von *Testudo marginata* ist im Wesentlichen auf das griechische Festland und Euböa beschränkt. Für das Festland werden folgende Regionen angegeben: Epirus, Westmakedonien, westlicher Teil Zentralmakedoniens, Thessalien, Zentralgriechenland, Westgriechenland, Attika

und Peloponnes. Neben Euböa ist *Testudo marginata* noch von einigen anderen griechischen, meist festlandnahen Inseln, bekannt, wobei es hier schwer zu entscheiden ist, ob es sich lediglich um eingeschleppte Einzeltiere oder allochthone oder autochthone Populationen handelt (BRINGSØE et al. 2001).

### **2.1. Geographische Variation und Unterarten**

Verglichen mit ihren griechischen Artgenossen weisen adulte Breitrandschildkröten auf Sardinien einen hinten wesentlich weniger ausladenden und in der Mitte schwächer taillierten Carapax auf. Auch ist der Hinterrand viel weniger stark gesägt (MAYER 1992, 1994, FRITZ et al. 1995). Aufgrund dieser auffallenden Merkmale stellte MAYER (1992) für die sardischen Breitrandschildkröten den Namen *Testudo marginata sarda* auf. Da subadulte und junge adulte Exemplare der Breitrandschildkröte aus Griechenland aber auch noch keinen so stark ausladenden und deutlich taillierten Rückenpanzer aufweisen, sind die genannten diagnostischen Merkmale als persistierende Jugendmerkmale aufzufassen. Die Zacken der hinteren Marginalia entstehen bei griechischen *Testudo marginata* erst im Verlauf des weiteren Wachstums durch die Verschiebung der einzelnen Marginalschilder gegeneinander. Bei sardischen Breitrandschildkröten geschieht dies nicht (CHAYLAN 2001).

Da *Testudo marginata* auf Sardinien eingeschleppt wurde und das Vorkommen somit viel zu jung ist, um als Unterart anerkannt zu werden, ist der Status als Subspezies trotz der deutlichen morphologischen Unterschiede nicht haltbar. Diese sind auf einen Founder- bzw. Gendefekt zurückzuführen (FRITZ et al. 1995).

In Griechenland, auf der Manihalbinsel (Peloponnes), existiert neben der großwüchsigen Form mit weit ausladenden Hinterrändern bei den Männchen noch eine kleinwüchsige, deren Männchen der stark ausladende Panzerhinterrand fehlt (KEYMAR und WEISSINGER 1987).

Nach KEYMAR und WEISSINGER (1987) lässt sich aufgrund dieser morphologischen Unterschiede eine taxonomische Abgrenzung nicht rechtfertigen, da die Zwergform im heißesten, trockensten und kärglichsten Gebiet des gesamten Verbreitungsareals der Art vorkommt und die Merkmalsunterschiede somit möglicherweise ökologischen Ursprungs sein können. Dennoch erkannte BOUR

(1996) die Zwergform als eigenständiges Taxon an und erteilte ihr als *Testudo weissingeri* sogar Artstatus, während ARTNER (1996) sie lediglich als schwach definierte Unterart einstuft und ihr in einer späteren Arbeit (2000) sogar diesen abspricht.

## **2.2. Geschlechtsdimorphismus**

Während bei allen anderen Arten der Gattung *Testudo* die Weibchen größer werden als die Männchen, übertreffen bei der Breitrandschildkröte die Männchen regelmäßig die Weibchen deutlich in Größe und Gewicht (KEYMAR und WEISSINGER 1987, RUDLOFF 1990, MAYER 1992, BOUR 1996). Nach BOUR (1996) erreicht *Testudo marginata* im männlichen Geschlecht durchschnittlich 270 mm Carapaxlänge, die Weibchen 260 mm. Bemerkenswerterweise handelte es sich bei einem extrem großen Exemplar von etwa 400 mm Panzerlänge und über acht kg Gewicht um ein Weibchen (RUTTENSTORFER und ARTNER 1997).

Der Carapax der meisten männlichen *Testudo marginata* aus Griechenland ist in der Mitte deutlich tailliert. Der Panzer der weiblichen Tiere ist meist weniger lang gestreckt (BOUR 1984). Zudem ist er, wie auch der Rückenpanzer juveniler Exemplare, am Hinterrand in viel geringerem Maße ausladend und aufgeworfen. Allerdings kommt diese Panzerform auch bei Männchen vor, wie es von der sardischen Population (MAYER 1992, FRITZ et al. 1995) bekannt ist und auch bei der kleinwüchsigen Form auf der Manihalbinsel auftritt (BOUR 1996).

Wie bei den anderen europäischen Landschildkröten ist auch bei *Testudo marginata* der Schwanz des Männchens wesentlich länger als jener der Weibchen. Die Kloakenöffnung befindet sich distaler. Ebenso ist das Plastron der Männchen stark konkav gewölbt, während jenes der Weibchen in der Regel flach ist. Die Tatsache, dass Weibchen der Breitrandschildkröten mit ebenso stark konkavem Plastron wie die Männchen vorkommen können (RUDLOFF 1990, MAYER 1992), dürfte unter allen Testudiniden einzigartig sein.

## 2.3. Ökologie

### 2.3.1. Biotop

Obwohl die Breitrandschildkröte eine Vielzahl von Lebensräumen bewohnt, stellt die als Phrygana bezeichnete Vegetationsform den charakteristischen Biotop von *Testudo marginata* dar. Typische Habitats bestehen aus felszerklüftetem Terrain mit mehr oder weniger dichter Dornbuschvegetation und reichen vom Meeresspiegel bis in Höhenlagen von 800 m. Jedoch besiedelt sie auch weniger raue und felsige Gebiete und bewohnt diese gemeinsam mit *Testudo hermanni*. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass in warmen Habitats *Testudo marginata* höhere Dichten erreicht, während in kühleren Lagen *Testudo hermanni* in größerer Zahl vorkommt (BRINGSØE et al. 2001).

Als Habitatgeneralist nimmt *Testudo marginata*, besonders in kühleren Gebieten, mit einer Vielzahl von Lebensräumen vorlieb. Ebenso wie *Testudo hermanni* besiedelt sie auch Kulturland wie Olivenhaine und Ackerflächen, erreicht dort aber eine wesentlich geringere Individuendichte als diese (BRINGSØE et al. 2001).

ARTNER (1998) berichtet sogar von einer Strand bewohnenden Population bei Igoumenitsa.

Bevorzugte Lebensräume sind immergrüne Hartlaubgesellschaften, wie die Phrygana und Maccia, in denen *Testudo marginata* besonders brandgefährdet ist.

Die Phrygana, der charakteristische Lebensraum der Breitrandschildkröte (u.a. WILLEMSEN und HAILEY 1989, HERZ 1994, ARTNER 1996, 1998, BOUR 1996, ARTNER und ARTNER 1997) ist von Sträuchern und Kräutern, wie Behaarter Dornginster (*Calicotome villosa*), Dorniger Ginster (*Genista acanthoclada*), Dornbusch-Wolfsmilch (*Euphorbia acanthothamnus*) und Salbei (*Salvia pomifera*) dominiert. Hinzu kommen strauchförmig wachsende Bäume, wie Kermeseiche (*Quercus coccifera*), Flaumeiche (*Quercus pubescens*) und Steineiche (*Quercus ilex*). Diese Pflanzengemeinschaft ist meist durch die Dominanz von kleinen, oft dornigen Sträuchern mit ledrigen, dicht behaarten Blättern gekennzeichnet (BRINGSØE et al. 2001).

### 2.3.2. Nahrung

Ebenso wie die anderen Arten der Gattung *Testudo* ernährt sich die Breitrandschildkröte in erster Linie von vielen verschiedenen mono- und dicotyledonen Pflanzen. In der Literatur sind nur sehr wenige Angaben über die Ernährung von *Testudo marginata* im natürlichen Verbreitungsgebiet zu finden. Die folgenden Angaben basieren auf Untersuchungen von *Testudo hermanni*, die häufig sympatrisch mit *Testudo marginata* vorkommt und sich diese vermutlich in gleicher Weise ernährt.

Die Tiere sind in erster Linie herbivor und ernähren sich vor allem von ein- oder mehrjährigen Pflanzen der Krautschicht, aber auch, sofern diese nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, von grünen Teilen diverser Hartholzgewächse, Bäume und Sträucher, wie Steineiche (*Quercus ilex*), Korkeiche (*Quercus suber*), Olivenbaum (*Olea europaea*), Steinlinden (*Phillyrea angustifolia* und *P. media*) und Stechpalmen-Kreuzdorn (*Rhamnus alternus*). Obwohl einige Pflanzen, wie Angehörige der Familien der Fabaceae und Asteraceae, bevorzugt werden, gehören sehr viel mehr Pflanzenarten zum Nahrungsspektrum, was eine sehr große Flexibilität in der Nahrungswahl demonstriert. Stark duftende bzw. aromatische Pflanzen, welche in der mediterranen Maccia und Garrigue/Phrygana häufig sind, werden gänzlich verschmäht. Hier ist die Familie der Lamiaceae mit Thymian (*Thymus vulgaris*), Lavendel (*Lavendula sp.*), Rosmarin (*Rosmarinus officinalis*) und Bohnenkraut (*Satureja montana*) hervorzuheben. Die Arten der Familie der Euphorbiaceae (Wolfsmilchgewächse) werden aufgrund ihres toxischen Milchsaftes ebenso gemieden wie einige stark behaarte oder durch Wachssekretion vor Verdunstung geschützte Vertreter der Lamiaceae. Andererseits verzehren die Schildkröten stark toxische Pflanzen, wie Schmerwurz (*Tamus communis*) oder Arten der Gattung *Arum* (Aronstabgewächse), ohne Schaden zu nehmen (CHEYLAN 2001). Vermutlich werden von den Schildkröten einige giftige Pflanzen gezielt gefressen, um Darmparasiten (Nematoden) entgegenzuwirken (LONGEPIERRE und GRENOT 1999).

Sie profitieren gebietsweise aber auch oftmals von Kulturpflanzen und verzehren sowohl Blätter als auch Früchte von Melonen, Gurken, Bohnen, Erbsen, Trauben

sowie vom Baum gefallene Feigen, Birnen, Äpfel und Maulbeeren und werden in Folge dessen oftmals als bedeutender Schädling in der Landwirtschaft angesehen. Auch hinsichtlich der gefressenen Pflanzenteile erweist sich *Testudo marginata* als nicht wählerisch. Auf dem Speisezettel stehen Blätter, Blüten, Stängel, Knollen, Zwiebeln und Früchte.

Über die Entwicklung der Nahrungspräferenz kann gesagt werden, dass die Schildkröten im Frühling, wenn die quantitative und qualitative Nahrungswahl am größten ist, ein spezialisiertes Fressverhalten zeigen, und ein unselektives im Sommer, wenn nur mehr wenig Nahrung zur Verfügung steht (CHEYLAN 2001).

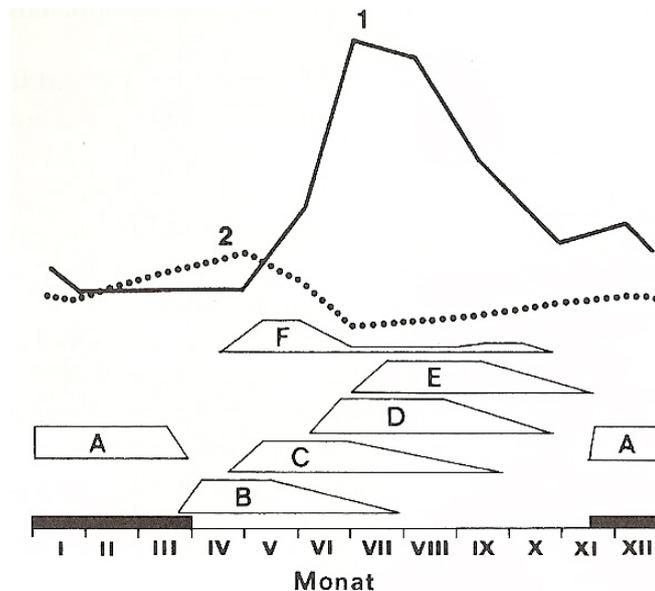
Während *Testudo marginata* in Gefangenschaft regelmäßig Fleisch frisst (ARTNER 1998), wurde sie in der freien Wildbahn nur sehr selten beim Verzehr von Aas beobachtet (BRINGSØE et al. 2001).

Zum Auffinden der Nahrung bedient sich *Testudo marginata*, genau wie die anderen *Testudo*-Arten, des Geruchs und auffälliger Farben, wie KIRSCHKE (1979) an Exemplaren in menschlicher Obhut beobachtete.

### **2.3.3. Fortpflanzung**

#### **2.3.3.1. Sexualzyklus**

KUCHLING (1981, 1982) stellte bei *Testudo hermanni* einen postnuptialen Testikularzyklus fest. Vermutlich trifft dies auch auf alle anderen mediterranen *Testudo*-Arten, also auch auf *Testudo marginata*, zu. Gegen Ende April, zu Beginn der Jahreszeit, kommt es zu einer deutlichen Vergrößerung der Nebenhoden. Die Spermatogenese erreicht im Juli/August ein Maximum (*Abbildung 1*). Diese wird im Wesentlichen durch die Umgebungstemperatur gesteuert, während die Photoperiode eine eher untergeordnete Rolle spielt. Erst ab einer konstanten Temperatur von 26° C wird Sperma produziert, bei Temperaturen unter 21° C kommt die Spermatogenese zum Erliegen (KUCHLING 1981).



**Abbildung 1:** Hauptphasen des männlichen Reproduktionszyklus bei *Testudo hermanni* in Montenegro. Schwarzer Balken: Hibernation. Kurve 1: Entwicklung des Testikelsgewichts ausgedrückt in % des Körpergewichts, Kurve 2: Entwicklung des Nebenhodengewichts ausgedrückt in % des Körpergewichts. A: Gonadale Ruhephase, B: Vermehrung der Spermatozoen, C: Spermatocytogenese, D: Spermiohistogenese, E: Austreibung der Spermien in den Nebenhoden, F: Paarungsphase. Nach KUCHLING (1982).

### 2.3.3.2. Populationsdynamik

Alle Testudiniden besitzen eine geringe Fruchtbarkeit. Die sehr spät einsetzende Geschlechtsreife wird durch die hohe Lebenserwartung der Adulti kompensiert. Dadurch lassen sich die Vertreter der Gattung *Testudo* als K-Strategen auffassen. Die verschiedenen Altersklassen erfahren einen sehr langsamen Turnover und das Gleichgewicht zwischen Rekrutierung und Mortalität der einzelnen Altersklassen wird durch das lange Überleben der Adulti garantiert (CHAYLAN 2001).

### 2.3.3.3. Fruchtbarkeit

HAILEY und LOUMBOURDIS (1988) geben für wildlebende *Testudo marginata* aus der Gegend Litchoron am Ostabhang des Olympos folgende Daten an: In den Jahren 1985 und 1986 wurden von Mitte bis Ende Mai acht hochtrachtige Weibchen angetroffen. Die Carapaxlänge betrug  $253 \pm 17$  (230 bis 282) mm, das Gewicht lag bei  $2080 \pm 39$  (1480 bis 2670) g. Das durchschnittliche Gelege enthielt  $5,6 \pm 1,1$  (4 bis 7) Eier ( $n = 8$ ). Die hartschaligen Eier waren kugelförmig, einige aber auch oval. Die jährliche Eiproduktion liegt nach HAILEY und LOUMBOURDIS (1988) bei durchschnittlich 14,4 Eiern.

Die Fruchtbarkeit von *Testudo hermanni* hängt eindeutig mit der Größe des Muttertieres zusammen, was vermutlich auch auf *Testudo marginata* zutrifft. So setzen mittelgroße Weibchen die meisten Eier ab. Jüngere und damit in der Regel kleinere Weibchen legen durchschnittlich weniger Eier jährlich. Im Alter lässt die Fruchtbarkeit der Weibchen nach. So legen sehr alte und große Schildkröten im Schnitt ebenfalls weniger Eier im Jahr (HAILEY und LOUMBOURDIS 1988).

In Mitteleuropa finden die Eiablagen von Ende April (ARTNER 1998) bzw. Mai/Anfang Juni bis in den Juli hinein statt (RUDLOFF 1990). Nach HEIMANN (1989) setzen die Weibchen ab Mitte Mai bis zu drei Gelege im Abstand von ca. 25 Tagen ab. Auch RUDLOFF (1990) berichtet von bis zu drei Eiablagen im Jahr. Die von HAILEY und LOUMBOURDIS (1988) in Griechenland durchgeführten Gonadenuntersuchungen ergaben ebenso eine Anzahl von  $2,6 \pm 0,7$  Gelegen pro Jahr was den in Gefangenschaft gemachten Beobachtungen entspricht.

Die in menschlicher Obhut ermittelten Gelegegrößen schwanken zwischen fünf bis 14 (HEIMANN 1989), fünf bis acht (ARTNER 1998) und acht bis 12 (TIPPMANN 2000) Eiern. In seltenen Fällen wurden schon Gelegegrößen von 15 Eiern ermittelt (RUDLOFF 1990).

BAUR (2000) berichtet von einer adulten *Testudo marginata*, bei der über einen Zeitraum von einem Jahr etwa alle vier Wochen eine Eiablage zu beobachten war. Schuld daran war wohl die Haltung unter unnatürlichen Bedingungen mit dauerhaft übermäßigem Futterangebot und dem Fehlen von Ruhephasen und Stimuli, die das Ende der Reproduktionsphase mit darauf folgender Latenzzeit einleiten.

Ob *Testudo marginata* über die bei Schildkröten immer wieder diskutierte Fähigkeit, Sperma zu speichern, verfügt, wie es CHEYLAN (1981) für *Testudo hermanni* zeigen konnte, ist nicht gesichert.

#### **2.3.3.4. Inkubation und Schlupf**

Über die Dauer der Inkubation unter natürlichen Bedingungen ist nichts bekannt. Unter künstlichen Bedingungen bei Inkubationstemperaturen von 30 bis 33° C schlüpften die Jungtiere nach höchstens 70 Tagen. (NÖLLERT 1987, ARTNER 1998).

Der Schlupferfolg ist bei den genannten Inkubationstemperaturen sehr von der Feuchtigkeit im Nest abhängig (NÖLLERT 1987, ARTNER 1998).

Aus der Arbeit von EENDEBAK (1995) für *Testudo hermanni* wird ersichtlich, dass bei konstanten Temperaturen zwischen der Inkubationstemperatur und der Entwicklungsdauer kein lineares Verhältnis besteht. Die Entwicklung zeigt bei 27,5° C einen deutlichen Knick. Bei Temperaturen von 25 bis 26° C ist die Zeitigungsdauer lang (über 80 Tage), bei Temperaturen zwischen 29 und 34° C sehr viel kürzer (unter 60 Tage). Bei konstanten Inkubationstemperaturen unter 23° C und über 34° C beträgt die Mortalitätsrate 100 %. Während der Inkubation erfahren die Eier einen Gewichtsverlust von 30 bis 40 %.

Die durch die Lage im Ei bedingte asymmetrische Deformierung der Jungtiere und die Querfaltung des Plastrons verliert sich innerhalb der ersten Lebenswochen.

#### **2.3.3.5. Schlupferfolg**

Die vorhandenen Angaben beruhen größtenteils auf Beobachtungen von *Testudo hermanni* unter künstlichen Bedingungen, sind also durchaus auf *Testudo marginata*, aber nur sehr eingeschränkt auf natürliche Verhältnisse übertragbar. Bei EENDEBAK (1995) waren von 741 in Gefangenschaft abgelegte Eier 515 befruchtet, 312 kamen davon zum Schlupf. Das entspricht einer Fertilitätsrate von 69,5 % und einer Schlupfrate von 42,1 %. HAILEY und LOUMBOURDIS (1990) geben einen Schlupferfolg von 71 % an, bei EHRENGARD (1971) schlüpften 79,4 %.

#### **2.3.3.6. Jugendentwicklung**

Bei RUDLOFF (1990) maßen die in Gefangenschaft frisch geschlüpften Jungtiere von *Testudo marginata* 29 bis 36 mm Panzerlänge und wogen 9 bis 17 g. Etwas höhere Werte, nämlich 35 bis 40 mm Panzerlänge bei 12 bis 19 g gibt ARTNER (1998) an. Bei HAILEY und LOUMBOURDIS (1990) betrug die durchschnittliche Carapaxlänge einer unbekannte Zahl von Schlüpflingen, die bei 35° C inkubiert wurden, 34,5 mm.

Über das Wachstum der Jungtiere in freier Natur ist nichts bekannt. Bei ARTNER (1998) wogen die in Gefangenschaft aufgezogenen Jungtiere nach einem Jahr 54

bis 84 g bei einer Panzerlänge von 66 bis 75 mm und nach fünf Jahren 146 bis 255 g bei einer Länge von 95 bis 113 mm.

Nach RUDLOFF (1990) erreichen Breitrandschildkröten unter menschlicher Obhut nach etwa acht bis 12 Jahren mit einer Panzerlänge von 200 bis 220 mm die Geschlechtsreife. HERZ (2007) gibt bei Erreichen der Geschlechtsreife für die Weibchen ein Alter von acht bis 10 Jahren und für die Männchen sechs bis acht Jahren an.

### **2.3.4. Verhalten**

#### **2.3.4.1. Aktivität**

*Testudo marginata* besitzt, wie die anderen *Testudo*-Arten, eine ausgeprägt diurnale Aktivität, die sich, sofern es die Wetterbedingungen erlauben, über die gesamte Tageszeit erstrecken kann. Die heißesten Temperaturen um die Tagesmitte werden vermieden und im Schatten unter Sträuchern verbracht (BRINGSØE et al. 2001). Bei *Testudo marginata* tritt eine echte Aestivation häufiger auf als bei *Testudo hermanni* (WILLEMSSEN 1991). Die kühlen Morgen- und späten Abendstunden des zeitigen Frühjahres und Spätherbstes werden ebenso vermieden.

#### **2.3.4.2. Hibernation**

Die Aktivität von *Testudo marginata* ist im Winter sehr stark eingeschränkt, jedoch können auch in dieser Zeit an sonnigen Tagen regelmäßig aktive Individuen angetroffen werden. Deshalb kann bei der Breitrandschildkröte auch nicht, wie bei anderen Reptilien, von einer „Winterruhe“ gesprochen werden (z.B. WILLEMSSEN 1991, BOUR 1996). Nach BOUR (1996) bleiben die Tiere im westlichen Taygetosgebiet sogar meist ganzjährig aktiv, mit Ausnahme der kältesten Tage im Dezember und Jänner, und kompensieren so die in diesem Gebiet sehr ausgeprägte sommerliche Ruhepause.

#### **2.3.4.3. Thermoregulation**

Für *Testudo marginata* ist, wie auch für *Testudo hermanni*, die Thermoregulation von großer Bedeutung. Für letztere gibt es für das natürliche Verbreitungsgebiet folgende Beobachtungen: Während des gesamten Aktivitätszyklus verbringen die

Schildkröten im Durchschnitt 60 % der eigentlichen Aktivitätszeit mit Thermoregulieren. In Zeiten suboptimaler Temperatur kann diese Rate sogar bis auf 80 % ansteigen (CHAYLAN 1981). Die Kerntemperatur wird dabei wie bei den meisten Reptilien durch das Verhalten reguliert.

*Testudo marginata* bevorzugt im Gegensatz zu *Testudo hermanni* eher offenere und sonnenexponiertere Geländestrukturen. Dadurch erreicht sie schneller und einfacher eine hohe Körpertemperatur. Dies wird zusätzlich durch die dunkle Färbung und die relativ größere Oberfläche unterstützt. Andererseits ist die beschleunigte Erwärmung auch erforderlich, da die Breitrand Schildkröte in ihrem kargen und trockenem Lebensraum mehr Zeit zur Nahrungssuche und –aufnahme aufwenden muss (BRINGSØE et al. 2001).

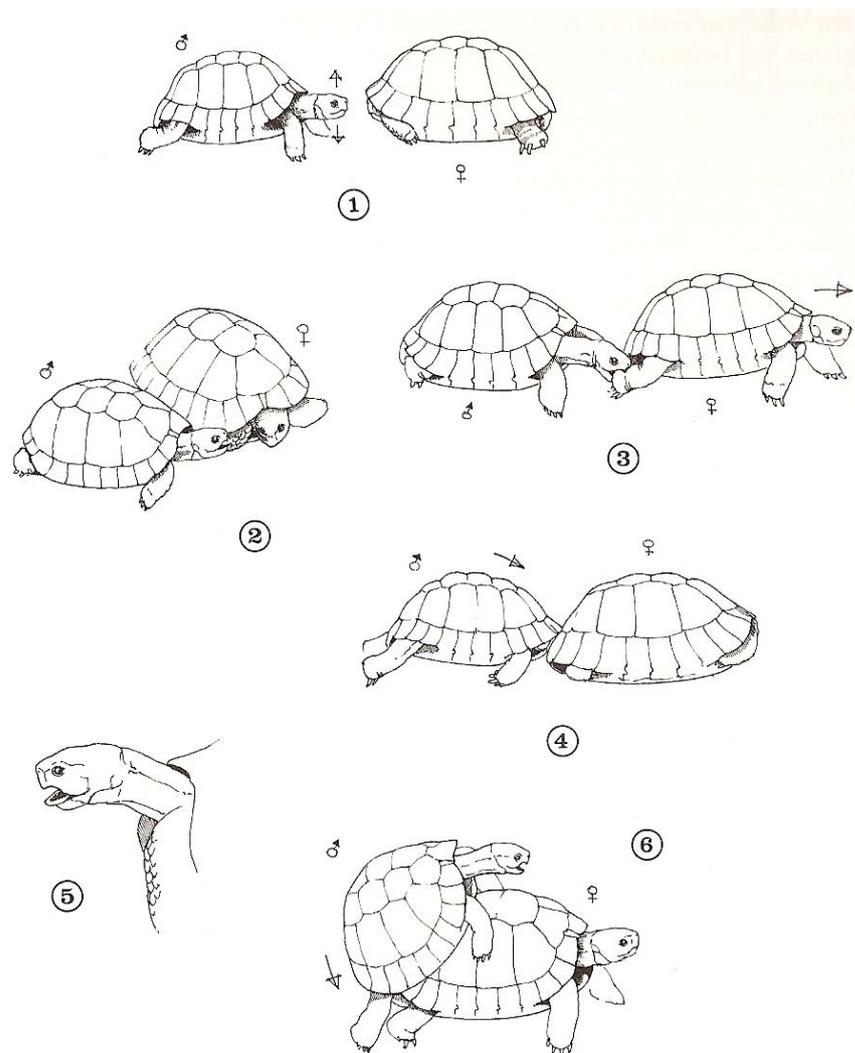
Bei sonnenbadenden Exemplaren ermittelte WILLEMSEN (1991) maximale Körpertemperaturen von 36° C. Bei Tieren, die während der Nahrungsaufnahme gefunden wurden, betrug die Körpertemperatur bis zu 37° C. Durchschnittlich lagen die Werte zwischen 30 und 34° C. Wildlebende *Testudo marginata* wiesen deutlich höhere Körpertemperaturen auf als *Testudo hermanni*. So lagen während der Nahrungsaufnahme die Temperaturen von *Testudo marginata* 3° C über jener der anderen Art (WILLEMSEN 1991).

*Testudo marginata* ist eurythemer als *Testudo hermanni*. Sie toleriert niedrigere und höhere Temperaturen als diese und erlangt dadurch im südlichen Griechenland einen ökologischen Vorteil. Sie kann dort auch die sehr heißen und trockenen Gebiete besiedeln, während *Testudo hermanni* auf relativ feuchte und kühle Lebensräume beschränkt ist (BRINGSØE et al. 2001).

#### **2.3.4.4. Fortpflanzungsverhalten**

Das Sexualverhalten gleicht dem der anderen *Testudo*-Arten und verläuft im Großen und Ganzen wie von verschiedenen Autoren (u.a. KIRSCHKE 1967, CHEYLAN 1981) detailliert für *Testudo hermanni* beschrieben. Das Balzverhalten des Männchens ist weitgehend durch ritualisierte Verhaltensweisen gekennzeichnet. Zu Beginn erkundet es die Kopfreion und die vorderen Gliedmaßen des Weibchens, begleitet durch nickende Kopfbewegungen (*Abbildung 2.1*). Anschließend umrundet es das Weibchen und beginnt, es auf den

hinteren Teil des Panzers zu stoßen. Bleibt das Weibchen mit in den Panzer eingezogenen Kopf und Gliedmaßen sitzen, erhöht das Männchen die Intensität der Werbungsversuche, beißt in Vorder- (Abbildung 2.2) und Hinterbeine (Abbildung 2.3), rammt es erneut mit dem Panzer (Abbildung 2.4) und versucht, aufzureiten. Dabei stößt es im selben Rhythmus seiner Paarungsbewegungen mit weit geöffnetem Maul tiefe, seufzende Laute aus (Abbildung 2.5 u. 2.6). Ein paarungsbereites Weibchen bleibt mit ausgestrecktem Schwanz und eingezogenem Kopf sitzen und erlaubt dem Männchen die Kopulation (CHAYLAN 2001).



**Abbildung 2:** Balz- und Paarungsverhalten bei *Testudo* sp. Erläuterungen siehe Text. Aus CHEYLAN (2001).

Während der Kopulation bewegt das Weibchen im selben Rhythmus, in dem das Männchen seine Paarungslaute ausstößt, den Kopf abwechselnd von der einen Seite zur anderen (RUDLOFF 1990, ARTNER 1998).

Die wenigen Beobachtungen des Fortpflanzungsverhaltens von frei lebenden Breitrandschildkröten deuten auf zwei Fortpflanzungsperioden, im Frühjahr und im Herbst, hin (BRINGSØE et al. 2001). ARTNER (1996) beobachtete auf dem Peloponnes Ende März gesteigerte sexuelle Aktivitäten.

In menschlicher Obhut können über den gesamten Aktivitätszeitraum Paarungsaktivitäten beobachtet werden, jedoch entfällt die Zeit der größten sexuellen Aktivität auf die Monate Mai/Juni und erfährt im September einen zweiten Höhepunkt (RUDLOFF 1990, ARTNER 1998).

#### **2.3.4.5. Eiablage**

In Gefangenschaft erfolgt die Eiablage etwa fünf bis sechs Wochen nach der Paarung in derselben Weise wie bei den anderen *Testudo*-Arten. Der eigentlichen Eiablage geht ein tagelanges Suchen nach dem richtigen Legeplatz voraus. In dieser Zeit kann es auch zu Scheinpaarungen mit anderen Weibchen kommen, die genauso ablaufen, wie eine Paarung zwischen Männchen und Weibchen. Der Eiablageplatz wird vom Weibchen einer genauen olfaktorischen Prüfung unterzogen und mit dem Maul werden Proben genommen. Das Weibchen hält sich nun öfter an dieser Stelle auf und Probegrabungen können vorkommen. Am späten Vormittag bis Mittag beginnt dann die Eiablage (HERZ 2007).

Die Eiablage erfolgt in der wie von verschiedenen Autoren für *Testudo hermanni* angegebenen Weise. Dazu werden von den Weibchen offene Stellen aufgesucht, die eine gut „grabbare“ Bodenstruktur, z.B. Sand oder lockere Erde, und eine günstige Sonnenexposition aufweisen. Der Landschaftscharakter (Sonnenexposition, Bodenstruktur, Vegetationsbedeckung) bestimmt dabei im Wesentlichen die räumliche Verteilung der Gelege. Diese erfolgt in offenem und flachem Gelände eher zufällig, wohingegen in bewaldeten und hügeligen Landschaften sich die Nester oftmals an besonders günstigen Stellen konzentrieren. Hier können auf 1 m<sup>2</sup> zwei oder drei Gelege kommen. (CRUCE und RĂDUCAN 1976, SWINGLAND und STUBBS 1985). Sehr günstige Stellen werden

häufig von den Weibchen regelmäßig, oft über mehrere auf einander folgende Jahre hinweg, immer wieder zur Eiablage aufgesucht.

Der Eiablageplatz wird zunächst sorgfältig auf seine Eignung geprüft. Dazu läuft das Weibchen hin und her, beschnuppert den Boden und nimmt ab und an auch etwas Substrat mit dem Maul auf. Hat es sich für eine Stelle entschieden, stemmt es die Vorderbeine fest in die Erde und beginnt, alternierend mit den Hinterbeinen die Grube auszuheben. Erweist sich die ausgewählte Stelle als ungeeignet, z.B. wenn das Weibchen auf ein Hindernis wie Wurzeln oder Steine stößt, bricht es den Nestbau ab und sucht nach einer anderen Stelle. Auch auf Störungen reagieren die Weibchen empfindlich mit dem Abbrechen der Grabtätigkeiten. So kommt es oft vor, dass mehrere Grabversuche der eigentlichen Eiablage voraus gehen.

Ist die Nistgrube fertig, beginnt die Eiablage. Nach dem Verlassen der Kloake wird jedes Ei sorgfältig mit den Hinterbeinen in der Grube ausgerichtet, bevor das nächste gelegt wird. Nach der Eiablage wird die Grube mit den Hinterbeinen wieder verschlossen und die Erde festgestampft. Anschließend dreht sich das Weibchen einige Male um sich selbst und glättet dabei mit dem Plastron den Boden über dem Nest. Eine fertig verschlossene Nistgrube ist dadurch kaum mehr als solche zu erkennen.

Über die Anzahl der Gelege, die pro Jahr abgesetzt werden, gibt es nur sehr wenige Untersuchungen, da es sehr schwierig ist, einzelne Weibchen über einen längeren Zeitraum im Auge zu behalten. In Griechenland werden wohl zwei bis drei Gelege abgesetzt (HAILEY und LOUMBOURDIS 1988). Individuelle und jährliche Unterschiede sind hier zu berücksichtigen.

Die weißen und hartschaligen Eier sind rundlich-oval geformt. Sie sind in Form und Größe innerhalb eines Geleges sehr konstant. Zwischen Gelegen von verschiedenen Weibchen zeigt sich allerdings eine deutliche individuelle Variabilität. Nach HAILEY und LOUMBOURDIS (1988) besteht zumindest bei *Testudo hermanni* eine positive Korrelation zwischen Eibreite und Größe des Muttertiers. Kleinere Weibchen legen eher länglichere Eier. Diese können ein kleineres Becken leichter passieren als die rundlichen, aber gleich schweren Eier, die größere Weibchen produzieren. Kein signifikanter Zusammenhang besteht hingegen zwischen dem Eigewicht und der Größe des Weibchens (SWINGLAND

und STUBBS 1985, HAILEY und LOUMBOURDIS 1988). Eine signifikant positive Korrelation besteht zwischen der Eizahl, dem Gesamtgewicht des Geleges und der Größe des Weibchens (CRUCE und RĂDUCAN 1976, HAILEY und LOUMBOURDIS 1988, 1990, FERTARD 1992).

#### **2.4. Gefährdung**

Die direkte und indirekte Gefährdung der Populationen der Breitrandschildkröte durch den Menschen ist, wie auch bei den anderen europäischen Schildkrötenarten, nur sehr schwer einzuschätzen. Tatsache ist, dass durch die lokale Ausrottung von Prädatoren durch den Menschen Vorteile für die Schildkröten entstehen. Im Gesamten überwiegen aber die negativen Folgen des antropogenen Einflusses. Da *Testudo marginata* erst sehr spät die Geschlechtsreife erlangt und eine Art mit geringer Reproduktionsrate ist, können sich Eingriffe des Menschen sehr schwerwiegend auswirken. Besonders die in den heißen und trockenen Monaten in großen Gebieten üblichen Brandrodungen können ganze Populationen von *Testudo marginata* vernichten (BRINGSØE et al. 2001). Durch Brandverletzungen gezeichnete oder bei Bränden getötete Exemplare werden sehr häufig in der Literatur erwähnt (z.B. WILLEMSEN 1995, BOUR 1996).

Moderne landwirtschaftliche Methoden wirken sich auf *Testudo marginata* in geringerem Maße aus, als bei *Testudo hermanni* (WILLEMSEN 1995), die viel eher in landwirtschaftlich nutzbaren Gebieten vorkommt, als die Breitrandschildkröte. Jedoch wurden auch Fälle bekannt, wo Habitate von *Testudo marginata* in Olivenhaine umgewandelt wurden (WILLEMSEN 1995). Nach ARTNER (1996) werden in solchen Hainen kleine Pflüge eingesetzt, um den Boden für Netze, die dem Einsammeln der Oliven dienen, zu ebnen. Durch diese Pflüge erleiden die Breitrandschildkröten häufig Verletzungen. Jungtiere sterben oftmals an von Ziegenherden verursachten Trittschäden (HERZ 1994).

Der in Griechenland stetig anwachsende Tourismus bringt zusätzlich großen negativen Einfluss mit sich. Durch den Bau von Straßen- und Hotelanlagen bzw. anderen touristischen Einrichtungen wurden zahlreiche Habitate von *Testudo marginata* unwiederbringlich zerstört (HERZ 1994).

Aktives Töten durch Bauern kommt bei *Testudo marginata* weit häufiger vor als bei *Testudo hermanni*, da sie durch ihre Größe als größerer Schädling betrachtet wird. Sie wird meist mittels großer Steine durch Zertrümmern des Panzers erschlagen. In bestimmten Arealen werden die Tiere auch noch für den illegalen Handel als Terrarientiere abgesammelt (WILLEMSEN 1995).

### 3. Fragestellung

Das heftig diskutierte Problem der stetig steigenden Produktion von Treibhausgasen, vor allem durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen, rückt heute mehr in den Focus von Öffentlichkeit und Wissenschaft denn je. Die deutlichsten und wohl schwerstwiegenden Folgen sind durch die dadurch hervorgerufene weltweite Klimaerwärmung, dem „Global Warming“, zu erwarten. Schon seit längerem weisen der Anstieg des Meeresspiegels und ein starkes Abschmelzen der Gletscher auf ein weltweites Problem hin.

Viele der offensichtlichen Folgen dieser Veränderungen, wie das durch die Erwärmung der Ozeane hervorgerufene großflächige Korallensterben oder das immer häufiger auftretende Wetterphänomen „El Niño“, sind allgemein bekannt. Was die globale Erwärmung im Detail bewirkt und was sie, abgesehen vom Verlust des Lebensraumes, für die einzelnen Arten bedeutet, ist größtenteils noch völlig unklar.

Als Reptil und somit poikilothermes Lebewesen ist *Testudo marginata*, wie alle Schildkröten, in ihrer Lebensweise vorrangig von der Temperatur als wichtigsten exogenen Umweltfaktor abhängig. Eine geringfügige Änderung der allgemeinen Klimasituation kann im Laufe der Zeit unvorhergesehene Auswirkungen auf die mediterranen Landschildkröten haben. Insbesondere die Fortpflanzung kann unter veränderten klimatischen Bedingungen empfindlich leiden. Die Inkubation der Eier der *Testudo*-Arten ist in erster Linie von der Temperatur, aber auch der Feuchtigkeit im Nest abhängig. Ein Sinken bzw. Steigen der durchschnittlichen Temperatur- und Feuchtigkeitswerte kann sich negativ auf die Überlebensrate der Embryonen auswirken. Bei der sehr niedrigen Vermehrungsrate und dem langsamen Turnover von Landschildkröten führt dies unweigerlich zu großen Verlusten und kann zum Verschwinden ganzer Populationen führen. Da aber auch

die Geschlechtsausprägung der Embryonen temperaturabhängig ist, wirken sich schon sehr geringe Änderungen der Temperatur schwerwiegend auf die Zusammensetzung der Populationen und des Geschlechterverhältnis aus. Dies kann wiederum weit reichende und langfristige Auswirkungen auf das Überleben der Art haben. Auch für eine mögliche Modifikation des Legeverhaltens der Weibchen, wie die Initiierung der Eiablage und die Wahl des Eiablageplatzes, kann eine Änderung der wichtigsten Wetterfaktoren Temperatur, Sonnenschein und Niederschlag, verantwortlich gemacht werden.

Dies alles macht deutlich, dass das Überleben von *Testudo marginata* und aller anderen Landschildkröten in Zukunft möglicherweise durch den klimatischen Wandel in Frage gestellt werden muss.

Europäische Landschildkröten sind, wie beinahe alle Reptilien, akut vom Aussterben bedroht. Besonders *Testudo marginata* reagiert durch ihr kleines Verbreitungsgebiet, ihre geringen Populationsgrößen und niedrige Reproduktionsrate sehr empfindlich auf Eingriffe des Menschen, deren ganzer Einfluss noch nicht abschätzbar ist.

Diese Studie soll nach Auswertung aller gesammelten Daten Einblick in das Fortpflanzungsverhalten von *Testudo marginata* in Gefangenschaft unter mitteleuropäischen Bedingungen gewähren. Das Augenmerk wurde hierbei vor allem darauf gelegt, wie häufig Gelege hervorgebracht werden, wie viele Eier produziert werden und wie viele lebensfähige Jungtiere daraus letztlich hervorgehen. Dabei wurde besonders auf Unterschiede zwischen den einzelnen Weibchen in Bezug auf etwaige Änderungen des Fortpflanzungsgeschehens, insbesondere die Eiproduktion bzw. -ablagezeitpunkte und den Schlupferfolg unter konstanten Inkubationsbedingungen geachtet und versucht, herauszufinden, worin diese Unterschiede gründen.

Dazu wurden drei ausgewachsene Paare in Gefangenschaft gehalten und ab 1997 regelmäßig zur Vermehrung gebracht. Die in Österreich gesammelten Daten und gewonnenen Ergebnisse sollen Rückschlüsse auf die Situation in den natürlichen Verbreitungsgebieten von *Testudo marginata* ermöglichen.

# MATERIAL UND METHODE

## 1. Zuchtgruppe

Die Gruppe besteht aus drei Weibchen und drei Männchen. Die Tiere sind ausgewachsen und wurden in den Jahren 1995 bis 1997 gekauft. Zwei Tiere wurden als Paar angeschafft, die anderen als Einzeltiere. Alle sechs Breitrandschildkröten stammen aus zumindest mehrjähriger Haltung in Österreich. Für jene zwei Tiere, die als Paar gekauft wurden, wurden nachweislich 1981 erstmals Papiere ausgestellt, befinden sich also mittlerweile mindestens seit 27 Jahren in menschlicher Obhut. Die Abnutzungserscheinungen des Panzers und der allgemeine Eindruck der Tiere lassen beim größten Männchen und einem Weibchen auf ein sehr hohes und bei einem Weibchen immerhin noch auf ein fortgeschrittenes Alter schließen. Die anderen Exemplare befinden sich augenscheinlich in den mittleren Jahren, sollten sich also am Höhepunkt ihrer Fortpflanzungsfähigkeit befinden.

Die Tiere weisen folgende Gewichte und Maße auf:

Männchen	Gewicht [g]	Stockmaß [mm]
Sul	3890	320
Mo	2950	290
Ra	2900	300
Weibchen		
Na	2870	275
M1	2400	270
M2	2200	260

**Tabelle 1:** Gewichte und Stockmaße der Alttiere.

Alle drei männlichen Tiere und zwei der Weibchen besitzen die arttypischen morphologischen Merkmale von *Testudo marginata* aus griechischen Herkunftsgebieten, sprich einen im männlichen Geschlecht stark verbreiterten und gesägten Carapaxhinterrand (*Abbildung 3*). Auch der Hinterrand der Weibchen ist deutlich, wenn auch viel schwächer, verbreitert und schwach gesägt. Die Rückenpanzerlinie fällt von der Mitte als höchstem Punkt gleichmäßig nach hinten zum Rand hin ab. Der Rückenpanzer der Männchen ist hochgewölbt, jener der beiden Weibchen ist oben eher abgeflacht. Das dritte Weibchen unterscheidet sich in diesen Merkmalen deutlich von den anderen Tieren. Der Rückenpanzer erreicht erst im hinteren Drittel die größte Höhe. Er ist auch viel höher gewölbt als der Carapax der anderen Weibchen, wodurch es zu einem

größeren Volumen und dem daraus resultierenden, relativ zur Länge, höheren Gewicht kommt. Von dem höchsten Punkt fällt die Rückseite des Rückenpanzers sehr steil ab und läuft in einen nur sehr schwach ausgestellten und nur wenig gesägten Hinterrand aus (*Abbildungen 4 und 5*). Diese morphologischen Merkmale würden auf eine Zugehörigkeit zum sardischen Phänotyp schließen lassen, würde das Tier nicht nachweislich griechischer Herkunft sein. Es waren womöglich Exemplare ähnlicher Wuchsform, die sich nach der Einschleppung in Sardinien durchgesetzt haben und durch den Gründer- oder Gendrifteffekt das dortige Erscheinungsbild formten.



**Abbildung 3:** Vergleich Männchen (rechts) und Weibchen Na (links) in der Dorsalansicht. Der verbreiterte Hinterrand des Männchens ist deutlich zu erkennen. Links im Vordergrund eine weibliche *Testudo hermanni boettgeri*, rechts vorne Weibchen M1.



**Abbildung 4:** Dorsalansicht der drei Weibchen. Links Weibchen Na, rechts M2, oben M1.



**Abbildung 5:** in der Lateralansicht der Weibchen M1 (links) und Na (rechts) ist der Unterschied der Carapaxform deutlich zu erkennen.

Die drei Weibchen weisen ein leicht konkaves Plastron auf, wie es normalerweise für die Männchen der meisten Testudiniden typisch ist und wie es auch in der Literatur für *Testudo marginata* beschrieben wird (RUDLOFF 1990, MAYER 1992).

## 2. Gehege

Die Tiere bewohnen in der aktiven Zeit des Jahres, von etwa März bis November, mehrere Freilandanlagen gemeinsam mit einer größeren Gruppe der östlichen Unterart der Griechischen Landschildkröte, *Testudo hermanni boettgeri*. Da die Männchen beider Arten, speziell von *Testudo hermanni*, unter künstlichen Bedingungen dazu neigen, die Weibchen permanent zu umwerben und zu Paarungen zu bewegen, sind die Geschlechter bis auf wenige Tage im Jahr getrennt untergebracht. Dies verhindert, dass die Weibchen ständig den rüden Attacken der Männchen ausgesetzt sind, was in beiden Geschlechtern in höchstem Maße Stress hervorruft und bei den Weibchen auch mit dem Tode enden kann. Auch eine Eiablage ist in ständiger Anwesenheit eines oder mehrerer Männchen kaum möglich und eine Legenot wäre die Folge.

Das Gehege der Weibchen misst, ohne die Fläche des Gewächshauses, 30 m<sup>2</sup> (Abbildung 6). Die Fläche des Männchengeheges beträgt 44 m<sup>2</sup> (Abbildung 7). Ein einzelnes männliches Exemplar von *Testudo hermanni boettgeri* ist aufgrund seiner Unverträglichkeit anderen Männchen sowohl der eigenen Art, als auch den männlichen *Testudo marginata* gegenüber, einzeln in einem 11 m<sup>2</sup> großen Gehege untergebracht. Das Areal der Jungtiere ist 2 m<sup>2</sup> groß (Abbildung 8). Die gesamte Freilandanlage umfasst somit eine Fläche von 87 m<sup>2</sup>.

Da in unseren Breiten die warme Jahreszeit kürzer ist als in den mediterranen Herkunftsgebieten der Tiere und sie dadurch zu einer unnatürlich langen Hibernation gezwungen würden, befindet sich im Gehege der Weibchen ein handelsübliches Gewächshaus (Abbildung 9), um diesen Unterschied etwas zu kompensieren. Das begehbare Gewächshaus mit einer Fläche von 4 m<sup>2</sup> besteht aus einer Konstruktion von Aluminiumprofilen, welche zur Gewährleistung eines sicheren Standes auf einbetonierten Hohlziegeln steht. Abgedeckt ist es mit isolierenden und bruchsicheren Doppelstegplatten aus Kunststoff. Auf der dem Wetter abgewandten Seite besitzt das Dach ein Kippfenster, welches, ebenso wie

die Tür, an warmen Tagen geöffnet ist, um eine Überhitzung zu verhindern. Um besonders niedrigen Temperaturen bzw. sehr lang andauernden Schlechtwetterperioden vorzubeugen, befinden sich im Gewächshaus ein Frostwächter als Heizung und mehrere Spotstrahler. Als Boden wurde eine dicke Schicht Sand eingebracht, abschließend befindet sich darauf eine Lage Stroh. Eine unter dem Gewächshaus durchführende Öffnung ermöglicht den Schildkröten Tag und Nacht freien Zugang. Diese verbringen die Nacht und teilweise die heißen Stunden des Tages darin. Dazu vergraben sie sich vollständig im Stroh. In der kalten Zeit kurz nach und vor der Hibernation ist diese Öffnung verschlossen und es befinden sich alle Tiere im schützenden Glashaus, in der Zeit, in der die Geschlechter getrennt sind, haben nur die Weibchen Zugang.

Im Gehege der Männchen befindet sich lediglich ein wettergeschützter Unterschlupf unter einem Geräteschuppen aus Holz (*Abbildung 10*). Den Boden des Unterschlupfes bildet gewachsener Lehmboden, worauf sich ebenfalls eine Lage Stroh befindet, in welche sich die Tiere nachts verkriechen.

Die Einfriedung der Gehege besteht aus einem 40 cm hohen Holzzaun. Den oberen Abschluss bildet ein waagrecht nach innen weisendes Brett, um ein mögliches Entkommen nach oben zu erschweren. Bei der Bepflanzung wurde darauf geachtet, genügend Abstand zum Zaun zu halten, um keine Ausstiegshilfen zu schaffen. Besonderes Augenmerk wurde auf die unterirdische Sicherung des Geheges gelegt, um ein Untergraben zu verhindern. Dazu wurden Holzpalisaden 40 cm tief in den Boden eingebracht.

Die Anlagen sind größtenteils mit Gras bewachsen, wobei darauf geachtet wurde, dass zur Thermoregulierung bevorzugte Stellen frei von Bewuchs bleiben. Dort besteht der Boden aus Kies, Schotter oder wurde mit Steinplatten ausgelegt. Dadurch wird erreicht, dass der Boden morgens schnell abtrocknet und sich rasch erwärmt, was besonders in den kühlen und feuchten Übergangsjahreszeiten von Vorteil ist. Auch an den Futterstellen (*Abbildung 11*) besteht der Boden aus großen Steinplatten, wodurch die Futteraufnahme erleichtert und eine gründliche Reinigung ermöglicht wird. Vervollständigt wird die Gehegeeinrichtung durch die Einbringung von Struktur gebenden Felsen, Hölzern und niedrigen Büschen oder Sträuchern, unter denen die Tiere in den heißen Mittags- und Nachmittagsstunden vor der Sonne Schutz suchen. Im Gehege der Weibchen befinden sich noch zwei

sonnenexponierte Eiablagehügel aus Lehm, Sand und Komposterde. Ein durch Spotstrahler erwärmter Ablagehügel für Schlechtwetterperioden im Gewächshaus erwies sich als nicht notwendig und wurde wieder entfernt.

Neben den beiden Anlagen befindet sich noch ein kleines Gehege zur Aufzucht der Jungtiere, welches in etwa dieselbe Einrichtung aufweist.



**Abbildung 6:** Blick in das Hauptgehege (Weibchengehege). Zentral befindet sich das Gewächshaus. Im Vordergrund erkennt man das Jungtiergehege.



**Abbildung 7:** Ausschnitt aus dem Gehege der Männchen. Hier ist die starke Strukturierung zu erkennen, welche den Tieren als Versteck und Sichtbarriere dient.



**Abbildung 8:** Gehege zur Aufzucht der Jungtiere



**Abbildung 9:** Blick in das Gewächshaus. Rechts ist ein Abteil für die Jungtieraufzucht in Kaltwetterphasen zu erkennen.



**Abbildung 10:** Unterschlupf im Männchengehege.

### 3. Ernährung

Die Ernährung stellt einen der elementarsten Aspekte in der erfolgreichen Haltung und Nachzucht von Landschildkröten dar und so gilt ein Großteil der Aufmerksamkeit der Auswahl und Zusammensetzung der Nahrung, um die Tiere über die lange Spanne ihres Lebens gesund zu erhalten. Zeigt ein Tier Anzeichen einer Krankheit, insbesondere wenn diese durch eine Fehlernährung hervorgerufen wurde, ist eine Behandlung meist nicht mehr erfolgreich.

Um der Herkunft der Tiere Rechnung zu tragen, wird *Testudo marginata* in erster Linie mit faser- und ballaststoffreichen Wiesenkräutern ernährt. Den großen Teil bilden hier der Löwenzahn, *Taraxacum sp.*, und mehrere Wegericharten, wie *Plantago major*, *P. media* und *P. lanceolata*. Daneben wird eine möglichst abwechslungsreiche Auswahl an anderen einjährigen dicotyledonen Pflanzen angeboten, wie die Ackerwinde (*Convolvulus avensis*), Zaunwinde (*Calystegia sepium*), verschiedene Nesseln (*Lamium sp.*), Glockenbume (*Campanula sp.*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Kohldistel (*Cirsium oleraceum*), Nachtkerze (*Oenothera biennis*), Königskerze (*Verbascum thapsus*), verschiedene Kleearten (*Trifolium sp.*) und viele mehr. Sämtliche oberirdischen Teile dieser Pflanzen, also Blätter und Blüten samt Stielen sowie die Samen werden von den Tieren verzehrt, wobei speziell die Samen reich an wertvollen Omega-3-Fettsäuren sind (VINKE und VINKE 2004). Die bunten Blüten, insbesondere jene von gelber und roter Farbe, besitzen für die Schildkröten eine besondere Anziehungskraft und werden selektiv ausgewählt.

Die Ernte der Kräuter erfolgt häufig relativ unselektiv indem einfach ein viel versprechendes Stück Wiese abgemäht und den Schildkröten gefüttert wird. Diese müssen sich ihr bevorzugtes Futter heraussuchen, wobei Gras meist verschmäht wird. Allerdings kann *Testudo marginata*, im Gegensatz zu *Testudo hermanni*, ab und an beim Abweiden von jungem Gras beobachtet werden. Auch zufällig mit ins Maul aufgenommene Grashalme werden weniger häufig mühsam wieder hervorbefördert als bei der Griechischen Landschildkröte, sondern meist mit gefressen.

In geringen Quantitäten werden Kulturpflanzen aus eigenem Anbau, wie bittere und faserreiche Salatsorten, Blätter von Rettich und Radieschen, Kohlsorten, Gurken,

Kürbis usw., gefüttert. Sehr selten bekommen die Schildkröten Obst, wie Apfel, Birne, Melone, Kirsche, Erdbeere und dergleichen, da sich der hohe Gehalt an Zucker schädlich auswirken kann. Schwere Durchfälle können die Folge sein, die durch ein gestörtes Gleichgewicht der Mikroorganismen im Darm hervorgerufen werden können. Fruchtzucker begünstigt z.B. die Vermehrung von Hefen (DENNERT 2004).

Zusätzlich zur pflanzlichen Kost wird regelmäßig, jedoch in kleinen Mengen, proteinreiche tierische Nahrung angeboten. Diese ist vor allem bei der Aufzucht von Jungtieren wichtig. Während *Testudo hermanni*, je nach individuellen Vorlieben, gierig Insekten, Regenwürmer, Nacktschnecken, rohen Fisch oder auch Aas verzehrt, konnten, im Gegensatz zu ARTNER (1998), weder adulte noch juvenile *Testudo marginata* bei der aktiven Aufnahme von tierischem Eiweiß beobachtet werden. Viel mehr werden an den Futterpflanzen anhaftende Schnecken, Insekten oder deren Eier und Larven eher zufällig mit aufgenommen, was den geringen Proteinbedarf wohl in ausreichendem Maße deckt.

In der Hauptaktivitätszeit im Frühjahr und Sommer wird am frühen Vormittag und am späten Nachmittag, zur zweiten Aktivitätsphase nach der Mittagshitze, frisches Futter angeboten. In den kühleren Übergangsjahreszeiten, in denen die Schildkröten meist nur eine aktive Phase in der warmen Tageszeit zeigen, werden sie nur einmal täglich gefüttert.

Um den bei adulten Schildkröten eher geringen Wasserbedarf zu decken, steht den Tieren eine flache Wasserschale zur Verfügung, die, ebenso wie der Futterplatz, täglich gereinigt wird. Während Jungtiere, die einen hohen Wasser- und Feuchtigkeitsbedarf haben, und auch adulte *Testudo hermanni* häufig bei der Wasseraufnahme beobachtet werden können, trinken erwachsene *Testudo marginata* sehr selten. Dies lässt sich auf die Anpassung an sehr trockene und heiße Lebensräume zurückführen.

Da bei abwechslungsreicher Ernährung mit Wiesenkräutern und ausschließlicher Haltung im Freiland mit direkter Sonneneinstrahlung bisher keinerlei Mangelerscheinungen aufgetreten und diese auch nicht zu erwarten sind, wird beinahe vollständig auf Supplementierung verzichtet. Lediglich Sepiaschulp und zerbrochene Eierschale wird den Tieren zur selbstständigen Aufnahme zur

Verfügung gestellt, um den Bedarf an Kalzium zu decken. Diese werden vor allem von den weiblichen Tieren, die zur Produktion der Eier einen erhöhten Kalziumbedarf haben, in Anspruch genommen. Auch Jungtiere und heranwachsende Tiere benötigen eine größere Menge an Kalzium zum Aufbau von Knochen und Panzer. Es wurden auch schon Tiere bei der Aufnahme von alten und brüchigen Hühnerknochen, die zufällig mit Komposterde in den Eiablagehügel verbracht wurden, beobachtet. Das Kauen an Sepiaschulp oder Knochen verhindert zudem ein übermäßiges Wachstum der Hornschneiden des Mauls, welches durch ein Übermaß an zu weichem Futter begünstigt wird und die Schildkröte mit der Zeit bei der Nahrungsaufnahme behindern würde.



**Abbildung 11:** Breitrand Schildkröten frühmorgens am Fressplatz. Während die Jungtiere im Hintergrund noch thermoregulieren, sind die meisten adulten Tiere schon bei der Nahrungsaufnahme. Durch ihr sehr viel geringeres Volumen verlieren sie während der Nacht viel mehr Wärme als die adulten Tiere. In der Mitte sitzt ein sehr großes Weibchen von *Testudo hermanni boettgeri*.

## 4. Hibernation

Mit Fortschreiten des Spätherbstes verändert sich zusehends das Verhalten der Schildkröten. Der im Sommer bimodal geprägte Aktivitätsrhythmus mit seinen zwei aktiven Phasen weicht einem unimodalen Aktivitätsmuster und die Tiere sind nur noch in den wärmsten Stunden aktiv bis sie sich schließlich zur Winterruhe zurückziehen. Die Nahrungsaufnahme wird nach und nach eingestellt und die Tiere verbringen die meiste Zeit mit Thermoregulation.

Zu diesem Zeitpunkt, da ohnedies keine Paarungsaktivitäten mehr auftreten, bewohnen schon alle adulten Schildkröten das zentrale Gehege, um ihnen den Zugang zum schützenden Gewächshaus zu ermöglichen. Steigen die Tagestemperaturen nicht mehr über 15° C oder ist das Wetter sehr schlecht, wird der Eingang verschlossen, sodass die Schildkröten im Gewächshaus verbleiben. Die Tiere vergraben sich nun, dem individuellen Rhythmus entsprechend früher oder später, im Sand unter der Strohaufgabe, wobei *Testudo marginata* in der Regel später in die Hibernation geht als *Testudo hermanni*. Spätestens Ende Oktober sind dann aber alle Tiere vergraben und in Winterruhe. Eine Ausnahme bildet hier das Männchen Ra, das regelmäßig auch noch im Dezember aktiv angetroffen wird.

Ein wiederholtes Baden der Tiere vor der Hibernation zum Zwecke der Darmentleerung wurde nie praktiziert. Da die Tiere bis zum selbstständigen Antritt zur Winterruhe durch die kürzer werdenden Tage von sich aus immer weniger Nahrung zu sich nehmen und schließlich ganz aufhören zu fressen, verbleibt nur sehr wenig Kot im Darm, der Schäden anrichten könnte. Zudem setzen auch im Herbst ausgiebig gebadete Schildkröten nach der Winterruhe Kot ab, entleeren also nie vollständig, was auch sehr nachteilig für die notwendige Darmflora wäre.

Die hibernierenden Schildkröten verbleiben dann noch bis Ende November im Gewächshaus und werden anschließend, nach einer routinemäßigen Gewichtskontrolle, in den frost- und raubzeugsicheren und ungeheizten Keller verbracht. Dort besteht das Substrat aus einer Mischung aus feuchtem, ungedüngtem Torf und trockenem Eichenlaub, worin sie von Hand eingebettet und damit auch leicht bedeckt werden. Im Laufe einiger Wochen graben sich die Tiere dann tiefer in das Substrat ein. Einmal wöchentlich erfolgt eine optische Kontrolle, ob alle Tiere vergraben sind. Bei dieser Gelegenheit wird das Substrat mit Wasser

besprüht, um ein zu starkes Austrocknen zu verhindern, welches Schäden der Atemwege nach sich ziehen bzw. bei sehr kleinen Tieren zum vollständigen Vertrocknen und somit zum Tode führen kann.

Die Temperaturen im Winterquartier schwanken, je nach Außentemperatur, zwischen fünf und acht Grad Celsius. Die Korrelation zwischen Innen- und Außentemperatur kommt durch ein meist leicht geöffnetes Fenster zustande, das nur bei extrem niedrigen Außentemperaturen geschlossen wird, um Frost zu vermeiden. Durch dieses Fenster erfahren die Schildkröten sehr schnell Änderungen der äußeren Bedingungen. Kurzzeitig auftretende Temperaturerhöhungen werden von den Schildkröten nicht registriert bzw. lässt sich keine Reaktion darauf beobachten.

Jungtiere gehen, ebenso wie die adulten Schildkröten, in die Winterruhe, wobei die Schlüpflinge im ersten Winter nur eine verkürzte Hibernation erfahren und Mitte Jänner wieder langsam erweckt werden, um die restliche Zeit im Terrarium zu verbringen.

Obwohl *Testudo marginata* und besonders *Testudo hermanni* durchaus im Gewächshaus überwintern könnten, werden die Tiere in den Keller verbracht, da nur dort eine regelmäßige Kontrolle stattfinden kann. Zudem besteht bei einer Überwinterung im Gewächshaus die Gefahr, dass die in unseren Breiten nicht seltenen Warmwetterphasen im Jänner oder Februar zu einem sehr starken Temperaturanstieg führen, die Schildkröten die Winterruhe vorzeitig abbrechen und unbemerkt an die Oberfläche kommen. Erneut einsetzender Frost würde dann große Schäden oder Ausfälle verursachen.

Nichtsdestotrotz sind Europäische Landschildkröten auch in unseren Breiten unter bestimmten Umständen in der Lage, selbsttätig im Freiland zu überwintern. Ein subadultes, im Herbst 2006 unbemerkt außerhalb des Gewächshauses vergrabenes und bei der abschließenden Kontrollzählung übersehenes Weibchen verbrachte den gesamten, glücklicherweise ungewöhnlich milden, Winter nur knapp unter der Grasnarbe und kam im darauf folgenden Frühling vor unseren Augen an die Oberfläche. Eine lange Periode mit starkem Frost und ohne isolierende Schneedecke hätte dieses Tier so knapp an der Oberfläche nicht überlebt.

Mitte März kommen die ersten Schildkröten in ihrem Winterquartier wieder zum Vorschein, wobei auch hier das Männchen Ra die Ausnahme bildet und meist schon Anfang Februar die Winterruhe beendet. Die Tiere werden dann nach und nach ins Gewächshaus verbracht, wo die meisten *Testudo hermanni* die Winterruhe, vergraben im Sand, noch einige Wochen fortsetzen, während *Testudo marginata* trotz noch kühler Temperaturen schon aktiv bleibt. Die Männchen beginnen nun umgehend mit dem Werbe- und Paarungsverhalten.

Der Hibernationsrhythmus der Schildkröten ist vermutlich durch eine innere Uhr gesteuert, die nur auf sehr langfristige Änderungen der äußeren Faktoren reagiert. Die Tiere beenden weder kurzfristig die Winterruhe in sehr milden Jahren früher, noch beginnen sie früher mit der Hibernation in Jahren mit sehr kalten Herbsttemperaturen.

Die im Gegensatz zu den anderen Tieren deutlich verkürzte Hibernation des Männchens Ra lässt möglicherweise Rückschlüsse auf dessen ursprüngliche Herkunft zu. Wie schon in der Einleitung unter Punkt 2.3.4.2. erwähnt, bleibt *Testudo marginata* in manchen Regionen, wie dem westlichen Taygetosgebiet, bis auf die kälteste Zeit im Dezember und Jänner, aktiv.

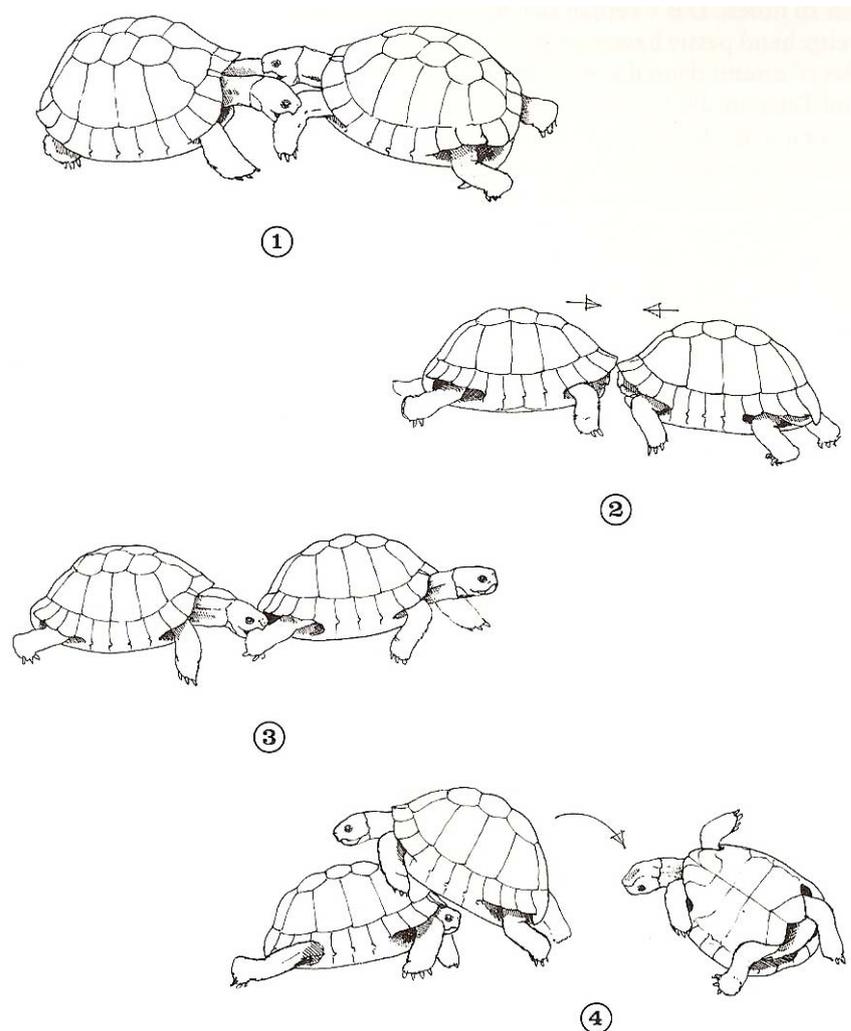
## **5. Fortpflanzung**

### **5.1. Kommentkämpfe**

Sind im Gehege alle Tiere zusammen, kommt es, vermehrt im Frühling nach der Hibernation, zu Auseinandersetzungen zwischen den Männchen. Dabei versuchen sie, sich gegenseitig in Kopf und Vorderbeine zu beißen (*Abbildung 12.1*). Die Kontrahenten ziehen daraufhin den Kopf ein, drücken die Hinterbeine durch und es folgen weithin hörbare Rammstöße gegen den Panzer des Gegners (*Abbildung 12.2*). Ergibt sich die Gelegenheit, das andere Männchen mit dem Gularschild auszuhebeln, wird dieses umgeworfen (*Abbildung 12.4*), was selten gelingt. Der Unterlegene ergreift schließlich die Flucht, während ihn der Sieger unter Rammstößen und Bissen in die Hinterbeine noch ein Stück verfolgt (*Abbildung 12.3*). Bei annähernd gleich starken Männchen können solche Kämpfe stundenlang andauern, in Ausnahmefällen dauert es sogar den ganzen Tag, bis

der Sieger feststeht. Mitunter kämpfen sie schlussendlich in einer tiefen Mulde, die durch das ständige Aufeinanderprallen entsteht und eine regelrechte Arena bildet. Obwohl die Kämpfe recht heftig erscheinen, wurden bis auf kleine Absplitterungen des vorderen Carapaxrandes durch die kraftvollen Rammstöße nie Verletzungen festgestellt.

Mitunter kommt es auch vor, dass das dominante Männchen das unterlegene besteigt und wie bei einer echten Paarung, mit offenem Maul und unter Ausstoßen von Paarungslauten, aufreitet. Dies scheint ebenfalls Teil des Dominanzverhaltens zu sein und ein Mittel, den Kontrahenten zu unterwerfen.



**Abbildung 12:** Kommentkampf zwischen Männchen von *Testudo* sp. Erläuterungen siehe Text. Aus CHEYLAN (2001).

Sind die Kräfteverhältnisse geklärt, kommt es nur noch selten zu Auseinandersetzungen. Begegnen sich die Männchen wieder, nimmt das

unterlegene Tier meist Reißaus, was ein Wiedererkennen des anderen Tiers voraussetzt. Dies wurde auch bei *Testudo hermanni* beobachtet, wo ein deutlich schwächeres Tier nach verlorenem Kampf stets panikartig die Flucht ergriff, wenn der Sieger noch einige Meter entfernt war.

Nach der ersten Paarungszeit im Frühling bewohnen die Männchen die für sie vorgesehene Anlage. Dort finden noch ab und zu kurze Kämpfe statt, bis sich der Hormonhaushalt wieder auf ein Normalniveau eingependelt hat. Ohne die Anwesenheit der Weibchen wurden keine Aggressionen zwischen den erwachsenen Männchen beobachtet.

## **5.2. Paarung**

Die Paarung verläuft im Großen und Ganzen wie bei den anderen *Testudo*-Arten. Trifft ein Männchen auf ein Weibchen, beriecht es ausgiebig dessen Vorderregion. Anschließend folgen Bisse in Richtung Kopf und in die Vorderbeine, worauf das Weibchen diese in den Panzer zurückzieht. Verletzungen durch Paarungsbisse, wie sie bei anderen Landschildkröten oft vorkommen, konnten nie festgestellt werden. Nun beginnt das Männchen, den Panzer des Weibchens von vorne und von der Seite zu rammen. Nach kurzer Zeit umläuft es das Weibchen nach hinten und reitet, erleichtert durch das konkav geformte Plastron, auf. Während der Paarung stößt das Männchen durch das weit geöffnete Maul tiefe, seufzende Laute aus, die nicht auf eine echte Stimme zurückzuführen sind, sondern durch die verstärkte Atmung zustande kommen (*Abbildung 13*). Im Gegensatz zu *Testudo hermanni*, wo das Weibchen meist flüchtet und es das Männchen immer wieder durch Bisse in die Hinterbeine und Rammstöße zum Anhalten bewegen muss, bleiben die Weibchen von *Testudo marginata* in der Regel schon nach der ersten Werbung stehen und lassen die Paarung über sich ergehen. Sie zeigen sogar ein aktives Paarungsverhalten, indem sie im selben Takt, in dem das Männchen seine Paarungslaute ausstößt, den Kopf abwechselnd von links nach rechts bewegt. Auch bei dem oben erwähnten Aufreiten unter Männchen bewegt das unterlegene Tier den Kopf in derselben Weise. Dies lässt sich auch jederzeit auslösen, indem man mit der Hand über den Rückenpanzer streicht. Während die Paarung bei *Testudo hermanni* meist nur kurze Augenblicke dauert, bedingt durch die dauernde Flucht des Weibchens, beträgt die Dauer der Paarung bei *Testudo marginata* nicht selten 15 bis 20 Minuten. Oft verbleiben die Tiere auch noch nach der eigentlichen

Paarung in dieser Haltung, um sich in der Sonne dösend von der Anstrengung zu erholen.

Balzverhalten oder Paarungen zwischen *Testudo marginata* und *Testudo hermanni boettgeri* konnten nie beobachtet werden, da aufgrund der gemeinsamen Verbreitung wirksame Isolationsmechanismen zu bestehen scheinen. Zumindest im natürlichen Verbreitungsgebiet sind deshalb keine Mischlinge nachweisbar, was nicht bedeutet, dass eine Hybridisierung unter künstlichen Bedingungen unmöglich ist. *Testudo marginata* würde sich allerdings problemlos mit *Testudo graeca* sp. fortpflanzen. Diese beiden Arten kommen nicht sympatrisch vor und somit ist eine Barriere, die eine Bastardisierung verhindert, nicht notwendig. In Gefangenschaft sind die Tiere deshalb, zumindest nach Geschlechtern, unbedingt getrennt zu halten, um Mischlinge zu vermeiden.



Abbildung 13: Paarung von *Testudo marginata*.

### **5.3. Eiablage**

Zur Eiablage (*Abbildung 14*) suchen die Weibchen meist die dafür vorbereiteten Ablagehügel auf. Hin und wieder kommt es vor, dass ein Weibchen das Gelege mitten in der Wiese absetzt oder im Sand im Gewächshaus. In solchen Fällen ist es nur möglich, das Gelege zu finden, wenn man die Ablage beobachtet, da die

Weibchen das Nest so gut verschließen, dass es nicht von der Umgebung zu unterscheiden ist. Normalerweise wird aber der sonnenexponierte und in dieser Zeit feucht gehaltene Ablagehügel bevorzugt und jedes Jahr wieder aufgesucht. Meist erfolgen die Ablagen um die Mittagszeit und am frühen Nachmittag. In dieser heißesten Zeit des Tages ruhen die anderen Tiere in der Regel bereits in ihren Schattenverstecken. Somit entgehen die legebereiten Weibchen etwaigen Störungen durch andere Schildkröten. Seltener können Eiablagen am Abend oder am frühen Morgen beobachtet werden. In den meisten dieser Fälle beruhen diese Verzögerungen auf Störungen durch andere Weibchen oder auf Schwierigkeiten, den geeigneten Ablagelatz zu finden, sodass spät am Abend oder gar erst am nächsten Morgen gelegt wird. Auch diese Ablagen finden meist vor oder nach der Aktivitätszeit der anderen Schildkröten statt.

Die von mehreren Autoren (u.a. HERZ 2007) beschriebene zuvor feststellbare Unruhe des Weibchens, verbunden mit tagelangem Untersuchen geeigneter Nistplätze, konnte nur selten und in sehr abgeschwächter Form beobachtet werden. Während die hochträchtigen Weibchen von *Testudo hermanni* einige Tage, mitunter schon eine Woche vor der eigentlichen Eiablage sehr unruhig im Gehege umherlaufen, sehr wenig bis gar kein Futter mehr aufnehmen, verschiedene Stellen am Boden beriechen und kosten und teilweise mehrere Probenester graben, künden bei den Weibchen von *Testudo marginata* kaum oder gar keine dieser Verhaltensweisen von einer bevorstehenden Eiablage. Lediglich die auch bei *Testudo hermanni* oft beobachteten Scheinpaarungen kommen auch bei der Breitrand Schildkröte regelmäßig vor. Dabei zeigt das hochträchtige Weibchen wenige Tage vor der Eiablage das gleiche aggressiv-dominante Paarungsverhalten wie die männlichen Tiere, inklusive Rammen, Aufreiten und Ausstoßen von Paarungslauten. Möglicherweise dient dies dazu, um Männchen fernzuhalten und andere Weibchen von der potentiellen Ablagestelle zu vertreiben.

In der Regel wird nach einigen wenigen Bodenuntersuchungen ein einziges Loch ausgehoben und das Gelege abgesetzt. Sehr selten bedarf es eines zweiten Versuches. Lediglich, wenn das grabende Weibchen auf ein unvorhersehbares Hindernis, wie z.B. einen Stein, stößt, oder gestört wird, beendet es die Grabtätigkeit und setzt sie an anderer Stelle oder auch erst am nächsten Tag fort. Zum Ausheben der Nistgrube stemmt das Weibchen zunächst die Vorderbeine in die Erde und beginnt dann, alternierend, mit den Hinterbeinen zu graben. Dabei

gräbt es mit den kräftigen Krallen des einen Beines und schiebt anschließend mit dem anderen Bein das lockere Erdreich aus der Grube. Da es dabei unter sich nach vorne gräbt, bleibt gewissermaßen ein Dach stehen und es entsteht eine richtige Höhle (*Abbildung 15 u. 16*).

Ist die Nisthöhle fertig, presst das Weibchen unter Einziehen des Kopfes die Eier aus (*Abbildung 14*). Während die Anstrengungen beim ersten Ei noch recht groß sind, folgen die weiteren Eier in kürzerem Abstand. Jedes Ei wird mit Hilfe der Hinterbeine und deren Krallen gedreht und penibel in die richtige Position gebracht, bevor das nächste gelegt wird. Die Größe der Nisthöhle entspricht genau der Anzahl an Eiern, denn die Höhle wird bis auf den letzten Platz vollständig ausgefüllt und nur durch sorgfältiges Positionieren können alle Eier untergebracht werden. Bei außergewöhnlich großen Gelegen des Weibchens Na kam es vor, dass für das letzte Ei kein Platz mehr zur Verfügung stand und es durch das Gewicht des Weibchens zerdrückt wurde. Dies wurde im Folgenden durch Entfernen des Eies während der Ablage verhindert.

Im Zuge der Grabtätigkeiten sind die Weibchen sehr störungsanfällig und reagieren sehr empfindlich auf andere Schildkröten oder den Menschen. Indessen können sie, sobald mit dem Pressen die eigentliche Eiablage begonnen hat, kaum mehr auf ihre Umwelt reagieren. Auch ein plötzlich einsetzendes Unwetter mit Hagel und Starkregen, der die Nisthöhle überflutete, konnte ein Weibchen nicht daran hindern, die Ablage fortzusetzen und zu beenden.

Nachdem das Weibchen alle Eier gelegt und ausgerichtet hat, beginnt es, wieder abwechselnd, mit den Hinterbeinen die zuvor aus der Höhlung beförderte Erde zurückzuscharren. Ist das Gelege vollständig bedeckt, stampft es die Erde fest. Erst dann löst es die Verankerung der Vorderbeine, dreht sich ein paar mal um sich selbst, um die Oberfläche des Nests zu plätten und verlässt schwankenden Ganges die Ablagestelle. Ein unbemerkt abgesetztes Gelege ist mit freiem Auge kaum zu entdecken, wobei ein aktives Tarnen nicht beobachtet werden konnte. Um ein eventuelles Beschädigen oder Zerstören der Eier zu verhindern und das Entnehmen zu erleichtern, wird das Weibchen, sobald es beginnt, die Nisthöhle zu verschließen und somit feststeht, dass keine Eier mehr folgen, entfernt und an anderer Stelle des Hügels abgesetzt. Da der gesamte Ablauf hormoneller Steuerung unterliegt, führt es die Bewegungen zum Verschließen des Nestes in

allen Einzelheiten und in voller Länge auch dort fort. Am folgenden Tag hat sich das Weibchen soweit von den Strapazen erholt, dass es wieder das normale Verhalten zeigt.



**Abbildung 14:** Eiablage von *Testudo marginata* (Weibchen M2).



**Abbildung 15:** Gelege von *Testudo marginata* (Weibchen M2) mit sechs Eiern. Dieses Gelege wurde in der Wiese abgesetzt.



**Abbildung 16:** Nisthöhle des Geleges aus Abbildung 15, nach Entnahme der Eier. Hier sieht man deutlich, dass es sich um eine richtige Höhle und nicht um eine Mulde handelt.

#### **5.4. Inkubation und Schlupf**

Die Inkubation ist in Mitteleuropa, bis auf wenige Einzelfälle, nur unter künstlichen Bedingungen möglich. Hierzu wurde ein bzw. im Laufe der Zeit mehrere elektrische Brutapparate verwendet.

Der Flächenbrüter Marke „Jäger Kunstglucke FB 50-Rep“ besteht aus einem Unterteil aus isolierendem Styropor und einem durchsichtigen Deckel aus doppelwandigem Kunststoff, welcher die optische Kontrolle der Gelege und des Schlupfvorganges ermöglicht, ohne den Deckel zu lüften und dabei das Mikroklima im Inkubator zu stören. An der Unterseite des Deckels befindet sich die kunststoffummantelte Heizschlange. Die Regelung der Temperatur erfolgt automatisch durch einen elektronischen Proportional-Regler. Am Boden und am oberen Rand des Styroporunterteils befinden sich einige Lüftungsöffnungen, um einen geringen Luftaustausch zu gewährleisten. Der Boden und die darin befindlichen Öffnungen wurden mit einer Schaumstoffeinlage abgedeckt.

Die Nennspannung beträgt 230 Volt Wechselstrom bei einem Verbrauch von 14 W/h. Der Durchmesser des Inkubators beträgt 40 cm bei einer Höhe von 13 cm (Abbildung 17).

Als Brutsubstrat wurde leicht feuchtes Vermiculit verwendet, ein Mineral, das hervorragende Wasser speichernde Eigenschaften besitzt, dabei jedoch durch seine lockere Beschaffenheit den Gasaustausch nur in sehr geringem Ausmaß beeinträchtigt und somit weite Anwendung bei der künstlichen Erbrütung von Reptilieneiern findet.



**Abbildung 17:** Einer der Inkubatoren. Bei genauer Betrachtung sind schlüpfende Jungtiere zu erkennen.

Solange die Zahl der Eier noch niedriger war, wurden sie in halb mit Vermiculit gefüllten Kunststoffdosen in den Inkubator gestellt, mit steigender Zahl wurde aber auf die Dosen verzichtet und der Brutapparat direkt mit Vermiculit befüllt, um den Platz besser nutzen zu können. So fanden schließlich über 50 Eier in einer Kunstglucke Platz. Je nach Bedarf waren bis zu drei Inkubatoren in Betrieb.

Die Brutbedingungen wurden möglichst konstant gehalten. Auf kontrollierte Temperaturwechsel oder Nachtabsenkung wurde verzichtet. Die Temperatur betrug zwischen 28 und 31,5° C, lag aber meist um 30° C. Die Luftfeuchtigkeit bewegte sich im Bereich von 70 bis 80 % und wurde durch das An- und gelegentliche Nachfeuchten des Brutsubstrates sowie eine kleine Wasserschale auf diesem Niveau gehalten.

Während die Eier anfangs noch cremefarben schimmern, erscheint nach einiger Zeit am obersten Punkt ein kalkweißer Fleck. Dies ist ein sicheres Zeichen für die beginnende Entwicklung und auf die Kalzifizierung der Eihaut, die beginnt, sobald sie die Keimscheibe erreicht (EWERT, 1985), zurückzuführen. Dieser Fleck verbreitert sich zuerst vertikal, um sich anschließend auch zu den Eipolen auszubreiten, bis schließlich das gesamte Ei strahlend weiß erscheint.

In den ersten Jahren wurde der Entwicklungsstand der Eier mittels Schieren, also Durchleuchten mit einer Taschenlampe, kontrolliert. Durchleuchtet man ein sich entwickelndes Ei, sind relativ bald der Keimling und sich ausbreitende Blutgefäße zu erkennen. In späteren Phasen der Entwicklung lassen sich auch der Herzschlag sowie einzelne Bewegungen des Embryos erkennen. Am Schluss der Embryonalentwicklung lässt sich das Ei aufgrund der Größe und Pigmentierung des Embryos kaum noch durchleuchten und es erscheint, bis auf die Luftkammer, vollkommen dunkel. Diese Methode fand später keine Anwendung mehr, da anhand der Kalzifizierung und Farbveränderung der Schale sehr einfach und risikolos über die Entwicklung der Eier Auskunft erhalten werden konnte. Somit war es nicht nötig, die Eier in ihrer Lage zu verändern oder durch das Öffnen des Deckels das Klima im Inkubator zu beeinflussen. Der transparente Deckel ermöglichte die optische Kontrolle der Gelege ohne Öffnung des Inkubators.

Unter diesen Bedingungen schlüpften die Jungtiere in der Regel nach einer Inkubationszeit von 55 bis 65 Tagen. Eine Ausnahme bildeten zwei Eier eines Geleges von Weibchen Na, welche als abgestorben betrachtet und nach Abschalten des Inkubators routinemäßig geöffnet wurden. Dabei kam jeweils ein zwar sehr kleines, jedoch fertig entwickeltes und lebendes Jungtier zum Vorschein. Diese beiden Tiere entwickelten sich in der Folge völlig normal, obwohl sie mit 98 Tagen sehr viel länger im Ei waren als ihre Geschwister desselben Geleges, welche nach durchschnittlich 64 Tagen schlüpften.

Zum Schlüpfen (*Abbildung 18*) durchstoßen sie mit dem Eizahn an der Spitze des Oberkiefers die Eischale. Nachdem sie eine Öffnung für den Kopf geschaffen haben, beginnen sie, diese mit den Vorderbeinen zu erweitern. Dabei drehen sie sich und heben so die obere Hälfte der Eischale ab. Dieser Vorgang zieht sich über mehrere Stunden hin und kann mitunter bis zum folgenden Tag dauern, wobei der Schlupfvorgang während der Nacht unterbrochen wird. Während des Schlupfes beginnt sich der quer über den Bauch gefaltete Panzer zu entfalten. Am Plastron ist noch deutlich der Nabelspalt zu erkennen, der sich aber innerhalb der nächsten Stunden vollständig schließt. Ging der Schlupf sehr rasch vonstatten, konnte auch noch ein mehr oder weniger großer Dottersackrest vorhanden sein. In diesem Falle wurden die Schlüpflinge von Vermiculit, Eiweiß- und Schalenresten befreit, in einen kleinen Behälter mit feuchtem Zellstoff gesetzt und wieder in den Inkubator überführt. Meist war nach einigen Stunden der restliche Dottersack resorbiert, sodass das Tier den Inkubator verlassen konnte.



**Abbildung 18:** *Testudo marginata* beim Schlupfvorgang.

## **5.5. Aufzucht der Jungtiere**

Die frisch geschlüpften Jungtiere werden die erste Zeit in ein eigenes Terrarium gesetzt und später in die Freilandanlage übersiedelt. Der Bodengrund des Terrariums besteht aus einem Erde – Torf – Sandgemisch, mitunter aber auch aus Aussaat- oder Kräuterverde, welche mit Hanfeinstreu versetzt wurde. Die Hanfeinstreu speichert einerseits sehr gut Feuchtigkeit und trägt andererseits durch seine antibakterielle und antifungizide Wirkung zu einer Reduktion der Keimbelastung bei. Da juvenile, aber ganz besonders frisch geschlüpfte Tiere einen erhöhten Feuchtigkeitsbedarf besitzen, ist es sehr wichtig, das Substrat, zumindest teilweise, feucht zu halten. Auch eine täglich zu reinigende Wasserschale, die so flach ist, dass die Tiere nicht ertrinken, darf nicht fehlen. Junge *Testudo marginata* trinken und baden sehr häufig, wobei sie allerdings das Wasser sehr stark verschmutzen, da sie dabei meist Kot absetzen. Negative Effekte durch zu häufiges Baden und somit durch ein regelrechtes Spülen des Enddarmes, verbunden mit einem zu großen Verlust von Darmbakterien, konnten nicht beobachtet werden.

Das Terrarium wird mittels einer Leuchtstoffröhre beleuchtet. Zusätzlich dient ein 60 Watt starker Spot als Wärmequelle für die Thermoregulation. Der Behälter wird nicht extra beheizt, da die durch die Lampen entstehende Wärme und die Raumheizung ausreichen, um die für die Tiere nötige Temperatur zu erreichen.

Haben sich die frisch geschlüpften Jungtiere vom Schlupfvorgang erholt und ist nach Resorption des Dotterrestes der Nabelspalt vollständig geschlossen, werden sie bei günstiger Witterung in die eigens dafür vorgesehene Freilandanlage übersiedelt. Diese besteht aus einem kleinen, vom Gehege der Weibchen abgeteilten Areal und umfasst eine Fläche von 2 m<sup>2</sup>. Als Unterschlupf dient ein kleiner, auf der dem Wetter abgewandten Seite völlig offener Unterstand, dessen Boden aus Holz besteht. Das gesamte Häuschen ist mit Heu ausgefüllt, in das sich die Jungtiere während der Nacht und zur Vorbereitung auf die nahende Hibernation zurückziehen können.

Um dem gesteigerten Schutzbedürfnis kleiner Schildkröten Rechnung zu tragen, wurde das gesamte Gehege möglichst reich mit Grashorsten, Salbei- und Rosmarinstauden, Steinen und Wurzeln strukturiert, wobei trotzdem auf ein

gewisses Maß an Überschaubarkeit geachtet werden musste. Schließlich sind kleine Schildkröten, die sich vergraben oder in der Grasnarbe verkriechen, nicht sehr einfach zu entdecken, was ein regelmäßiges Kontrollieren in einem versteckreichen Areal enorm erschwert. Besonders eine schwer überschaubare Anzahl an Jungtieren bedarf einer ständigen Kontrolle hinsichtlich Anwesenheit, Gewicht und Gesundheitszustand.

Trotz der unmittelbaren Nähe von Wald und Wiesen sowie der definitiven Anwesenheit von Raubzeug, wie Fuchs, Dachs, Marder, Wiesel, Krähe, Bussard, als auch streunenden Katzen, Hunden, Ratten und Mäusen, wurde bisher auf eine Abdeckung aus Draht oder eine andere Sicherung verzichtet. Trotz dieser potentiellen Gefahren ist noch nie ein Jungtier verschwunden oder zu Schaden gekommen.

Es wurde darauf geachtet, dass das gesamte Gehege im Allgemeinen sowie das Schutzhaus der Jungtiere im Besonderen an jener Stelle des Areals liegt, die von der aufgehenden Sonne zuerst erreicht wird, um den Schildkröten ein Maximum an Sonnenstunden zukommen zu lassen.

Die Ernährung der Jungtiere erfolgt in der gleichen Weise wie die der erwachsenen Tiere, wobei auf eine etwas regelmäßigeren Zufuhr von tierischem Protein, welches die heranwachsenden Schildkröten benötigen, geachtet wird. Auch hier wird von Anfang an auf eine zusätzliche Verabreichung von Vitamin- oder Mineralstoffpräparaten verzichtet (*Abbildung 19*).



**Abbildung 19:** Junge Schildkröten bei der Nahrungsaufnahme. Die Tiere sind etwa zwei bis drei Jahre alt. Ganz rechts eine gleichaltrige *Testudo hermanni boettgeri*.

Das Wachstum von jungen *Testudo marginata* geht, je nach Haltung, für Landschildkröten recht zügig voran. Das Geschlecht kann allerdings erst relativ spät, etwa nach sechs bis sieben Jahren, anhand der äußeren Geschlechtsmerkmale bestimmt werden. Die Tiere sind dann in diesem Fall zwischen 12 und 15 cm lang. Die jungen Männchen beginnen in diesem Alter auch meist sexuell aktiv zu werden. Die Weibchen brauchen zwei Jahre länger, um die Geschlechtsreife zu erlangen.

### **5.6. Datennahme**

Zur Eiablagezeit, von Anfang Mai bis Ende Juli, wurden die Weibchen ständig beobachtet, um unbemerkte Eiablagen zu vermeiden. In den ersten Jahren wurden die Weibchen auch regelmäßig gewogen und palpiert, um durch eine deutliche Gewichtszunahme und ein Ertasten der Eier eine Trächtigkeit zu diagnostizieren. Die Kontrolle des Gewichtes ermöglichte aber auch den Rückschluss auf eine allenfalls unbemerkt stattgefundenene Ablage. Dies wurde jedoch nach und nach aufgrund des im Laufe der Zeit geschulten Auges sowie der mehrjährigen Erfahrung, unnötig. Vielmehr genügte es, auf sowohl kleinste Verhaltensauffällig-

keiten, wie z.B. das Beschnüffeln des Bodens, das Aufnehmen von Substrat, bzw. auf unübersehbare Vorzeichen der bevorstehenden Ablage, wie das unmittelbar vor der Eiablage stattfindende Aufreiten der hochträchtigen Weibchen, zu achten.

Über die Jahre hinweg erlangte Erfahrungswerte hinsichtlich der jeweiligen Ablagezeitpunkte und die nötigen Bedingungen, wie Wetter und Temperatur sowie die akribisch geführten Datenaufzeichnungen, erleichterten diese Arbeit sehr.

Unmittelbar nach der Ablage wurden die Eier mit einem feuchten Tuch vorsichtig gereinigt und an der Oberseite mittels Bleistift nummeriert. Das Beschriften des Eies diente nebenbei noch als Markierung der Oberseite, denn während der gesamten Inkubationsdauer darf das Ei nicht mehr um die horizontale Achse gedreht werden, da sonst der sich entwickelte Embryo abstirbt. Die dazugehörigen Daten wie Datum, Eizahl, Gelegennummer und Muttertier wurden notiert und die Eier schließlich in den Inkubator verbracht.

Nach erfolgtem Schlupf wurde das Jungtier in den Schlupfunterlagen verzeichnet und in die für die Aufzucht vorbereitete Unterbringung verbracht. Sehr wenige, meist schwach entwickelte Jungtiere starben während oder unmittelbar nach dem Schlupfvorgang. Diese wurden als nicht geschlüpft registriert und beeinflussen somit nicht den Schlupferfolg.

Nach Verstreichen einer großzügig bemessenen Nachfrist, die meist das Doppelte der normalen Inkubationsdauer betrug, wurden alle verbliebenen Eier geöffnet, um den Befruchtungs- bzw. Entwicklungszustand festzustellen. In der Regel handelte es sich bei nicht gezeitigten Eiern um unbefruchtete Eier. Des Öfteren fand man aber ebenso Embryonen vor, die in einem mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Entwicklungsstadium abgestorben waren. Die Skala reichte hier von den ersten erkennbaren Blutgefäßen bis zum vollständig entwickelten, aber toten Jungtier. Auch diese Beobachtungen wurden vermerkt, jedoch nicht mit derselben Kontinuität und Regelmäßigkeit, wie die anderen Daten, sodass die unbefruchteten Eier bzw. die abgestorbenen Embryonen nicht mehr den einzelnen Muttertieren zugeordnet werden konnten. Weitere damit zusammenhängende Betrachtungen, bspw. über die tatsächlichen Befruchtungsraten, sind daher nicht möglich.

Besonderheiten, wie Zwillinge oder extreme Inkubationszeiten, wurden hingegen aufgezeichnet.

Die Entwicklung und Kontrolle des Gewichts sowie der Gewichtszunahmen der Jungtiere erfolgte mittels digitaler Küchenwaage ermittelt und kontrolliert. Die Gewichte der Adulti wurden meist durch eine mechanische Küchenwaage kontrolliert.

### **5.7. Statistik**

Die Prüfung auf Signifikanz wurde anhand des Chiquadrat-Tests durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Weibchen bei den Ergebnissen der Gesamtzahl der Gelege, der Gesamtlegeleistung sowie den Schlupfgewichten der Jungtiere des Erst- und Zweitgeleges des Jahres 2008 wurden auf diese Weise auf ihre Irrtumswahrscheinlichkeit überprüft.

# ERGEBNISSE

## 1. Anzahl der jährlichen Gelege

### 1.1. Komplettausfälle

Komplettausfälle kamen nur am Anfang, in den Jahren 1997 und 1998 vor. 1997 legte Weibchen Na nicht, 1998 produzierte Weibchen M2 kein Gelege (*Tabelle 2*).

Jahr	Weibchen
1997	Na
1998	M2

**Tabelle 2:** Weibchen, die in einer Saison kein Gelege hervorbrachten.

### 1.2. Ein Gelege

Einzelne Gelege bildeten ebenfalls eher die Ausnahme und kamen bei zwei Weibchen, M1 und M2 vor. In den Jahren 1998, 1999 und 2002 setzte Weibchen M1 lediglich ein Gelege ab. 2006 legte Weibchen M2 nur einmal (*Tabelle 3*).

Jahr	Weibchen
1998	M1
1999	M1
2002	M1
2006	M2

**Tabelle 3:** Weibchen, die in einer Saison nur ein einzelnes Gelege hervorbrachten.

Bei Weibchen M1 folgten auf das erste Jahr mit drei Gelegen zwei Saisonen mit einzelnen Ablagen. Im Jahr darauf setzte es wieder drei Gelege ab, darauf folgte wieder ein Jahr mit einer Ablage. Die nächsten zwei Saisonen produzierte es je drei Gelege, gefolgt von zwei Jahren mit je zwei Ablagen. Auf das nächste Jahr mit drei Gelegen folgten schließlich wieder zwei.

Bei Weibchen M2 folgte nach dem ersten Jahr mit drei Ablagen der einzige Ausfall. Im nächsten Jahr produzierte es wieder drei Gelege, gefolgt von zwei Saisonen mit zwei Ablagen. Das nächste Jahr brachte zwei, gefolgt von einer Einzelablage. Die letzten beiden Jahre setzte es wieder zwei Gelege ab.

### 1.3. Zwei Gelege

Die wenigen Einzel- oder Drittgelege und Komplettausfälle ausgenommen, setzten die Weibchen in der Regel jedes Jahr zwei Gelege ab (*Tabelle 4*).

Jahr	Weibchen
1999	M2, Na
2000	M1, M2, Na
2001	Na
2002	M2, Na
2003	M2, Na
2004	Na
2005	M1, M2, Na
2006	M1, M2, Na
2007	M2, Na
2008	M1, M2, Na

**Tabelle 4:** Weibchen, die in einem Jahr zwei Gelege hervorbrachten.

Am häufigsten kamen zwei Gelege bei Weibchen Na vor, da es bis auf einen Totalausfall und eine Saison, wo es drei Gelege hervorbrachte, jeweils lediglich zweimal legte. Am seltensten kamen zwei Gelege bei Weibchen M1 vor, da es die höchste Anzahl von Drittgelegen produzierte. Insgesamt wurden 30 Gelege in Form von Zweitgelegen produziert.

### 1.4. Drei Gelege

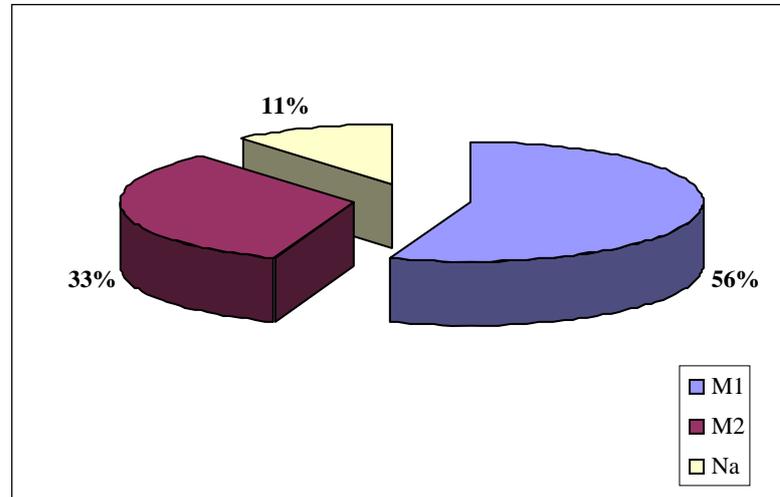
In sechs Saisonen produzierten manche Weibchen ein drittes Gelege. In den Jahren 1997, 2002 und 2004 konnten zwei Drittgelege verzeichnet werden. In den anderen drei Jahren legte jeweils nur ein Weibchen ein drittes Mal. Aus neun abgesetzten Drittgelegen ergibt sich über den gesamten Beobachtungszeitraum ein Schnitt von drei Drittgelege pro Weibchen (*Tabelle 5*).

Jahr	Weibchen
1997	M1, M2
1998	Na
2001	M1, M2
2003	M1
2004	M1, M2
2007	M1

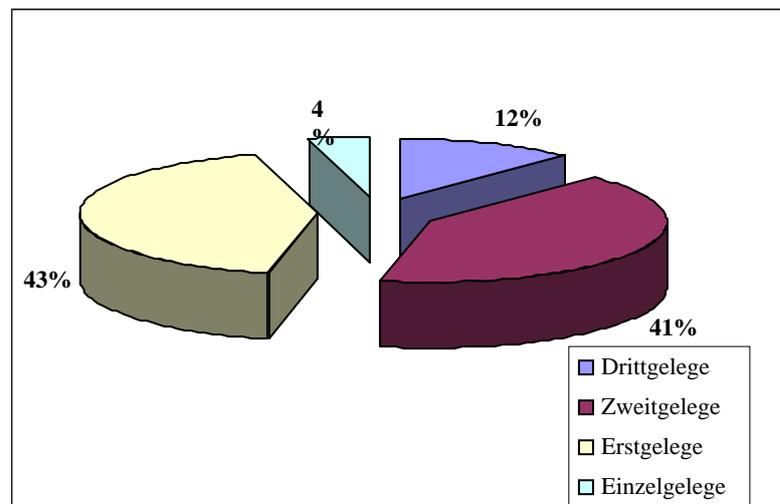
**Tabelle 5:** Jahre, in denen Weibchen drei Gelege hervorbrachten.

Über den gesamten Beobachtungszeitraum brachte Weibchen M1 fünf Drittgelege hervor und liegt damit weit über dem Durchschnitt. Weibchen M2 produzierte drei Drittgelege und erfüllte exakt den errechneten Durchschnittswert. Weibchen Na

setzte ein Drittgelege ab und blieb weit hinter der durchschnittlichen Anzahl zurück. Somit entfielen 55,56 % der Drittgelege auf Weibchen M1, 33,33 % auf Weibchen M2 und lediglich 11,11 % auf Weibchen Na (*Abbildung 20*).



**Abbildung 20:** Anteil der Weibchen an der Gesamtzahl der Drittgelege.



**Abbildung 21:** Anteil der Gelegehäufigkeit an der Gesamtlegeleistung.

Der Anteil von Drittgelegen an der gesamten Anzahl betrug mit neun lediglich 12,33 %, jener der drei Einzelgelege gar nur 4,11 %. Den größten Teil bilden die 61 „regulären“ Gelege, bestehend aus den 31 Erstgelegen (die Einzelgelege ausgenommen), welche 42,47 % stellen und den 30 Zweitgelegen, die 41,1 % bilden (*Abbildung 21*).

## 1.5. Gesamtanzahl Gelege

Jahr	Gelege
1997	6
1998	4
1999	5
2000	6
2001	8
2002	5
2003	7
2004	8
2005	6
2006	5
2007	7
2008	6
gesamt	73
Durchschnitt	6,08

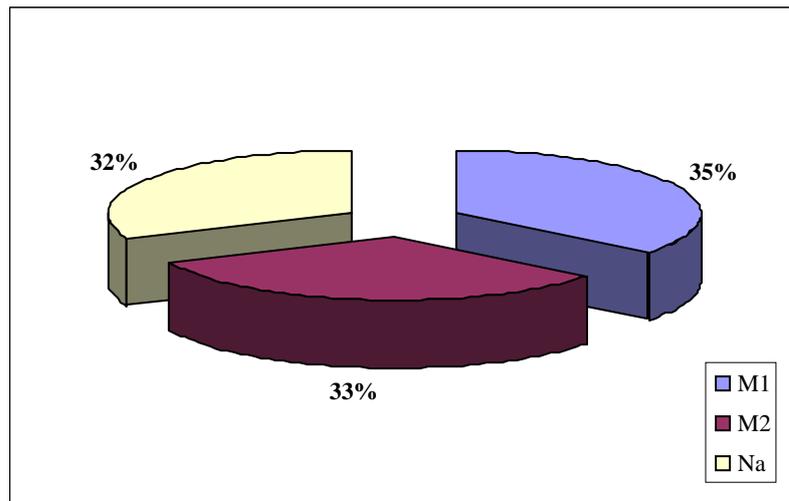
**Tabelle 6:** Gesamtanzahl der produzierten Gelege.

Im Schnitt wurden jedes Jahr 6,08 Gelege, also pro Weibchen etwas über zwei Gelege, abgesetzt, wobei die Saison 1998, bedingt durch einen Komplettausfall und einem Einzelgelege, mit vier Gelegen am wenigsten produktiv war und jeweils in den Jahren 2001 und 2004 mit acht Gelegen die meisten Ablagen zu verzeichnen waren. In diesen beiden Rekordjahren hatten zwei Weibchen ein Drittgelege. Auch 1997 hatten diese beiden Weibchen drei Gelege, worauf die relativ hohe Anzahl von sechs Gelegen zurückzuführen ist, allerdings fiel Weibchen Na in diesem Jahr komplett aus (*Tabelle 6*).

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum von 1997 bis 2008 73 Gelege abgesetzt (*Tabelle 6*). Davon entfielen 26 auf Weibchen M1, 24 auf Weibchen M2 und 23 auf Weibchen Na. Obwohl Weibchen Na deutlich voluminöser und schwerer ist, brachte es nicht mehr, sondern weniger Gelege hervor. Ihr Anteil an der Gesamtzahl der Gelege betrug 31,51 %, der von Weibchen M2 32,88 % und der von Weibchen M1 35,62 %. In der Anzahl der insgesamt produzierten Gelege bestand also im Großen und Ganzen keine besonders große Schwankung (*Tabelle 7 u. Abbildung 22*).

Weibchen	Gelegeanzahl	Anteil [%]
M1	26	35,62
M2	24	32,88
Na	23	31,51
gesamt	73	
Durchschnitt	24,33	

**Tabelle 7:** Gesamtanzahl der Gelege jedes Weibchens.



**Abbildung 22:** Anteil der Weibchen an der Gesamtlegeanzahl.

Der hier durchgeführte Chi-Quadrat-Test lieferte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 1 % ein hochsignifikantes Ergebnis.

## 2. Gelegegröße

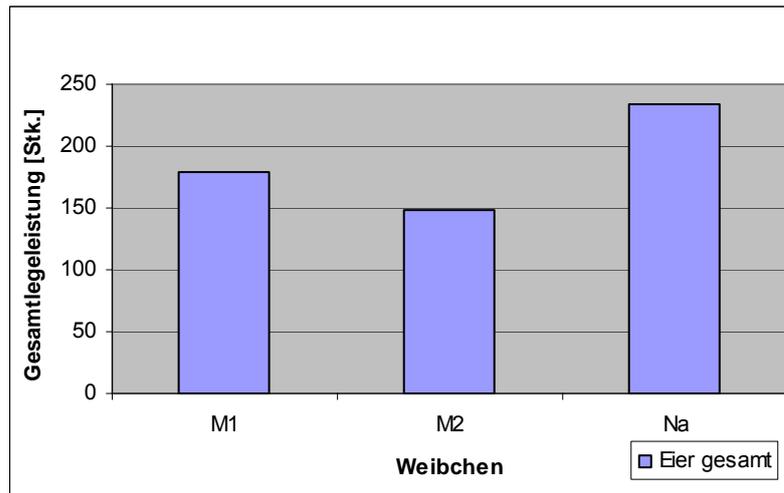
### 2.1. Gesamtlegeleistung

Es wurden im gesamten Beobachtungszeitraum insgesamt 561 Eier abgelegt. Das ergibt für jedes der drei Tiere einen Durchschnitt von 187 Eiern in den 12 Jahren der Beobachtung (*Tabelle 8*).

Weibchen	Eier gesamt
M1	179
M2	148
Na	234
gesamt	561
Durchschnitt	187

**Tabelle 8:** Gesamtlegeleistung der drei Weibchen.

Die gesamte Anzahl an Eiern, die Weibchen M1 hervorbrachte, betrug 179. Weibchen M2 produzierte mit 148 die geringste Zahl an Eiern. Die höchste Gesamtlegeleistung erbrachte mit 234 Eiern Weibchen Na (*Abbildung 23*).

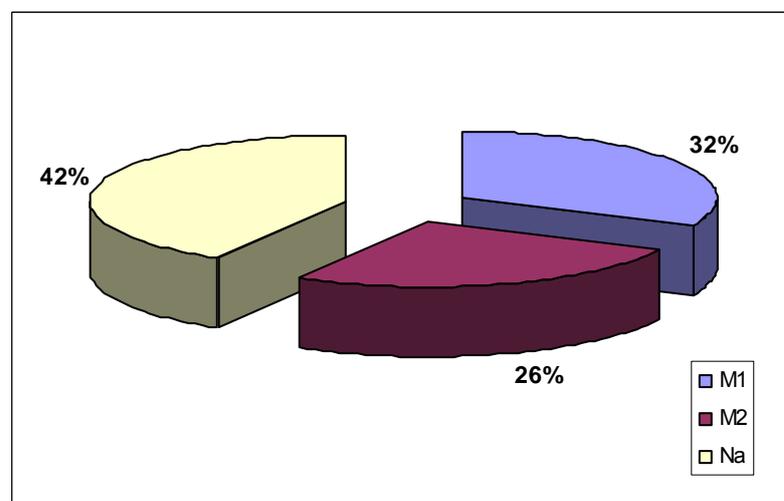


**Abbildung 23:** Gesamtlegeleistung der drei Weibchen.

Die auch hier durchgeführte Prüfung der Irrtumswahrscheinlichkeit für die Gesamtlegeleistung der drei Weibchen führte mit einem Wert unter 5 % zu einem signifikanten Ergebnis.

## 2.2. Anteil der Weibchen an der Gesamteizahl

Den Löwenanteil an der Gesamtzahl der Eier, die von 1997 bis 2008 gelegt wurden, lieferte Weibchen Na mit 234 Eiern bzw. 41,71 %, obwohl es die wenigsten Gelege und nur ein einziges Drittgelege produzierte. Weibchen M1 produzierte mit 179 Eiern 31,91 % der Gesamteizahl und Weibchen M2 mit 148 Eiern 26,38 % (Abbildung 24). Im Schnitt legte in diesen 12 Jahren jedes Weibchen 187 Eier (Tabelle 8).



**Abbildung 24:** Anteil der Weibchen an der Gesamtlegeleistung.

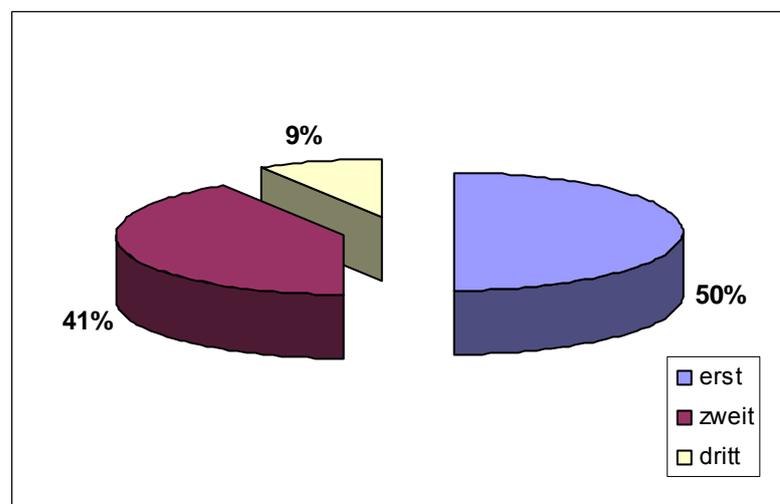
### 2.3. Verteilung der Eier auf die Gelege

Gelege	Eizahl	Durchschnitt/Gelege
1. (n=34)	281	8,26
2. (n=30)	230	7,67
3. (n=9)	50	5,56
gesamt	561	7,68

**Tabelle 9:** Verteilung der Eier auf die Erst-, Zweit-, und Drittgelege sowie der Gesamtdurchschnitt.

Die durchschnittliche Gelegegröße und somit auch die Gesamtzahl der Eier pro Gelege nahm in der Regel mit der Zahl der Gelege in einer Saison ab (*Tabelle 9*). Der Anteil der Erstgelege an der Gesamtlegeleistung betrug mit 281 Eiern 50,09 %, der der Zweitgelege mit 230 Eiern 41 % und der der Drittgelege mit lediglich 50 Eiern nur mehr 8,91 % (*Abbildung 25*).

Im gesamten Durchschnitt enthielt ein Gelege 7,68 Eier.



**Abbildung 25:** Anteil der Erst-, Zweit- und Drittgelege an der Gesamtlegezahl.

## 2.4. Individuelle jährliche Legeleistung

Jahr	M1	M2	Na
1997	20	13	0
1998	6	0	27
1999	6	14	21
2000	15	12	20
2001	18	15	21
2002	6	13	20
2003	21	16	23
2004	20	19	23
2005	13	11	19
2006	18	6	19
2007	22	16	21
2008	14	13	20
gesamt	179	148	234
Durchschnitt/Gelege	6,88	6,17	10,17
Durchschnitt/Jahr	14,92	12,33	19,5

**Tabelle 10:** Jährliche Legeleistung pro Weibchen.

Im Schnitt wurden pro Jahr insgesamt 46,75 Eier abgelegt. Das ergibt eine durchschnittliche jährliche Legeleistung von 15,58 Eiern für jedes Weibchen. Dabei hatte Weibchen Na mit durchschnittlich 19,5 Eiern den größten Anteil, gefolgt von Weibchen M1 mit 14,92 und Weibchen M2 mit 12,33 Eiern pro Saison.

Die durchschnittliche Größe eines Geleges betrug bei Weibchen M1 6,88 Eier. Die Gelege von Weibchen M2 umfassten im Schnitt 6,17 Eier und waren somit kaum kleiner als die des Weibchens M1. Das Weibchen Na setzte durchschnittliche Gelege ab, die mit 10,17 Eiern deutlich größer waren, als die der anderen Weibchen (*Tabelle 10*).

## 2.5. Minima und Maxima der Legeleistungen

### 2.5.1. Individuell

Die Weibchen M1 und M2 brachten mindestens sechs Eier pro Saison hervor während bei Weibchen Na die Legeleistung nie weniger als 19 Eier betrug. Dies entspricht immerhin der maximalen jährlichen Legeleistung von Weibchen M2 (*Tabelle 11*).

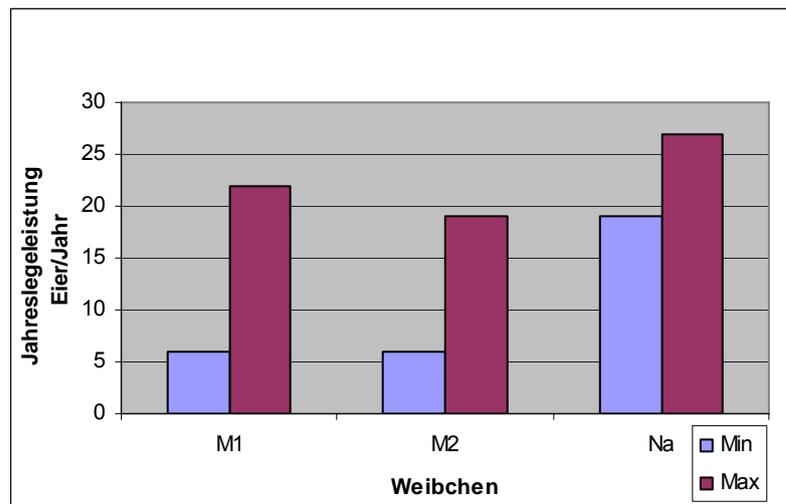
Weibchen	Eier
M1	6
M2	6
Na	19

**Tabelle 11:** Individuelle jährliche Mindestlegeleistung.

Maximal legte Weibchen M1 22 Eier pro Saison, Weibchen M2 19 und Weibchen Na 27 Eier. Dieser Wert liegt beinahe 20 Eier über dem Gesamtdurchschnittswert von 7,68 und somit war Weibchen Na auch gleichzeitig für die höchste je erzielte jährliche Legeleistung verantwortlich (*Tabelle 12*).

Weibchen	Eier
M1	22
M2	19
Na	27

**Tabelle 12:** Individuelle jährliche Maximallegeleistung.



**Abbildung 26:** Minimale und maximale Jahreslegeleistung der einzelnen Weibchen.

Der direkte Vergleich der Jahreslegeleistungen zeigt, dass sowohl im Minimal- als auch im Maximalbereich Weibchen Na die deutlich höchste Anzahl an Eiern produzierte. Der Minimalwert von Weibchen Na entspricht hier exakt dem Maximalwert von Weibchen M2 (*Abbildung 26*).

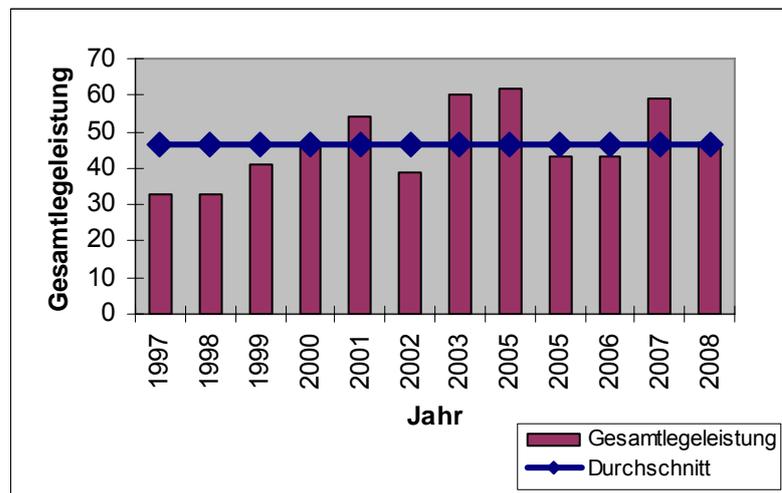
### 2.5.2. Gesamt

Maximal wurden insgesamt 62 Eier in einer Saison gelegt. Dies betraf das Jahr 2004. Minimal produzierten die Weibchen insgesamt 33 Eier pro Jahr. Dies war sowohl 1997 als auch 1998 der Fall (*Tabelle 13*).

Jahr	Gesamteizahl
1997	33
1998	33
1999	41
2000	47
2001	54
2002	39
2003	60
2004	62
2005	43
2006	43
2007	59
2008	47

**Tabelle 13:** Jährliche Gesamtlegeleistungen der drei Weibchen.

Aus diesen jährlichen Gesamteizahlen ergibt sich eine durchschnittliche Legeleistung von 46,75 Eiern aller drei Weibchen (*Abbildung 27*).



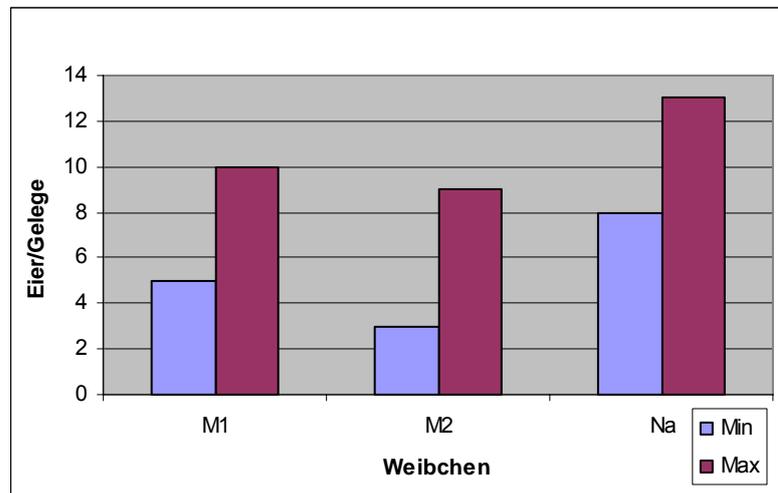
**Abbildung 27:** Graphische Darstellung der jährlichen Gesamtlegeleistung der drei Weibchen.

## 2.6. Minimale und maximale Gelegegröße

Die minimale Gelegegröße von drei Eiern erbrachte Weibchen M2 zweimal mit einem Drittgelege. Das größte Gelege dieses Weibchens umfasste neun Eier und war ein Erstgelege. Weibchen M1 setzte im Minimum fünf Eier in einem Gelege ab, sowohl mit einem Erst- als auch mit einem Drittgelege. Das persönliche Maximum erreichte Weibchen M1 mit einem Zweitgelege, welches 10 Eier umfasste. Die größten Gelege, welche 13 unbeschädigte Eier enthielten, produzierte Weibchen Na. Auch diese waren Erstgelege. Ein Gelege von Weibchen Na enthielt sogar 14 Eier, wobei eines während des Legevorganges zerbrochen wurde. Das kleinste Gelege von Weibchen Na enthielt immerhin noch acht Eier und war somit beinahe so groß wie das größte von Weibchen M2 (*Tabelle 14*).

Weibchen	Minimum	Maximum
M1	5 (1. und 3.)	10 (2.)
M2	3 (3.)	9 (1.)
Na	8 (2. und 3.)	13 (1.)

**Tabelle 14:** Minimale und maximale Gelegegröße. Die Zahlen in () geben an, ob es sich um 1., 2. oder 3. Gelege handelte.



**Abbildung 28:** Minimale und maximale Gelegegröße der einzelnen Weibchen.

Abbildung 28 zeigt den direkten Vergleich der minimalen und maximalen Gelegegrößen der drei Weibchen. Hier ist ersichtlich, dass das kleinste Gelege von Weibchen Na fast ebenso viele Eier enthielt, wie das größte je von Weibchen M2 produzierte Gelege.

### 3. Relation Weibchen – Gelegezahl – Gelegegröße

Aus den Zahlen für Gelegeanzahl bzw. durchschnittliche Jahreslegeleistung und Durchschnittsgelegegröße lässt sich erkennen, dass die Anzahl der gelegten Eier direkt proportional zum Gewicht des Weibchens ist. Obwohl in der Größe bzw. dem Stockmaß keine großen Unterschiede zwischen den Weibchen bestehen, so unterscheiden sie sich im Gewicht. Besonders Weibchen Na verfügt durch ihre viel höher aufragende Panzerform über ein deutlich höheres Volumen und ist so in der Lage, größere Gelege auf einmal zu produzieren. Die beiden wesentlich flacher gebauten Weibchen M1 und M2 besitzen einen weniger voluminösen Carapax, welcher weniger Platz für die fertig beschalteten Eier bietet. Dies ist möglicherweise eine Erklärung, warum Weibchen Na bis auf eine Ausnahme nie ein Drittgelege produzierte.

Weibchen	Stockmaß [cm]	Gewicht [g]	Jahreslegeleistung Ø	Gelegeanzahl
M1	27	2400	14,92	26
M2	26	2200	12,33	24
Na	27,5	2870	19,5	23

**Tabelle 15:** Zusammenhang zwischen Größe/Gewicht der Weibchen und der durchschnittlichen Jahreslegeleistung bzw. Gesamtgelegeanzahl.

Obwohl das deutlich schwerere Weibchen Na eine etwas geringere Anzahl an Gelegen als die beiden anderen Weibchen hervorbrachte, produzierte es insgesamt die meisten Eier, da es im Durchschnitt mit 19,5 Eiern pro Jahr die größten Jahreslegeleistungen erbrachte. Weibchen M1 produzierte durchschnittlich 14,92 und Weibchen M2 12,33 Eier pro Jahr (*Tabelle 15*).

Weibchen	Stockmaß : Körpergewicht
M1	1 : 88,89
M2	1 : 84,62
Na	1 : 104,36

**Tabelle 16:** Verhältnis von Stockmaß zu Gewicht der Weibchen.

Während sich die beiden Weibchen M1 und M2 nur unwesentlich in ihrem Verhältnis von Stockmaß zu Gewicht von knapp 1 : 89 und 1 : 85 unterscheiden, übertrifft sie Weibchen Na mit einem Verhältnis von 1 : 104 deutlich (*Tabelle 16*).

Aus den Zahlen der durchschnittlichen Gelegegrößen und den Gewichten der Weibchen lässt sich die Durchschnittsgelegegröße pro Kilogramm Körpergewicht der Tiere ableiten.

Weibchen	Ø Gelegegröße : Körpergewicht [Eier/kg/Gelege]
M1	2,87
M2	2,80
Na	3,54

**Tabelle 17:** Verhältnis von durchschnittlicher Gelegegröße zu Gewicht der Weibchen.

Anhand dieser direkt zu vergleichenden Werte kann festgestellt werden, dass sich auch hier die beiden kleineren Weibchen mit durchschnittlichen Gelegegrößen von 2,87 bzw. 2,8 Eiern/kg kaum voneinander unterscheiden, Weibchen Na mit 3,54 Eiern/kg jedoch auch im direkten Vergleich deutlich größere Gelege absetzte (*Tabelle 17*).

Aus den Gewichten und den durchschnittlichen Jahreslegeleistungen ergibt sich bei den drei Weibchen eine Legeleistung pro Kilogramm Körpergewicht von 6,22

Eiern/kg für Weibchen M1, 5,6 Eiern/kg für Weibchen M2 und 6,79 Eiern/kg für Weibchen Na (Tabelle 18).

Weibchen	Ø Jahreslegeleistung : Körpergewicht [Eier/kg/Jahr]
M1	6,22
M2	5,60
Na	6,79

Tabelle 18: Verhältnis von durchschnittlicher Jahreslegeleistung zu Gewicht der Weibchen.

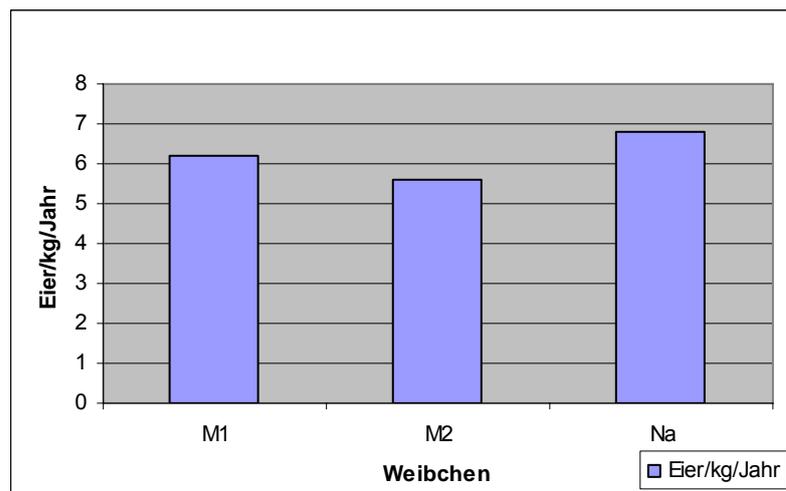


Abbildung 29: Vergleich der gewichtsbezogenen Jahreslegeleistungen.

Obwohl sehr deutliche Differenzen zwischen den Legeleistungen, Gelegegrößen und der Anzahl der Erst- Zweit und Drittgelege vorliegen, unterscheiden sich in diesem Falle die Weibchen in der Zahl der Eier, die im Durchschnitt jährlich pro Kilogramm Körpergewicht gelegt werden, nur unwesentlich (Abbildung 29).

## 4. Zeitpunkte der Ablagen

### 4.1. Datum der Ablagen

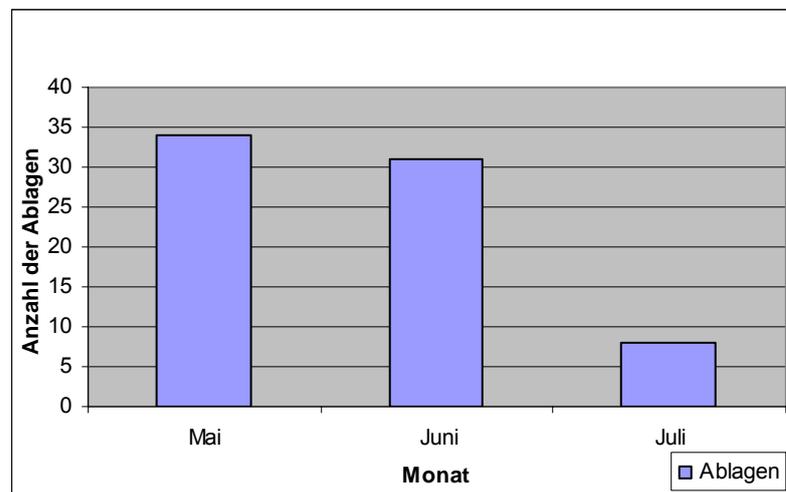
Gelege	Mai	Juni	Juli
1	31	3	-
2	3	26	1
3	-	2	7
gesamt	34	31	8
Anteil [%]	46,58	42,47	10,96

Tabelle 19: Datum der Eiablagen.

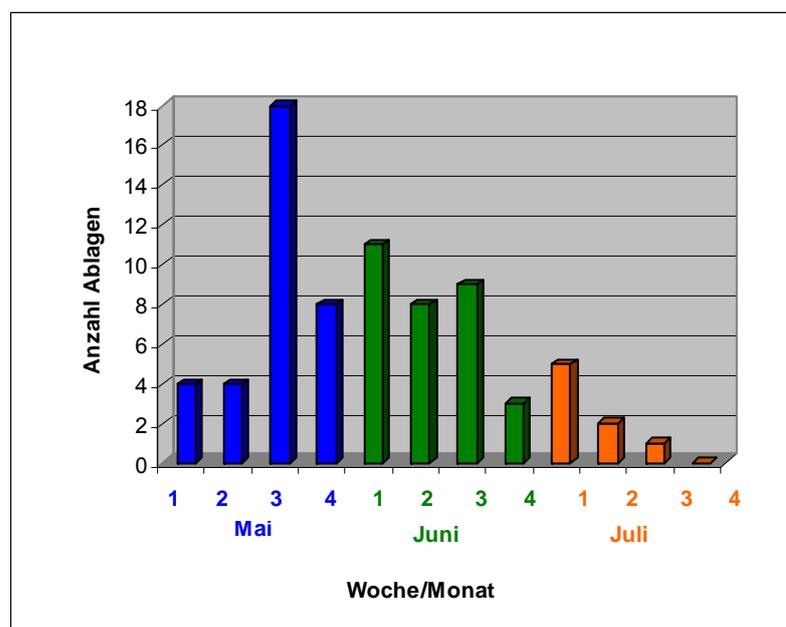
Über den gesamten Beobachtungszeitraum erfolgten die meisten Eiablagen im Mai mit einem Anteil von 46,58 % und Juni mit 42,47 % aller Ablagen. Im Juli wurden nur noch 10,96 % der Gelege abgesetzt. Im Mai waren 31 Ablagen Erst- und drei

Ablagen Zweitgelege, es erfolgten keine Drittgelege. Lediglich drei erste sowie zwei dritte Gelege fielen in den Juni, den größten Teil bilden hier die 26 Zweitgelege. Die wenigen Juliablagen setzten sich aus einer Zweit- und sieben Drittgelege zusammen (Tabelle 19).

In *Abbildung 30* ist sehr gut die Verteilung der Gelege auf die drei Monate Mai, Juni und Juli ersichtlich, in denen ausschließlich die Ablagen erfolgten. Die Hauptablagezeit waren in diesen 12 Jahren somit die Monate Mai und Juni, wobei im Mai fast ausschließlich Erstgelege und im Juni hauptsächlich Zweitgelege produziert wurden. Die wenigen Juliablagen waren in der Regel Drittgelege, wobei auch hier eine späte Zweitablage erfolgte.



**Abbildung 30:** Anzahl der Eiablagen in den Monaten Mai, Juni, und Juli.



**Abbildung 31:** Verteilung der Ablagezeitpunkte in den einzelnen Ablagemonaten Mai, Juni und Juli.

Im stärksten Ablagemonat Mai erfolgten die meisten, nämlich 18 Ablagen, in der dritten Woche. Dies entspricht im Gesamten einem Anteil von 24,66 % aller Ablagen. Jeweils vier Ablagen erfolgten in der ersten und zweiten und acht in der vierten Woche dieses Monats. Im Juli lag der Schwerpunkt der Ablagen in der ersten Woche mit 11 abgesetzten Gelegen. Dies entspricht 15 % aller produzierten Gelege. Je acht und neun Ablagen erfolgten in Woche zwei und drei. In der vierten Juniwoche fanden nur noch drei Ablagen statt. Im Juli, dem schwächsten der drei Ablagemonate, fielen fünf Ablagen in die erste Woche, zwei in die zweite und eine in die dritte (*Abbildung 31*).

## 4.2. Erste Gelege im Jahr

### 4.2.1. Datum der ersten Eiablagen

Der Beginn der Ablagesaison lag meist in der Mitte des Monats Mai. In drei Jahren allerdings begannen die Weibchen schon früher mit der Eiablage. In den Jahren 2003 und 2008 fanden die Ablagen der ersten Gelege zwischen dem 7. und dem 11. Mai statt, im Jahr 2007 erfolgten die Erstgelege sogar am 1., 3. und 7. Mai, also im Schnitt um zwei Wochen eher als üblich. Die drei sehr späten Ablagen von Erstgelegen Anfang Juni bildeten eher die Ausnahme. 1998 wurde am 4. Juni, 1999 am 1. Juni, beide Male von Weibchen M1, und 2006 am 6. Juni von Weibchen Na ein erstes Gelege produziert.

Jahr	Weibchen M1	Weibchen M2	Weibchen Na
1997	23.5.	14.5.	-
1998	4.6.	-	15.5.
1999	1.6.	19.5	17.5.
2000	17.5.	15.5.	9.5.
2001	20.5.	24.5.	23.5.
2002	25.5.	25.5.	18.5.
2003	7.5.	8.5.	8.5.
2004	15.5.	19.5.	18.5
2005	22.5.	21.5.	20.5.
2006	18.5.	20.5.	6.6.
2007	1.5.	7.5.	3.5.
2008	8.5.	8.5.	11.5.

**Tabelle 20:** Datum der jährlichen ersten Gelege der einzelnen Weibchen.

Der früheste Termin einer Ablage war somit der 1. Mai. Diese Ablage erfolgte durch Weibchen M1 im Jahr 2007. Der späteste ermittelte Ablagezeitpunkt eines ersten Geleges war der 6. Juni 2006. Hierbei handelte es sich um ein Gelege von Weibchen Na. Zwischen diesen beiden Extremwerten, die in zwei aufeinander

folgenden Jahren registriert wurden, liegen 36 Tage. Die größte individuelle zeitliche Differenz betrug 34 Tage. Es war der Zeitraum zwischen dem spätesten Gelege von Weibchen Na am 6. Juni 2006 und dessen frühesten Gelege am 3. Mai 2007 (*Tabelle 20*).

#### 4.2.2. Zeitraum der ersten Ablagen

Die meisten dieser Ablagen erfolgten innerhalb eines relativ eng begrenzten Zeitraumes. Hatte die Zeit der Eiablagen begonnen, kamen die Gelege der einzelnen Weibchen meist ohne lange zeitliche Abstände.

Zeitraum [Tage]	Jahr(e)
2	2003
3	2005
4	2001, 2004, 2008
6	2007
7	2002
8	2000
9	1997*
15	1999
19	2006
20	1998*

**Tabelle 21:** Zeitraum, innerhalb dessen die Ablagen des ersten Geleges in jedem Jahr erfolgten.

\*In den Jahren 1997 und 1998 erfolgten durch den Ausfall eines Weibchens nur zwei Erstgelege. Der Zeitraum wird in absteigender Reihenfolge dargestellt.

Im Extremfall betrug der Zeitraum, in dem alle drei Weibchen ihr erstes Gelege absetzten, lediglich zwei Tage. Am häufigsten, nämlich in den drei Jahren 2001, 2004 und 2008, erfolgten die drei Ablagen innerhalb von vier Tagen.

Die längsten Zeiträume entfielen auf die drei Jahre, in denen jeweils ein Weibchen erst im Juni begann Gelege zu produzieren. In diesem Fall betrug die Zeit, die zwischen dem ersten und letzten Erstgelege verging, 15, 19 und im Maximum 20 Tage. Da die Abstände der Gelege der ersten beiden Weibchen 1999 und 2006 nur zwei Tage betragen, sind die einzelnen Junigelege als Ausrutscher anzusehen. 1998 gab es nur zwei Weibchen, die Gelege produzierten. Aber auch hier setzte das erste Weibchen sein Erstgelege „regulär“ am 15. Mai ab, während das zweite Weibchen erst am 4. Juni legte.

Die drei Gelege, die im Juni produziert wurden, außer Acht gelassen, erfolgten die Erstgelege des Jahres aller drei Weibchen innerhalb einer Zeitspanne von zwei bis neun Tagen (*Tabelle 21*).

### 4.3. Zweite Gelege im Jahr

#### 4.3.1. Datum der zweiten Ablage

Die zweiten Ablagen der Saison erfolgten bis auf einen Ausrutscher im Juli und die extrem früh beginnende Saison 2007, in welcher die zweiten Gelege noch in den Mai fielen, normalerweise im Juni. In der Regel fanden die Zweitgelege innerhalb der ersten beiden Wochen im Juni statt, oft aber auch noch in der dritten und vierten Woche.

Jahr	Weibchen M1	Weibchen M2	Weibchen Na
1997	17.6.	8.6.	-
1998	-	-	7.6.
1999	-	7.6.	6.6.
2000	9.6.	6.6.	3.6.
2001	16.6.	24.6.	24.6.
2002	-	8.6.	10.6.
2003	1.6.	1.6.	2.6.
2004	13.6.	12.6.	18.6.
2005	14.6.	13.6.	17.6.
2006	21.6.	-	4.7.
2007	25.5.	28.5.	28.5.
2008	12.6.	15.6.	15.6.

**Tabelle 22:** Datum der zweiten jährlichen Gelege der einzelnen Weibchen.

Die frühesten Zweitgelege konnten 2007 beobachtet werden. In diesem Jahr wurden die Zweitgelege noch im Mai abgesetzt, das erste Gelege erfolgte am 25.5. durch Weibchen M1. Die frühesten Juniablagen fanden nicht viel später statt. Hier wurden zwei Gelege am 1. und eines am 2. Juni produziert. Die spätesten Juniablagen erfolgten 2007. Eine Ablage erfolgte am 25. und zwei am 28. Juni. Das späteste Zweitgelege bildete das einzige, das im Juli erfolgte. Es war ein Gelege von Weibchen Na und wurde am 4. Juli produziert. Die Differenz zwischen den beiden Extremwerten betrug 40 Tage. Die größte individuelle Differenz mit 37 Tagen wies wiederum Weibchen Na auf (*Tabelle 22*).

#### 4.3.2. Zeitraum der zweiten Ablagen

Auch bei den zweiten Gelegen kam es zu keinen großen Differenzen zwischen den Weibchen. Im Gegenteil. Während bei den Erstgelegen drei Ausrutscher in Form von einzelnen verzögerten Ablagezeitpunkten festgestellt werden konnten, gab es hier mit einem Gelege im Juli nur eine einzelne Ausnahme (*Tabelle 23*).

Zeitraum [Tage]	Jahr(e)
0	1998**
2	1999*, 2003,
3	2002*, 2007, 2008
6	2004
8	2001
9	1997*
13	2006*

**Tabelle 23:** Zeitraum, innerhalb dessen die Ablagen des zweiten Geleges in jedem Jahr erfolgten.

\* In den Jahren 1997, 1999 und 2002 erfolgten nur von zwei Weibchen Zweitgelege.

\*\* Im Jahr 1998 setzte nur ein Weibchen ein zweites Gelege ab.

Der Zeitraum in absteigender Reihenfolge.

Die kürzeste Periode, in der sämtliche Weibchen das zweite Gelege abgesetzt hatten, betrug zwei Tage. Dies war zweimal der Fall, wobei 1999 nur zwei Weibchen ein zweites Gelege hervorbrachten. 2003 hingegen hatten alle drei Weibchen innerhalb dieser drei Tage ihr zweites Gelege abgesetzt.

Der längste Zeitraum wurde 2006 ermittelt. Hier erfolgte das letzte der zweiten Gelege erst am 4. Juli und war gleichzeitig das einzige Zweitgelege, welches im Juli produziert wurde. Die Zeitspanne zwischen erstem und letztem Zweitgelege betrug hier 13 Tage und war somit eine Woche kürzer als der Maximalwert der Erstgelege.

Am häufigsten erfolgten die Zweitgelege innerhalb von drei Tagen. In den Jahren 2007 und 2008 legten alle drei Weibchen binnen dieser Frist, 2002 legten wiederum nur zwei Weibchen ein zweites Mal innerhalb von drei Tagen.

Wenn auch hier der Extremfall der Juliablage unberücksichtigt bleibt, ergibt sich für die Zeit, in der die Zweitgelege abgesetzt wurden, eine Periode von zwei bis neun Tagen, was wieder dem Zeitraum der Erstgelege entspricht.

#### 4.3.3. Zeitraum zwischen erster und zweiter Eiablage

Am häufigsten wurde 23 Tage nach Absetzen des ersten Geleges das zweite Gelege produziert. Dies kam in 12 Saisonen bei sieben Zweitgelegen vor. Fast ebenso oft, nämlich sechs Mal, wurde nach 25 Tagen das zweite Gelege abgesetzt. Das kürzeste Intervall zwischen Erst- und Zweitgelege betrug 19 Tage. Dies war ein Zweitgelege von Weibchen M2 im Jahr 1999. Im gleichen Jahr setzte Weibchen Na nach nur 20 Tagen das zweite Gelege ebenfalls nach einer relativ kurzen Zeit ab. Die längsten Pausen zwischen dem ersten und zweiten Gelege

betragen über 30 Tage, wobei der längste beobachtete Zeitraum 34 Tage betrug, der im Jahr 2006 bis zum Absetzen des Zweitgeleges von Weibchen M1 verstrich. Im Schnitt war zwischen Erst- und Zweitlege mit einer Pause von 25 Tagen zu rechnen. Somit kann gesagt werden, dass in den meisten Fällen, da lediglich zweimal gelegt wird, sich die Legeperiode von *Testudo marginata* in Österreich unter künstlichen Bedingungen über rund 25 Tage erstreckt.

Min/Max/Ø	M1	M2	Na
Min	23	19	20
Max	34	30	32
Durchschnitt	26	24,1	26,1

**Tabelle 24:** Minimale, maximale und durchschnittliche Zeitspanne zwischen den ersten zwei Gelegen der Weibchen innerhalb einer Saison.

Der Zeitraum zwischen den ersten beiden Gelegen betrug bei Weibchen M1 zwischen 23 und 34 Tagen, bei Weibchen M2 zwischen 19 und 30 Tagen und bei Weibchen Na zwischen 20 und 32 Tagen. Im gesamten Durchschnitt über alle 12 Saisonen vergingen bei Weibchen M1 und Na 26 Tage, während das Intervall bei Weibchen M2 mit 24 Tagen durchschnittlich etwas kürzer war (*Tabelle 24*).

#### 4.4. Dritte Gelege im Jahr

In manchen Jahren setzten einzelne Weibchen ein drittes Gelege ab, was aber eher die Ausnahme denn die Regel darstellte (*Tabelle 25*).

##### 4.4.1. Datum der dritten Ablage

Jahr	Weibchen M1	Weibchen M2	Weibchen Na
1997	14.7.	1.7.	-
1998	-	-	1.7.
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	14.7.	18.7.	-
2002	-	-	-
2003	20.6.	-	-
2004	7.7.	5.7.	-
2005	-	-	-
2006	-	-	-
2007	7.7.	-	-
2008	-	-	-

**Tabelle 25:** Datum der Drittgelege der einzelnen Weibchen.

Das früheste Drittgelege wurde am 20. Juni 2003 durch Weibchen M1 abgesetzt. Die spätesten Drittgelege wurden am 7. Juli 2004 und 2007 registriert. Diese

erfolgten ebenfalls durch das Weibchen M1 und stellen die spätesten Eiablagen überhaupt dar. Die Differenz zwischen den beiden Extremwerten beträgt lediglich 17 Tage, welche auch gleichzeitig die größte individuelle Differenz darstellt.

#### 4.4.2. Zeitraum der dritten Ablagen

Bis auf eine Ausnahme wurden sämtliche Drittgelege im Monat Juli abgesetzt. Diese dritte Ablage fand bereits im Juni statt. Lediglich in drei der zwölf Saisonen wurden von zwei Weibchen Drittgelege produziert, in den anderen Jahren legte immer nur ein Weibchen ein drittes Mal. Insofern können über den Zeitraum, in dem die Weibchen dritte Gelege absetzten, kaum Aussagen getroffen werden. In den Jahren 1997, 2001 und 2004 setzten Weibchen M1 und M2 je ein Drittgelege ab. Der Zeitraum 1997 betrug 13 Tage, 2001 lediglich vier Tage und im Jahr 2004 nur zwei Tage. Somit ist anzunehmen, dass auch bei Drittgelegen, ähnlich wie bei Erst- und Zweitgelegen, keine großen zeitlichen Schwankungen zwischen den Weibchen zu erwarten sind (*Tabelle 26*).

Zeitraum [Tage]	Jahr(e)
13	1997
-	1998*
4	2001
-	2003*
2	2004
-	2007*

**Tabelle 26:** Zeitraum, innerhalb dessen die Ablagen des dritten Geleges in jedem Jahr erfolgten.  
\*In den Jahren 1998, 2003 und 2007 erfolgte nur von je einem Weibchen ein Drittgelege, weshalb sich für diese Jahre kein Zeitraum ergibt.

#### 4.4.3. Zeitraum zwischen zweiter und dritter Eiablage

Der minimale Zeitraum zwischen zweitem und drittem Gelege betrug im Jahre 2003 bei Weibchen M1 19 Tage. Auch für die maximale Pause von 28 Tagen im Jahr 2001 zwischen einem Zweit- und einem Drittgelege zeichnete Weibchen M1 verantwortlich. Bei Weibchen M2 lagen die letzten beiden Gelege im Jahr immer zwischen 23 und 24 Tagen auseinander. Bei Weibchen Na, welches lediglich einmal ein Drittgelege absetzte, betrug der Zeitraum 24 Tage (*Tabelle 27*).

Min/Max/Ø	M1	M2	Na
Min	19	23	24
Max	28	24	24
Durchschnitt	24	23,3	24

**Tabelle 27:** Minimale, maximale und durchschnittliche Zeitspanne zwischen den zweiten und dritten Gelegen der Weibchen innerhalb einer Saison.

Durchschnittlich vergingen 23,78 Tage zwischen dem zweiten und dem dritten Gelege eines Weibchens.

#### 4.4.4. Gesamte Legeperiode - Zeitraum zwischen erster und dritter Eiablage

Der kürzeste zeitliche Abstand zwischen erstem und drittem Gelege, also innerhalb dessen alle Gelege abgesetzt wurden, betrug 44 Tage und wurde 2003 bei Weibchen M1 registriert. Die längste Periode zwischen Erst- und Drittgelege fand im Jahr 2001 statt. Hier vergingen 55 Tage, ehe Weibchen M1 und Weibchen Na alle drei Gelege abgesetzt hatten (*Tabelle 28*).

Min/Max/Ø	M1	M2	Na
Min	44	47	47
Max	55	48	55
Durchschnitt	50,2	47,5	51

**Tabelle 28:** Minimale, maximale und durchschnittliche Zeitspanne zwischen den ersten und dritten Gelegen der Weibchen innerhalb einer Saison.

Im gesamten Durchschnitt betrug die Zeitspanne zwischen erstem und drittem Gelege, also die Zeit, in der alle drei Gelege einer Saison abgesetzt wurden, 49,78 Tage. Man kann also von einer Periode von rund 50 Tagen sprechen, in der weibliche Breitrandschildkröten in Österreich unter künstlichen Bedingungen ihre maximal drei Gelege produzieren.

Es ergeben sich also folgende jährliche Zeiträume, in denen sämtliche Eier abgesetzt wurden:

Jahr	Legeperiode [Tage]	Anzahl Gelege Max.
1997	61	3
1998	49	3
1999	20	2
2000	31	2
2001	59	3
2002	30	2
2003	44	3
2004	53	3
2005	28	2
2006	47	2
2007	47	3
2008	30	2

**Tabelle 29:** Dauer der Legeperiode des jeweiligen Jahres. Anzahl der Gelege Max gibt an, ob Zweit- oder Drittgelege abgesetzt wurden.

Die absolut längste Legeperiode wurde 1997 beobachtet. In diesem Jahr verstrichen 61 Tage zwischen dem Absetzen des ersten und der Ablage des letzten Geleges des Jahres. Es wurden hierbei maximal drei Gelege produziert. Die kürzeste Ablagesaison, in der drei Gelege abgesetzt wurden, war 2003 und betrug 44 Tage. Die insgesamt kürzeste Saison umfasste lediglich 20 Tage, in denen allerdings nur maximal zwei Gelege pro Weibchen abgelegt wurden. Der längste Zeitraum, in dem höchstens Zweitgelege auftraten, umfasste 47 Tage (*Tabelle 29*).

#### 4.5. Zeitgleiche Eiablagen (am selben Tag)

Nicht selten erfolgten die Eiablagen zweier Weibchen am selben Tag, oft sogar zur selben Zeit (*Tabelle 30*).

Jahr	beteiligte Weibchen	Datum	Gelege*
2001	M2 und Na	24. Juni	2
2002	M1 und Na	25. Mai	1
2003	M2 und Na	8. Mai	1
	M1 und Na	1. Juni	2
2007	M2 und Na	28. Mai	2
2008	M2 und Na	15. Juni	2

**Tabelle 30:** Jahre, in denen zwei Weibchen am selben Tag abgelegt haben.  
\*Erst- bzw. Zweitgelege

In fünf der zwölf Saisonen legten jeweils zwei Weibchen am selben Tag ab. Insgesamt betraf es 12 Gelege, zwei von Weibchen M1, vier von Weibchen M2 und sechs von Weibchen Na. Dies bedeutet, dass immerhin 8,76 % der 73 Gesamtgelege aller zwölf beobachteten Saisonen als „Doppelablagen“ abgesetzt wurden.

Auffallend ist, dass jedes Mal Weibchen Na beteiligt war. Es legte viermal am selben Tag wie Weibchen M2 und zweimal wie Weibchen M1, hat also von 23 abgesetzten Gelegen sechs am selben Tag wie ein anderes Weibchen abgelegt.

#### **4.6. Ablagen an aufeinander folgenden Tagen**

Ebenfalls interessant ist die Zahl der Gelege, die an unmittelbar aufeinander folgenden Tagen abgesetzt wurden. Dies war bei insgesamt 15 Gelegen der Fall, was knappen 11 % der gesamten Gelege entspricht (*Tabelle 31*).

<b>Jahr</b>	<b>Beteiligte Weibchen</b>	<b>Datum</b>	<b>Gelege</b>
1999	M2 und Na	6. und 7. Juni	2
2003	M1 und M2/Na	7. und 8. Mai	1
	M1/M2 und Na	1. und 2. Juni	2
2004	M2 und M1	12. und 13. Juni	2
2005	M1 u. M2 u. Na	20. u. 21. u. 22. Mai	1
	M2 und M1	13. und 14. Juni	2

**Tabelle 31:** Jahre, in denen die Weibchen an zwei oder drei aufeinander folgenden Tagen abgelegt haben. Durch „/“ getrennte Weibchen haben am selben Tag abgelegt.

In vier der zwölf Jahre legten Weibchen insgesamt 15 Gelege an unmittelbar aufeinander folgenden Tage ab. Fünfmal war Weibchen M1 beteiligt, davon legte sie viermal am ersten Tag (einmal am selben Tag wie Weibchen M2) und nur einmal am Folgetag. Weibchen M2 war jedes Mal, in allen sechs Fällen, beteiligt. Viermal legte es am ersten Tag, einmal am Folgetag und bei einer Gelegenheit, im Jahr 2005, am zweiten von drei Tagen. Weibchen Na ist an vier von sechs Fällen von direkt aufeinander folgenden Ablagen beteiligt, wobei es dreimal an zweiter Stelle, also dem Folgetag und einmal am dritten von drei Ablagetagen legte. Es legte somit bei solchen Gelegenheiten niemals als Erstes.

## **5. Jungtiere**

### **5.1. Schlupferfolg**

#### **5.1.1. Individuelle Schlupfraten**

Bei der Erfassung des Schlupferfolges wurden nur erfolgreich geschlüpfte Jungtiere berücksichtigt. Die wenigen Tiere, welche vor, während oder kurz nach

dem Verlassen des Eies gestorben sind, sind als Totgeburt vermerkt worden und beeinflussten in keiner Weise den Schlupferfolg.

#### Weibchen M1

Gelege	Eier	geschlüpft	Schlupfrate [%]
1	82	74	90,24
2	67	63	94,03
3	30	29	96,67
gesamt	179	166	92,74

**Tabelle 32:** Eier, geschlüpfte Jungtiere und die daraus resultierende Schlupfrate von Weibchen M1.

Die Schlupfraten von Weibchen M1 betragen im Schnitt sowohl beim Erst-, Zweit- als auch beim Drittgelege immer über 90 %. Die Schlupfraten stiegen von durchschnittlich 90,24 % beim ersten über 94,03 % beim zweiten auf 96,67 % beim dritten Gelege pro Saison. Dies ergibt insgesamt eine Erfolgsrate von 92,74 % (Tabelle 32).

#### Weibchen M2

Gelege	Eier	geschlüpft	Schlupfrate [%]
1	74	70	94,59
2	62	59	95,16
3	12	12	100
gesamt	148	141	95,27

**Tabelle 33:** Eier, geschlüpfte Jungtiere und die daraus resultierende Schlupfrate von Weibchen M2.

Auch der Schlupferfolg des Weibchens M2 lag im Schnitt nie unter 90 %. Hier war die Rate noch höher und stieg von 94,59 % beim Erst- über 95,16 % beim Zweit- auf 100 % beim Drittgelege. Insgesamt zeitigten 95,27 % der Eier von Weibchen M2 (Tabelle 33).

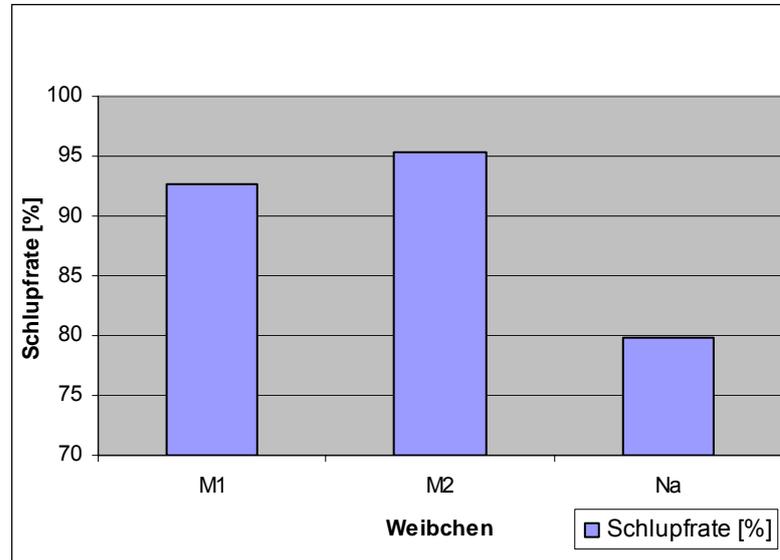
#### Weibchen Na

Gelege	Eier	geschlüpft	Schlupfrate [%]
1	125	93	74,4
2	101	90	89,1
3	8	4	50
gesamt	234	187	79,91

**Tabelle 34** Eier, geschlüpfte Jungtiere und die daraus resultierende Schlupfrate von Weibchen Na.

Das, absolut gesehen, sowohl in der Anzahl der abgelegten Eier sowie der erfolgreich geschlüpfen Jungtiere produktivste Weibchen Na erreichte, verglichen mit den anderen beiden Tieren, die weitaus schlechtesten Schlupfraten. Im gesamten Durchschnitt lag kein Gelege der Saison über 90 %. Von den

Erstgelegen konnten 74,4 % der Eier erfolgreich gezeitigt werden, von den zweiten immerhin 89,1 % und von dem einzigen dritten Gelege lediglich 50 %. Die Schlupfrate von Weibchen Na beträgt insgesamt 79,91 % (Tabelle 34).



**Abbildung 32:** Durchschnittliche Gesamtschlupfrate der drei Weibchen im Direktvergleich.

Im direkten Vergleich der durchschnittlichen Gesamtschlupfraten wird ersichtlich, dass Weibchen Na den bei Weitem geringsten Schlupferfolg aller drei Tiere erreichte. Die Schlupfraten der beiden anderen Weibchen lagen deutlich über 90 %. Hier erzielte das ansonsten meist unterlegene Weibchen M2 den höchsten Wert von über 95 % (Abbildung 32).

### 5.1.2. Minimale und maximale jährliche Schlupfrate

Die erzielten individuellen jährlichen Schlupfraten reichten von mindestens 60,9 % bis zu vollen 100 %. Bei Weibchen M1 lagen die Schlupfraten stets zwischen 80 und 100 %. Weibchen M2 erzielte Raten von 84,6 bis 100 % und Weibchen Na 60,9 bis 100 %.

Während Weibchen Na lediglich in einer Saison, im Jahr 2007, 100 % Schlupfrate erreichte, kamen bei Weibchen M1 in vier Jahren, nämlich 1998, 2002, 2005 und 2008, sämtliche Eier zum Schlupf. Noch beeindruckender ist das Ergebnis bei Weibchen M2, dessen Gelege in sechs Saisonen zur Gänze erfolgreich schlüpften. Dies waren die Jahre 1997, 2001, 2002, 2004, 2005 und 2006 (Tabelle 35).

Jahr	M1 [%]	M2 [%]	Na [%]
1997	95	100	*
1998	100	*	63
1999	83	92,9	90,5
2000	80	91,7	80
2001	94,4	100	61,9
2002	100	100	95
2003	95,2	87,5	82,6
2004	90	100	60,9
2005	100	100	94,7
2006	88,9	100	78,9
2007	90,9	93,8	100
2008	100	84,6	80

**Tabelle 35:** Individuelle jährliche Schlupfrate.

\* In diesem Jahr wurde von dem betreffenden Weibchen kein Gelege abgesetzt.

### 5.1.3. Gesamtschlupfraten

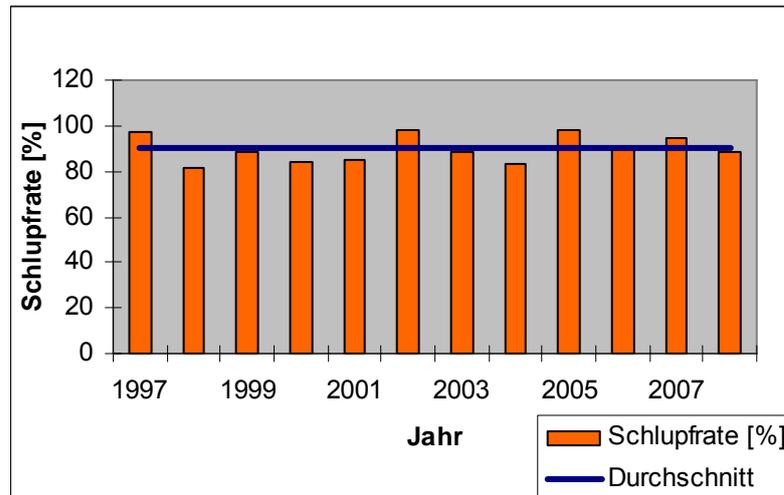
#### 5.1.3.1. Jährliche Gesamtschlupfraten

Die jährlichen Gesamtschlupfraten bewegten sich zwischen 81,5 % im Jahr 1998 und 98,3 % im Jahr 2002 (Tabelle 36). In den Jahren 1997 und 1998 produzierten lediglich zwei Weibchen Gelege. Es schlüpften also jedes Jahr im Schnitt aus knapp 90 % der Eier erfolgreich Jungtiere (*Abbildung 33*).

Jahr	Schlupfrate [%]
1997	97,5*
1998	81,5*
1999	88,8
2000	83,9
2001	85,4
2002	98,3
2003	88,4
2004	83,6
2005	98,2
2006	89,3
2007	94,9
2008	88,2

**Tabelle 36:** Jährliche Gesamtschlupfraten der drei Weibchen.

\* In diesen Jahren setzten jeweils nur zwei Weibchen Gelege ab.



**Abbildung 33:** Jährliche Gesamtschlupfraten der drei Weibchen.

### 5.1.3.2. Gesamtschlupfrate des Beobachtungszeitraumes

Insgesamt wurden von den drei Muttertieren im gesamten Beobachtungszeitraum von 1997 bis 2008 561 Eier abgelegt. Aus den daraus erfolgreich geschlüpften 494 Jungtieren ergibt sich eine Gesamtschlupfrate von 88,08 % (Tabelle 37).

Eier	geschlüpft	Schlupfrate [%]
561	494	88,06

**Tabelle 37:** Gesamtanzahl der abgelegten Eier sowie die daraus gezeitigten Jungtiere und die sich daraus ergebende Gesamtschlupfrate.

### 5.1.3.3. Schlupfraten der Gelege

Für die Erst- Zweit- bzw. Drittgelege ergeben sich aus dem individuellen Schlupferfolg folgende Raten:

Gelege	Anzahl Eier	geschlüpft	Rate [%]
1. (n=34)	281	237	84,34
2. (n=30)	230	212	92,17
3. (n=9)	50	45	90

**Tabelle 38:** Anzahl der gelegten Eier aller abgesetzten Erst-, Zweit- und Drittgelege, die daraus gezeitigten Jungtiere sowie die daraus resultierende Schlupfrate. In () die Gesamtanzahl n der abgesetzten Gelege.

Für die Erstgelege ergab sich mit 84,34 % die niedrigste Schlupfrate. Die Drittgelege erreichten einen Schlupferfolg von 90 %, während 92,17 % der Eier der Zweitgelege erfolgreich zeitigten.

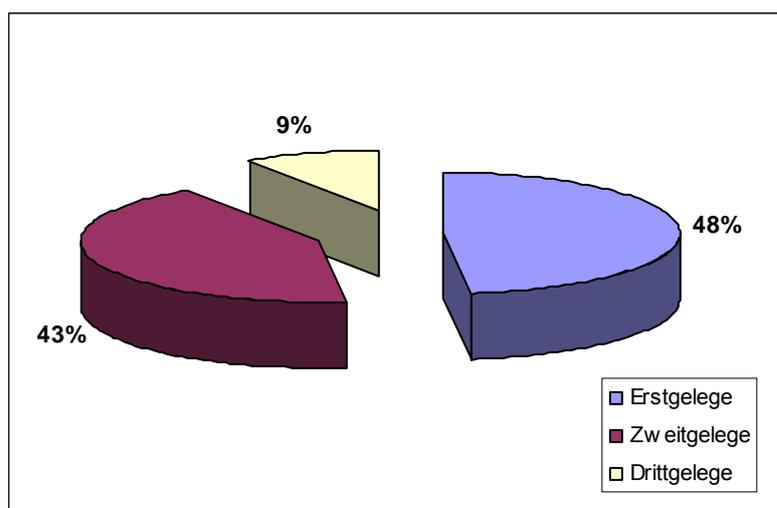
### 5.1.4. Verteilung der Jungtiere auf die Gelege

Die geschlüpften Jungtiere verteilen sich, sehr ähnlich der jeweiligen Anzahl der Eier, wie folgt auf die Erst-, Zweit- und Drittgelege (*Tabelle 39*):

Gelege	Jungtiere	Anteil [%]
1	237	47,98
2	212	42,91
3	45	9,11
gesamt	494	

**Tabelle 39:** Verteilung der geschlüpften Jungtiere auf die ersten, zweiten und dritten Gelege.

Der größte Teil von 47,98 % der erfolgreich gezeitigten Jungtiere entfällt entsprechend der höheren Anzahl an Eiern auf die der Erstgelege mit 237 Jungtieren, gefolgt von den 212 Schlüpflingen der Zweitgelege mit einem Anteil von 42,91 %. Der Jungtieranteil der dritten Gelege ist mit 45 Tieren, respektive 9,11 %, um einiges geringer (*Abbildung 32*).



**Abbildung 34:** Verteilung der Jungtiere auf die Erst-, Zweit- und Drittgelege.

### 5.1.5. Anteil der Weibchen am Schlupferfolg

Am Schlupferfolg, das heißt, den gesamten erfolgreich gezeitigten Eiern, haben die einzelnen Weibchen folgenden Anteil (*Tabelle 40*):

Weibchen	Jungtiere	Anteil [%]
M1	166	33,6
M2	141	28,54
Na	187	37,85

**Tabelle 40:** Jeweiliger Anteil der Weibchen am Schlupferfolg.

Trotz der geringsten durchschnittlichen Schlupfrate aller drei Tiere erbrachte Weibchen Na mit 187 Jungtieren und 37,85 % den größten Anteil am gesamten Schlupferfolg. Weibchen M1 lag mit 166 Jungtieren und 33,6 % Anteil am Schlupferfolg nur wenig dahinter, während Weibchen M2 mit 141 Schlüpflingen nur 28,54 % an der Gesamtanzahl erreichte (Abbildung 35).

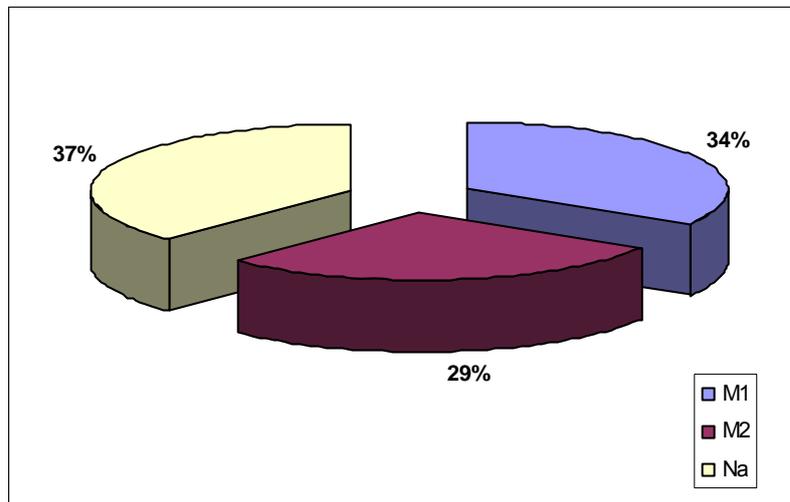


Abbildung 35: Anteil der Weibchen am Schlupferfolg.

### 5.1.6. Jährliche Anzahl an Jungtieren

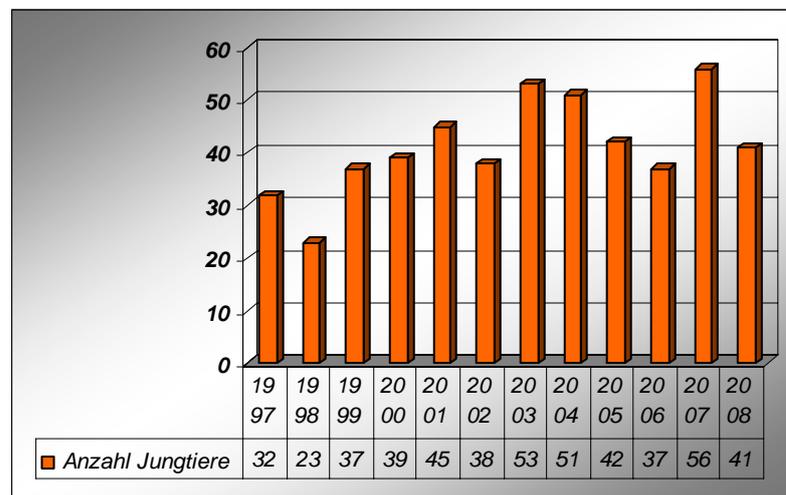
Die Anzahl der Jungtiere, die im Jahr schlüpften, bewegte sich zwischen 23 im Jahre 1998 und 56 im Jahre 2007. Durchschnittlich erblickten in den 12 Beobachtungsjahren 41,17 Jungtiere pro Jahr das Licht der Welt. Es muss berücksichtigt werden, dass im Jahr 1997 Weibchen Na und im Jahr 1998 Weibchen M2 kein Gelegen absetzte (Tabelle 41).

Jahr	M1	M2	Na	gesamt
1997	19	13	*	32
1998	6	*	17	23
1999	5	13	19	37
2000	12	11	16	39
2001	17	15	13	45
2002	6	13	19	38
2003	20	14	19	53
2004	18	19	14	51
2005	13	11	18	42
2006	16	6	15	37
2007	20	15	21	56
2008	14	11	16	41

**Tabelle 41:** Jährliche Anzahl der Jungtiere, die pro Weibchen schlüpften und die Gesamtanzahl der Schlüpflinge jedes Jahres. In den mit \* gekennzeichneten Feldern setzte das betreffende Weibchen in diesem Jahr kein Gelege ab.

Die Zahl der Jungtiere, die die einzelnen Weibchen pro Saison hervorbrachten, betrug bei Weibchen M1 im Minimum fünf und im Maximum 20. Bei Weibchen M2 bewegte sich die Anzahl der jährlich produzierten Jungtiere zwischen sechs und 19 und Weibchen Na brachte jährlich zwischen 13 und 21 Schlüpflinge hervor (Tabelle 41).

Durchschnittlich produzierte Weibchen M1 jährlich 13,83 Jungtiere, Weibchen M2 11,75 und Weibchen Na 15,58 Schlüpflinge, wobei hier zu bemerken ist, dass sowohl Weibchen M2 als auch Weibchen Na jeweils eine Saison kein Gelege produzierten, diese Jahre aber trotzdem mit eingerechnet wurden. Dies ergibt einen gesamten Durchschnittswert von 13,72 Jungtieren pro Weibchen und Jahr.



**Abbildung 36:** Gesamtanzahl der Jungtiere pro Jahr.

Im Gegensatz zur Kurve der Schlupfraten, die relativ konstant blieb, lässt sich aus *Abbildung 36* generell ein Aufwärtstrend erkennen. Es ereigneten sich zwar immer wieder Einbrüche, jedoch ist die Anzahl der Jungtiere, die insgesamt pro Jahr schlüpfen, ansteigend.

### 5.1.7. Relative Fruchtbarkeit

Um die Fruchtbarkeit, also das Hervorbringen lebensfähiger Jungtiere, in diesem Falle besser vergleichen zu können, wurde, wie auch schon bei der Anzahl der Eier, die Anzahl der Jungtiere pro Kilogramm Körpergewicht des Weibchens berechnet.

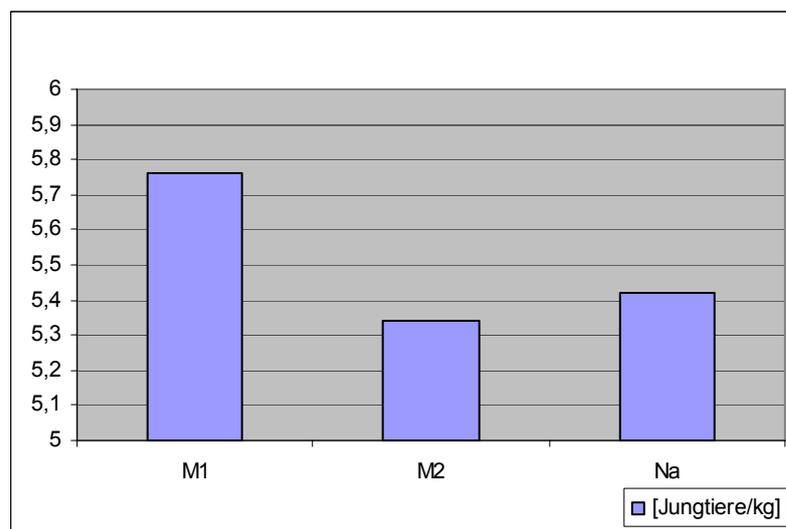
Anhand des Gewichtes der Weibchen und der durchschnittlichen Anzahl der pro Jahr geschlüpften Jungtiere ergibt sich ein Schlupferfolg pro Kilogramm Körpergewicht von 5,76 Jungtieren/kg für Weibchen M1, 5,34 Jungtieren/kg für Weibchen M2 und 5,42 Jungtieren/kg für Weibchen Na (*Tabelle 42*).

Weibchen	Jungtiere : Körpergewicht [Jungtiere/kg]
M1	5,76
M2	5,34
Na	5,42

**Tabelle 42:** Verhältnis von Schlupferfolg zu Gewicht der Weibchen.

Diese Werte ermöglichen den direkten Vergleich der Fruchtbarkeit bzw. des individuellen Schlupferfolges der drei Weibchen. Hier zeigt sich, dass alle drei Weibchen, bezogen auf ihr Körpergewicht, ungefähr gleich viele Jungtiere produzierten.

Trotz der sehr viel größeren Zahl an Eiern, welche Weibchen Na jährlich produzierte, ergibt sich aufgrund der insgesamt schlechteren Schlupfraten keine größere Anzahl von Jungtieren. Im Gegenteil, relativ betrachtet brachte Weibchen Na eine geringere Zahl an Nachkommen hervor als M1 und übertraf das sehr viel ältere Weibchen M2 nur knapp (*Abbildung 37*).



**Abbildung 37:** Relative Fruchtbarkeit (Jungtiere pro Kilogramm Körpergewicht) der drei Tiere.

## 5.2. Entwicklung der Jungtiere

### 5.2.1. Inkubationszeiten

Die Inkubation der Eier erfolgte stets bei Inkubationstemperaturen von 29 bis 32° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 bis 80 %. Die Temperatur wurde lediglich mittels eines handelsüblichen Flüssigkeits-Thermometers überwacht und nie exakt bestimmt oder aufgezeichnet. Gleiches gilt für die Luftfeuchte, welche nur in den ersten Jahren mittels Haarhygrometer überwacht wurde. Unter diesen konstanten Bedingungen schlüpften die Jungtiere in der Regel nach einer Inkubationsdauer von 55 bis 65 Tagen. Die Jungtiere eines Geleges schlüpften normalerweise innerhalb weniger Tage. Ein Gelege stellte hier aber eine besondere Ausnahme dar. Im Jahr 2005 schlüpften aus dem ersten Gelege von Weibchen Na vom 21. Mai aus drei von fünf Eiern nach durchschnittlich 64 Tagen erfolgreich Jungtiere. Da aus den anderen beiden Eiern nichts schlüpfte, wurden sie als vermeintlich unbefruchtet oder abgestorben, wie es bei Weibchen Na des Öfteren der Fall war, bis zum Ende der Brutsaison im Inkubator belassen. Nachdem die letzten Gelege gezeitigt und der Brutapparat abgeschaltet war, wurden die restlichen Eier aller Gelege und Weibchen, die nach einer langen Nachfrist nicht gezeitigt hatten, geöffnet, um den Befruchtungs- und Entwicklungsstand zu kontrollieren. Überraschenderweise kamen aus den beiden Eiern des ersten Geleges von Na, 98 Tage nach der Ablage, zwei relativ kleine, aber normal entwickelte, lebende Jungtiere zum Vorschein, also 34 Tage nach dem Schlupf der Geschwister aus demselben Gelege.

### 5.2.2. Schlupfgewichte *Testudo marginata* im Jahr 2008

2008 wurden alle Jungtiere unmittelbar nach dem Schlupf gewogen.

Die Jungtiere von Weibchen M1 wogen:

Gelege	Gewichte [g]									D
1	11	14	11	11	14	12	13	11		12,13
2	14	12	12	13	11	12				12,33
gesamt										12,23

**Tabelle 43:** Schlupfgewichte der Jungtiere von Weibchen M1.  
D...Durchschnitt

Die Jungtiere von Weibchen M1 sowohl des ersten als auch des zweiten Geleges wogen nach dem Schlüpfen zwischen 11 und 14 g, im Durchschnitt 12,23 g.

Die Jungtiere des zweiten Geleges waren dabei unwesentlich, nämlich lediglich 0,2 g, schwerer als des ersten (*Tabelle 43*).

Die Jungtiere von Weibchen M2 wogen:

Gelege	Gewichte [g]										D
1	10	13	10	10	11	10	10				10,57
2	10	11	11	7	8						9,4
gesamt											9,99

**Tabelle 44:** Schlupfgewichte der Jungtiere von Weibchen M2.  
D...Durchschnitt

Weibchen M2 brachte die leichtesten Jungtiere hervor. Diese wogen nach dem Schlupf zwischen sieben und 13 g, wobei diese Werte die Ausnahme darstellten. Die Schlüpflinge des ersten Geleges wogen im Schnitt 10,57 g, die des Zweitgeleges nur 9,4 g. Das ergibt ein Gesamtdurchschnittsgewicht von knapp 10 g (*Tabelle 44*).

Die Jungtiere von Weibchen Na wogen:

Gelege	Gewichte [g]										D
1	12	11	11	12	11	12	15				12
2	13	14	11	13	12	12	12	13	11		12,33
gesamt											12,17

**Tabelle 45:** Schlupfgewichte der Jungtiere von Weibchen Na.  
D...Durchschnitt

Obwohl Weibchen Na das schwerste Weibchen ist, wogen die Jungtiere nicht mehr, sondern sogar weniger als die von Weibchen M1. Mit 15 g schlüpfte hier zwar das schwerste Jungtier dieser Saison, bildete jedoch eine Ausnahme, sodass die Jungtiere im Durchschnitt 12,17 g auf die Waage brachten. Dabei wogen die Schlüpflinge des Erstgeleges durchschnittlich 12, die des Zweitgeleges 12,33 g. Auch hier war das Gewicht der Schlüpflinge des zweiten Geleges etwas höher. Die leichtesten Jungtiere brachten immerhin noch 11 g auf die Waage (*Tabelle 45*).

Die auch hier mittels Chi-Quadrat-Test durchgeführte Prüfung auf Signifikanz ergab für die Schlupfgewichte der ersten Gelege eine Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 %. Für die Schlupfgewichte der Jungtiere der Zweitgelege lag die Irrtumswahrscheinlichkeit bei 5,068 %. Es ergab sich also sehr knapp keine Signifikanz mehr.

### 5.2.3. Entwicklung von Nachzuchttieren

Wie in *Tabelle 46* ersichtlich, wuchsen zwei Nachzuchtmännchen aus dem ersten Jahr auf mittlerweile 22 bzw. 24 cm Stockmaß und 1240 bzw. 1650 g heran. In den Jahren 1998, 1999 und 2000 wurden leider keine Jungtiere zurückbehalten, daher fehlen hier Daten. Ab dem Jahr 2001 wurden wieder durchgehend Jungtiere behalten und aufgezogen.

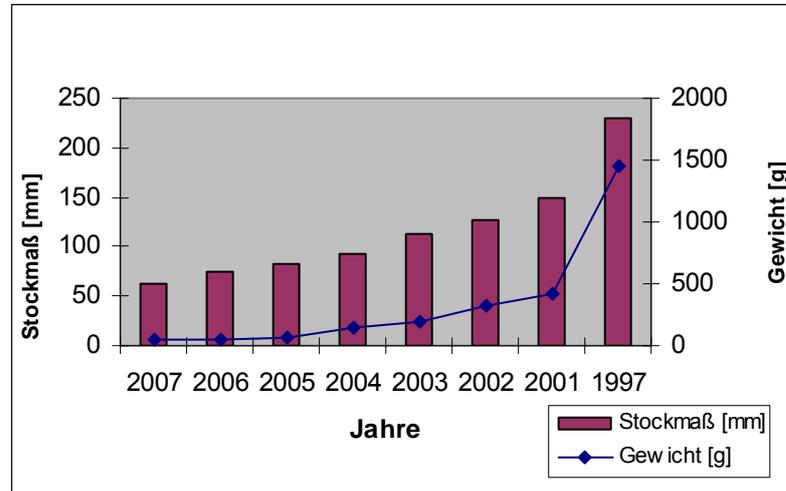
Jahr	Stockmaß [mm]	Gewicht [g]	Bemerkung
1997	240	1650	Männchen adult
	220	1240	Männchen adult
2001	150	425	Männchen (?)
2002	135	332	Weibchen (?)
	120	322	Weibchen (?)
2003	115	198	
	110	182	
2004	95	150	
	92	129	
2005	82	72	
2006	75	51	
2007	65	46	
	64	44	
	60	39	

**Tabelle 46:** Derzeitiges Stockmaß und Gewicht von Nachzuchttieren von *Testudo marginata*. Vermessungszeitpunkt war September 2008. In den Jahren 1998, 1999 und 2000 wurden keine Jungtiere behalten, deshalb keine Werte. Bis 2003 waren noch keine eindeutigen sekundären Geschlechtsmerkmale feststellbar.

Das Tier aus 2001 maß zum Zeitpunkt der Datennahme 15 cm und wog 425 g. Es stellte sich als sehr wahrscheinliches Männchen heraus. Die beiden Jungtiere aus dem Jahr 2002 wogen 332 bzw. 322 g bei einer Länge von 135 bzw. 120 mm. Allem Anschein nach handelt es sich um weibliche Tiere. Die beiden Nachzuchten aus 2003 sind gut 110 mm lang bei einem Gewicht von nicht ganz 200 g. Die zwei Jungtiere vom Jahre 2004 erreichten 2008 noch nicht ganz 100 mm Stockmaß und brachten 129 und 150 g auf die Waage. Das Tier aus 2005 war 82 mm lang und 72 g schwer, jenes aus 2006 maß 75 mm bei einem Gewicht von 51 g. Im Jahr 2007 wurden drei Tiere zurückbehalten. Diese waren zwischen 60 und 65 mm lang und wogen dabei zwischen 39 und 46 g. Die Geschlechtsbestimmung anhand sekundärer Geschlechtsmerkmale war erst bei Tieren aus 2003 und früher, also ab einem Alter von ungefähr sechs Jahren, möglich.

Während zu Beginn das Gewicht relativ gleichmäßig mit der zunehmenden Länge der Tiere ansteigt, gehen die beiden Kurven ab einem Alter von ungefähr

dreieinhalb Jahren immer stärker auseinander. Ab dieser Zeit nehmen die Tiere, bedingt durch das größer werdende Volumen, im Verhältnis zum Längenwachstum, immer stärker an Gewicht zu (*Abbildung 38*).



**Abbildung 38:** Entwicklung von Jungtieren. Verhältnis von Länge (Stockmaß) zu Gewicht.

# DISKUSSION

## 1. Gelege

### 1.1. Gelegeanzahl

In der Regel setzten die Weibchen jedes Jahr zwei Gelege ab (*Tabelle 4*). Es kam nur zweimal zu einem Komplettausfall, das heißt, dass ein Weibchen gar kein Gelege produzierte (*Tabelle 2*). Die Gründe hierfür sind nicht eindeutig feststellbar, liegen, zumindest bei Weibchen Na, aber möglicherweise in der benötigten Eingewöhnungszeit. Alle drei Weibchen wurden erst 1997, also am Beginn der Datennahme, erworben. Da die Haltungsbedingungen bei den jeweiligen Vorbesitzern nicht bekannt sind, kann nur vermutet werden, dass diese im Falle von Weibchen Na suboptimal waren und deshalb kein Gelege hervorgebracht wurde. Auch eine fehlende oder schlechte Winterruhe könnte Ursache dafür sein, obwohl *Testudo marginata* aufgrund ihrer Herkunft relativ tolerant auf unzureichende Hibernation reagiert. Auch in ihrem Verbreitungsgebiet unterbricht sie die Hibernation an sonnigen Tagen (u. a. WILLEMSSEN 1991, BOUR 1996) und ist, wie eingangs erwähnt, in manchen Gebieten sogar das ganze Jahr durchgängig mehr oder weniger aktiv (BOUR 1996). Da insbesondere von Weibchen Na sicher belegt werden kann, dass es sich schon mindestens seit 1981 in Österreich befindet, kann ausgeschlossen werden, dass sich der Ausfall auf Akklimatisierungsschwierigkeiten zurückführen lässt, die bei Wildfängen mitunter durch die großen Unterschiede, die zwischen den Bedingungen im südeuropäischen Heimatland und denen in Gefangenschaft unter mitteleuropäischen Klimaten herrschen, zu erwarten sind.

Der Ausfall von Weibchen M2 im Jahr 1998 kann weder durch die Haltungsbedingungen beim Vorbesitzer, noch durch Anpassungsschwierigkeiten erklärt werden, da es im ersten Jahr nach der Übernahme, ebenso wie Weibchen M1, welches vom selben Vorbesitzer übernommen wurde, problemlos und sogar dreimal zur Ablage schritt. Auffälligkeiten im Verhalten, die auf eine evtl. Krankheit und/oder Schwächung hinweisen hätten können, wurden nicht beobachtet. Auch die im Jahr davor abgesetzten drei Gelege können im weiteren Verlauf den Ausfall nicht erklären.

Dass ein Weibchen in einer Saison nur ein einziges Gelege absetzte, kam etwas häufiger als ein Komplettausfall vor, stellte aber trotzdem eine Ausnahme dar. Einzelgelege wurden nur einmal bei Weibchen M2 und dreimal bei Weibchen M1 registriert (*Tabelle 3*). Aus welchen Gründen keine weiteren Gelege abgesetzt wurden, kann nicht beantwortet werden, da Einzelablagen über den ganzen Beobachtungszeitraum auftraten. Es kam sowohl in den frühen Jahren der Datennahme, 1998 und 1999, ungefähr in der Hälfte der Zeit, im Jahr 2002, als auch gegen Ende, im Jahr 2006, zu Einzelablagen einzelner Weibchen, während die anderen Weibchen in diesen Jahren immer mehrere Gelege produzierten. Mangelnde Eingewöhnung kann also ebenso wie der Einfluss von allgemeinen äußeren Faktoren als alleiniger Grund ausgeschlossen werden.

Die zuerst beobachtete Tendenz, dass Komplettausfälle oder Einzelgelege gehäuft nach einer Saison mit drei Ablagen stattfinden, also eine Art Reproduktionspause oder eine Phase verminderter Reproduktionsleistung eingelegt wird, bestätigte sich nicht, da oftmals auf Jahre mit drei Gelegen wieder Jahre mit zwei oder drei Ablagen folgten.

Obwohl die Weibchen sich in Alter und vor allem Gewicht deutlich unterscheiden (*Tabelle 1*), bestand in der Anzahl der Gelege kaum ein Unterschied. Besonders fiel hier auf, dass das durch seinen hohen Carapax sehr viel voluminösere Weibchen Na die niedrigste Zahl an Drittgelegen (*Tabelle 5*) und somit auch die geringste Gesamtanzahl an Gelegen produzierte (*Tabelle 7*). Die geringe Differenz in der Zahl der Gelege der beiden anderen Weibchen lässt sich mitunter auf den geringen Größen- bzw. Volumenunterschied, aber auch dadurch erklären, dass Weibchen M2 durch sein offensichtlich sehr viel höheres Alter womöglich schon eine verminderte Legeleistung aufweist.

Ab und zu, genauer gesagt in sechs Saisonen, kam es vor, dass ein Weibchen ein drittes Gelege absetzte (*Tabelle 5*). Im Durchschnitt produzierte jedes der drei Weibchen in den 12 Jahren drei Drittgelege, wobei die häufigsten von Weibchen M1, welches in fünf Saisonen dreimal legte, und die wenigsten, nämlich nur eines, von Weibchen Na hervorgebracht wurden (*Abbildung 18*). Der geringe Anteil, den die Drittgelege an der gesamten Zahl an Gelegen bilden, lässt den Schluss zu, dass Drittgelege keine allzu große Bedeutung in der Vermehrung der Breitrandschildkröte besitzen (*Abbildung 21*).

Abgesehen von den wenigen Einzel- und Drittgelegen wird der große Teil der Gelege innerhalb zwei jährlicher Ablagen abgesetzt. Beinahe 85 % der Eiablagen kam so zustande.

Diese Beobachtungen decken sich mit den Literaturangaben anderer Autoren sowohl für das Freiland (HAILEY und LOUMBOURDIS 1988, RUDLOFF 1990) als auch für die Haltung in menschlicher Obhut (RUDLOFF 1990, ARTNER 1998), worin von einer bis drei Eiablagen berichtet wird. Für Sardinien geben FRITZ et. al. (1995) für Exemplare unter seminaturalen Bedingungen jedoch lediglich ein kleineres Nachgelege an, welches dem ersten Gelege folgt.

Insgesamt wurden in den 12 Jahren des Beobachtungszeitraumes 73 Gelege abgesetzt. Das entspricht einer durchschnittlichen Zahl von 6,08 Gelegen pro Saison. Dabei schwankten die Zahlen von mindestens vier Gelegen im Jahr 1998, welches durch den Komplettausfall des Weibchens M2 und einem Einzelgelege des Weibchens M1 gekennzeichnet war, und höchstens acht Gelegen in den Jahren 2001 und 2004. Für die Weibchen ergibt sich daraus ein Durchschnitt von knapp über zwei Gelegen pro Jahr (*Tabelle 6*).

Die meisten Gelege produzierte Weibchen M1. Es setzte in den 12 Jahren insgesamt 26 Gelege ab. Weibchen M2 produzierte in diesem Zeitraum 24 Gelege und Weibchen Na, welches immerhin die meisten Eier und Jungtiere hervorbrachte, produzierte mit 23 Eiablagen die geringste Anzahl an Gelegen. Dieser Umstand lässt sich auf die fehlenden Drittgelege zurückführen, da es lediglich ein einziges Mal ein drittes Gelege hervorbrachte (*Tabelle 7*). Im direkten Vergleich der Gelegeanzahl unterscheiden sich die drei Weibchen also, trotz mehr oder weniger deutlichen Unterschieden in Alter und Gewicht, nicht besonders deutlich (*Abbildung 22*).

## **1.2. Gelegegröße**

Die gesamte Legeleistung der drei Weibchen betrug 561 Eier, womit sich für jedes Tier eine durchschnittliche Zahl von 187 Eiern ergibt. Dabei entfallen auf Weibchen M1 179 Eier, auf Weibchen M2 148 Eier und auf Weibchen Na der Löwenanteil von 234 Eiern (*Tabelle 8*). Weibchen Na erbrachte somit eine deutlich höhere Gesamtzahl an Eiern als die beiden anderen Weibchen (*Abbildung 23*). Dies

entspricht einem Anteil von fast 42 % der gesamten Legeleistung, während Weibchen M1 mit knappen 32 % und Weibchen M2 mit etwas über 26 % deutlich darunter lagen (*Abbildung 24*).

Die Jahreslegeleistung aller drei Weibchen betrug im Maximum 62 Eier, die im Jahre 2004 gelegt wurden. Die geringste Eiproduktion fand in den Jahren 1997 und 1998 statt. Hier wurden insgesamt nur 33 Eier abgesetzt, was in erster Linie wohl auf die Totalausfälle zurückzuführen ist. Generell bewegte sich die Gesamtzahl der Eier, die jährlich insgesamt produziert wurde, zwischen 40 und 60 (*Tabelle 13 und Abbildung 27*).

Die durchschnittliche Gelegegröße sank normalerweise von Gelege zu Gelege, die pro Saison abgesetzt wurden. Die Anzahl der Eier der Erstgelege war mit durchschnittlich 8,26 Eiern am höchsten, dicht gefolgt von der Anzahl der Zweitgelege mit 7,67 Eiern. Die Drittgelege lagen mit 5,56 Eiern nicht nur in Anbetracht ihrer Häufigkeit sondern auch des Umfangs anteilmäßig weit hinter den beiden ersten des Jahres zurück (*Tabelle 9*). Das untermauert die Annahme, dass ein drittes Gelege wohl nur mehr sehr geringen Anteil am Fortpflanzungserfolg von *Testudo marginata* haben dürfte. Anteilmäßig werden also etwas über 50 % der Eier in Form von Erstgelegen abgesetzt. Der Anteil der Zweitgelege umfasst 41 % der Legeleistung, während die Drittgelege nur noch mit knappen 9 % an den gesamten Eiern beteiligt sind (*Abbildung 25*).

Interessanterweise war die Eizahl pro Gelege aber nicht in jedem Fall von Gelege zu Gelege absteigend. Besonders bei Weibchen M1 waren auffällig oft die Zweitgelege größere als Erst- und, wenn vorhanden, Drittgelege. Hier war von 12 Gelegen einmal das zweite von zwei und zweimal das zweite von drei Gelegen das Größte. Einmal enthielt sogar das Drittgelege die meisten Eier. Somit war bei einem Drittel der Gelege von M1 nicht das erste das umfangreichste. Bei Weibchen M2 waren immerhin drei zweite Gelege größer als die ersten. Bei Weibchen Na war die Zahl der Eier pro Gelege immer absteigend

Durchschnittlich ergab sich für die Breitrandschildkröte eine Gelegegröße von 7,68 Eiern. Das entsprach einer jährlichen Legeleistung von etwas über 15,5 Eiern pro Jahr und Weibchen (*Tabelle 9*). Diese Anzahl liegt sogar etwas über den von HAILEY und LOUMBOURDIS (1988) für wildlebende *Testudo marginata*

angegebenen durchschnittlichen Gelegegrößen von 5,6 Eiern und einer Jahreslegeleistung von 14,4 Eiern. Für die einzelnen Weibchen ergaben sich Jahreslegeleistungen von mindestens sechs Eiern für die Weibchen M1 und M2 und 19 Eier für Weibchen Na (*Tabelle 11*). Die Höchstwerte lagen bei 22 bzw. 19 Eiern für die beiden leichteren Weibchen und 27 Eiern für Weibchen Na (*Tabelle 12*). Somit entsprach die jährliche Mindestlegeleistung von Weibchen Na der maximalen Jahresleistung von Weibchen M2. Auch hier ist der Unterschied anhand der *Abbildung 26* sehr deutlich zu sehen.

Als maximale Gelegegröße wurden 13 Eier und als minimale drei Eier registriert. Erwartungsgemäß erbrachte die maximale Eizahl innerhalb eines Geleges Weibchen Na, die geringste Gelegegröße wurde bei Weibchen M2 verzeichnet (*Tabelle 14*). *Abbildung 28* veranschaulicht den Unterschied der minimalen und maximalen Gelegegrößen. Dies beinhaltet natürlich lediglich die Eier, die unversehrt abgesetzt wurden konnten. Bei mindestens einer der umfangreichsten Ablagen, welche 13 unbeschädigte Eier umfasste, wurde ein 14. Ei abgesetzt, jedoch mangels Platz in der Eigrube durch den Bauchpanzer des Weibchens zerdrückt oder zumindest irreparabel beschädigt. Da alle anderen Eier stets perfekt in der Eigrube Platz fanden und vom Muttertier entsprechend sorgfältig platziert wurden, um noch den geringsten Raum auszunutzen, waren solche 14. Eier von Weibchen Na eventuell „versehentlich“ produzierter Überschuss, der von vornherein keinen Platz in der Nistgrube fand.

Für Breitrandschildkröten in menschlicher Obhut geben mehrere Autoren (HEIMANN 1989, ARTNER 1998, TIPPMANN 2000) sehr ähnliche Beobachtungen an. Hier liegen die Angaben bei Gelegegrößen von fünf bis 14, in einem Ausnahmefall sogar bei 15 Eiern (RUDLOFF 1990).

Die durchschnittliche Jahreslegeleistung von Weibchen M2 liegt mit 12,33 etwas unter dem Wert von HAILEY und LOUMBOURDIS (1988) für wildlebende *Testudo marginata*. Weibchen M1 hingegen kommt diesem mit 14,92 Eiern pro Jahr ziemlich nahe. Der ungewöhnlich hohe Durchschnittswert von Weibchen Na von 19,5 Eiern pro Saison ist auf das größere Körpervolumen dieses Tieres zurückzuführen (*Tabelle 10*).

Aus den Gesamtlegeleistungen der Weibchen ergab sich eine durchschnittliche individuelle Gelegegröße von 6,8 Eiern für Weibchen M1. Die Gelege von Weibchen M2 enthielten im Schnitt 6,17 Eier. Ungleich größer waren im Schnitt die Gelege von Weibchen Na, welche im Schnitt 10,17 Eier umfassten. Errechnet man nun die Gelegegröße pro Kilogramm, ergeben sich für die Weibchen M1 und M2 sehr ähnliche Werte von 2,87 bzw. 2,8 Eier/kg/Gelege. Mit durchschnittlich 3,54 Eiern/kg/Gelege erreichte Weibchen Na den höchsten Wert für die relative Gelegegröße (Tabelle 17).

Berechnet man nun aber die Zahl der Eier, die jedes Weibchen pro Kilogramm Körpergewicht pro Jahr absetzt, ergeben sich für alle drei Tiere sehr ähnliche Werte. Weibchen M1 erreichte 6,22 Eier/kg und Weibchen M2 5,6 Eier/kg. Weibchen Na erzielte zwar mit 6,79 Eiern/kg wiederum den höchsten Wert, der jedoch im Vergleich zu den anderen nicht mehr derart höher ausfällt. Dies ist wohl auf die geringere Zahl an Gelegen dieses Tieres zurückzuführen (Tabelle 18 und Abbildung 29).

Daraus lässt sich schließen, dass *Testudo marginata* bei gleichem Gewicht annähernd gleich viele Eier produziert. Manche Unterschiede, die sich aus diesen Berechnungen ergeben, sind möglicherweise, auch zum Teil auf das Alter der Tiere zurückzuführen. Weibchen Na, das die meisten Eier pro Kilogramm produzierte, ist das Jüngste und sichtlich im besten Alter, wohingegen Weibchen M2 ganz offensichtlich sehr alt ist und die geringste Zahl von Eiern pro Kilogramm absetzte. Weibchen M1 liegt sowohl in Bezug auf das Alter als auch die Legeleistung dazwischen. Diese Erkenntnisse würden sich also mit den Angaben anderer Autoren (HAILEY und LOUMBOURDIS 1988) für *Testudo hermanni* in freier Wildbahn decken, die für alternde Weibchen einen Rückgang der Gelegegröße beschreiben. Es ist zu erwarten, dass solche Beobachtungen auch auf *Testudo marginata* übertragen werden können. Ob jüngere, respektive kleinere Weibchen ebenfalls kleinere Gelege absetzen, konnte nicht nachgeprüft werden, da alle drei Weibchen bereits voll ausgewachsen und im vorangeschrittenen Alter übernommen wurden.

Trotz aller Relativierungen betreffend Unterschiede in Körpervolumen und Alter der Weibchen ist hier allerdings festzustellen, dass Weibchen Na insgesamt betrachtet eine ungewöhnlich hohe Legeleistung erreichte.

Da die Eier bereits im vorangegangenen Jahr angelegt werden, sind alle Gelege einer Saison eigentlich ein einziges. Da jedoch im Körper des Weibchens keine 20 oder mehr hartschalige Eier Platz finden, werden sie in Etappen beschalt und in Intervallen abgesetzt. Möglicherweise ist es dem Weibchen Na durch sein hohes Volumen möglich, seine Eier immer in zwei Intervallen zu legen, wohingegen weniger voluminöse Weibchen in fruchtbareren Jahren drei Ablagen benötigen, um alle Eier einer Saison abzusetzen. Dies zeigten besonders Jahre, in denen Weibchen Na mit zwei Ablagen noch deutlich mehr Eier hervorbrachte als die beiden anderen Weibchen mit drei (*Tabelle 47*).

Weibchen (Gelege)	2001	2004	gesamt
M1 (3)	18	20	38
M2 (3)	15	19	34
Na (2)	21	23	44

**Tabelle 47:** Jahre, in denen M1 und M2 drei, Weibchen Na zwei Gelege absetzte. In () gesetzte Zahlen geben die Gelegeanzahl an.

Im Jahr 2001 und 2004 erzielten die Weibchen M1 und M2 mit je drei Gelegen 38 bzw. 34 Eier, während Weibchen Na mit jeweils nur zwei jährlichen Gelegen 44 Eier absetzte. Es produzierte in den genannten Jahren mit zwei Ablagen um 15,8 % bzw. 29,4 % mehr Eier als Weibchen M1 und M2 in drei Ablagen.

Lediglich 1998 setzte Weibchen Na ein Drittgelege ab und erzielte damit eine Jahreslegeleistung von 27 Eiern, was die höchste von einem Weibchen erzielte jährliche Anzahl an Eiern darstellt.

## 2. Ablage

### 2.1. Zeitpunkte der Ablagen

Die Ablagesaison begann in der Regel Mitte Mai und reichte, im Falle von drei jährlichen Gelegen, in den Juli hinein, wobei das erste Gelege im Mai, das zweite im Juni und das dritte im Juli produziert wurde. Sehr frühe Ablagen fanden schon Anfang Mai statt, wobei dies keine einzelnen Weibchen betraf, sondern auch alle anderen Weibchen, entsprechend ihrem Rhythmus, früher begannen, zu legen. Die folgenden Zweit- und Drittgelege wurden dann ebenfalls früher abgesetzt. So fielen die frühesten Zweitgelege noch in den Mai und die Drittgelege wurden noch im Juni

abgesetzt. Diese Verschiebung der Saison nach vorne konnte zeitgleich auch bei *Testudo hermanni* beobachtet werden und dürfte somit auch alle anderen Vertreter der Gattung *Testudo* betreffen. Auch diese Beobachtungen decken sich mit denen anderer Autoren, die Eiablagen in der Gefangenschaft von Mai bis in den Juli hinein registrierten (HEIMANN 1989, RUDLOFF 1990). ARTNER (1998) berichtet von einer sehr frühen Ablage in Österreich bereits Ende April.

In drei Fällen kam es bei einzelnen Weibchen auch zu verzögerten Ablagen. In diesen Fällen wurden von Weibchen M1 zwei Erstgelege erst Anfang Juni abgesetzt. Diesen späten Ablagen folgte kein weiteres Gelege, waren also Einzelgelege. Auch das dritte Einzelgelege dieses Tieres wurde relativ spät, Ende Mai, abgesetzt. Möglicherweise ist hier der späte Termin ein Grund für die Einzelablagen. Die dritte Ablage eines späten Erstgeleges im Juni erfolgte von Weibchen M2, welches darauf im Juli ein zweites und in diesem Jahr letztes Gelege produzierte (*Tabelle 20*).

Aus *Tabelle 19* bzw. *Abbildung 30* wird ersichtlich, dass die Hauptablageaktivität in Österreich im Monat Mai stattfindet. Fast 47 % aller Eiablagen ereigneten sich in diesem Monat. Eine genauere Betrachtung der Ablagemonate (*Abbildung 31*) lässt erkennen, dass 18 Gelege in der dritten Maiwoche abgesetzt wurden. Das entspricht knapp einem Viertel aller Gelege. Mit über 42 % der Ablagen ist auch der Monat Juni noch recht bedeutend, wobei hier mit 11 Gelegen die meisten Ablagen in der ersten Woche beobachtet werden konnten. Dies entspricht immerhin 15 % aller Gelege. Somit ist nach der dritten Woche im Mai die erste Juniwoche die legeaktivste Zeit im Jahr, während der Monat Juli, bedingt durch die wenigen Dritt- bzw. verzögerten Zweitgelege, mit knappen 11 % nur noch geringe Bedeutung für die Eiablage besitzt.

Aus der Tatsache, dass die Weibchen jedes Jahr ungefähr zur gleichen Zeit begannen, ihre Eier abzulegen, ist zu schließen, dass hauptsächlich exogene Faktoren den Ausschlag für den Zeitpunkt der Ablage geben. Nahe liegender Auslöser ist das Wetter bzw. die Temperatur als wichtigster äußerer Faktor für die poikilotherme *Testudo marginata*. In den Jahren, in denen die Ablagen sehr früh begannen und dementsprechend bald alle Gelege abgesetzt waren, herrschten vermutlich für die Schildkröten besonders günstige klimatische Verhältnisse.

Interessanterweise beendeten die Schildkröten auch in solch besonders warmen Jahren, in denen sie verfrüht mit der Ablage begannen, die Hibernation nicht früher als sonst. Trotzdem war die Bereitschaft, Eier zu legen, im Extremfall schon zwei Wochen früher als üblich bei allen Weibchen beider Arten vorhanden und die gesamte Phase der Ablage ebenso zwei Wochen eher als sonst abschlossen. Die günstigeren Bedingungen vermögen zwar nicht, die innere Uhr der Tiere kurzfristig zu beeinflussen, sie beschleunigen allerdings sehr wohl die Reifung der Eier im Körper der Weibchen.

## **2.2. Zeiträume der Ablagen**

Die Abstände zwischen den zwei bis drei Gelegen jedes Weibchens betragen zwischen 15 und 34 Tagen, wobei die sehr langen Zeitabstände auf sehr seltene, ungewöhnlich späte Ablagen zurückzuführen sind, die immer nur einzelne Weibchen betrafen, während alle anderen schon viel früher ablegten. Dies betrifft die im Juni abgesetzten Zweit- und die im Juli abgesetzten Drittgelege.

Unabhängig vom Beginn der Ablagesaison kann gesagt werden, dass unter den gegebenen Bedingungen in Österreich die Tiere im Durchschnitt 25 Tage benötigen, um die ersten zwei Gelege abzusetzen (*Tabelle 24*). Auch der Zeitraum zwischen dem zweiten und einem etwaigen dritten Gelege beträgt durchschnittlich rund 25 Tage (*Tabelle 27*). Somit beträgt die Dauer des Fortpflanzungsgeschehens von *Testudo marginata* im Durchschnitt 50 Tage, sofern drei Gelege in einer Saison abgesetzt werden (*Tabelle 28*). Auch HEIMANN (1989) gibt Abstände von jeweils 25 Tagen zwischen den bis zu drei jährlichen Ablagen an.

Wie in *Tabelle 29* ersichtlich, trat insgesamt betrachtet die längste Legeperiode im Jahr 1997 auf. Hier vergingen zwischen der ersten und der letzten Eiablage des Jahres 61 Tage, wobei die letzte ein sehr verspätetes Drittgelege am 14. Juli war. Die kürzeste Saison, die Drittgelege beinhaltete, dauerte im Jahr 2003 44 Tage. Die absolut kürzeste Eiablagephase wurde 1999 registriert und dauerte lediglich 20 Tage. Trennt man aber die Legeperioden danach, ob Zweit- oder Drittgelege auftraten, ergeben sich für die längsten Perioden mit höchstens Zweitgelegen 47 Tage, wobei auch hier eine sehr verspätete zweite Ablage am 4. Juni auftrat.

Über den gesamten Beobachtungszeitraum ergibt sich, samt aller Extremwerte, für die Dauer des Ablagegeschehens von *Testudo marginata* eine Zeitspanne von 20 bis 47 Tagen für Jahre, in denen lediglich zwei Gelege pro Weibchen abgesetzt werden. Bei im Falle von Drittgelegen erstreckte sich diese Phase über einen Zeitraum von 44 bis 61 Tagen (*Tabelle 29*).

Der Zeitraum, in dem alle drei Weibchen ihre Erst-, Zweit- oder Drittgelege absetzten, war meist sehr eng. Im kürzesten Fall hatten alle drei Tiere binnen zwei Tagen ihre Gelege abgesetzt, wobei zwei Tiere an einem Tag legten. Meist hatten innerhalb einer Frist von drei bis vier Tagen alle drei Weibchen ihr Gelege abgesetzt. Sehr selten kam es zu Verzögerungen, bei denen ein Weibchen erst bis zu 20 Tage nach den anderen beiden ablegte (*Tabellen 21, 23 u. 26*).

Für die einzelnen Ablagen ergaben sich nun folgende Extremwerte: Zwischen dem frühesten und dem spätesten je abgesetzten Erstgelege (*Tabelle 20*) vergingen 36 Tage. Dies war der Zeitraum zwischen 1. Mai (2007 durch M1) und 6. Juni (2006 durch Na). Die längste individuelle Differenz wies Weibchen Na auf. Bei diesem Weibchen erfolgte die früheste Ablage eines Erstgeleges am 3. Mai 2007 und die späteste am 6. Juni 2006, was einer Zeitspanne von 34 Tagen entspricht. Bei den Zweitgelegen (*Tabelle 22*) lagen zwischen den beiden Extremwerten am 25. Mai (2007 durch M1) und am 4. Juli (2006 durch Na) sogar 40 Tage. Individuell betrug der größte Zeitunterschied der zweiten Gelege bei Weibchen Na 37 Tage, welches ein sehr frühes Zweitgelege am 28. Mai (2007) und ein sehr spätes am 4. Juli (2006) absetzte. Bei den Drittgelegen (*Tabelle 25*) kam es zu ähnlichen Zeitintervallen. dies ist aber möglicherweise aufgrund der geringen Anzahl an dritten Ablagen nicht aussagekräftig. Hier lagen zwischen dem frühesten Drittgelege am 20. Juni (2003 durch M1), und dem spätesten Gelege überhaupt, am 18. Juli (2001 durch M2), 31 Tage. Das längste individuelle Zeitintervall zwischen zwei Drittgelegen war der Zeitraum zwischen dem 17. Juni (2003) und dem 14. Juli (der Jahre 1997 und 2000) bei Weibchen M1 und betrug 27 Tage.

### **2.3. Gegenseitige Beeinflussung**

Die Beobachtung, dass es häufig zu Ablagen am selben Tag (*Tabelle 30*) bzw. an aufeinander folgenden Tagen (*Tabelle 31*) kam, lässt einige Vermutungen zu. Solche Doppelablagen können natürlich durch besonders günstige exogene

Bedingungen zustande kommen. Möglicherweise kommt es durch die speziellen Verhaltensmuster der hochträchtigen und nach einem geeigneten Ablageplatz suchenden Weibchen aber auch zu gegenseitiger Beeinflussung. Besonders das Aufreiten hochträchtiger Weibchen kurz vor der Ablage könnte eine starke Stimulation darstellen. Dahingehende Beobachtungen deuten darauf hin, da auch die anderen Weibchen zusehends unruhiger werden, sobald eines von ihnen im Gehege herumzulaufen beginnt. Die Tatsache, dass die Doppelablagen erst sehr spät, ab dem Jahr 2001, begonnen haben, würde ebenfalls für eine gegenseitige Anregung sprechen, da es möglicherweise einer gewissen Synchronisierung bedarf, wie sie auch von Menstruationszyklen sozial lebender Säugetiere bekannt ist.

Wie aus den *Tabellen 30 und 31* ersichtlich ist, wurden 12 Gelege am selben Tag und 15 Gelege an aufeinander folgenden Tagen abgesetzt. Diese insgesamt 27 Gelege entsprechen immerhin einem Anteil von 37 % aller 73 abgesetzten Gelege, woraus die große Bedeutung einer etwaigen gegenseitigen Beeinflussung deutlich wird.

Warum Weibchen Na so häufig an einer Doppelablage beteiligt ist, ist schwer zu klären. Möglich ist, dass es sich besonders leicht durch andere Weibchen zur Ablage stimulieren lässt oder durch sein Verhalten bei anderen die Legebereitschaft verstärkt.

Die gewonnenen Daten der sehr häufigen Ablagen an aufeinander folgenden Tagen geben möglicherweise Aufschluss auf die Frage, ob Weibchen Na sich animieren lässt oder auf andere Weibchen stimulierend wirkt. Da es bei aufeinander folgenden Ablagetagen niemals als erstes legte, sondern immer nach einem oder beiden anderen Weibchen legte, ist es nahe liegend, dass es sich in diesen Fällen durch die anderen Weibchen eher zur Ablage stimulieren ließ.

### **3. Fruchtbarkeit**

#### **3.1. Schlupfraten**

Die erzielten Schlupfraten lagen bei den beiden kleineren Weibchen M1 und M2 im gesamten Durchschnitt bei über 90 % (*Tabellen 32 und 33*). Bei Weibchen Na, das

die meisten Eier und auch die größte Anzahl an Jungtieren hervorbrachte, lag die durchschnittliche Rate hingegen bei knapp 80 % (*Tabelle 34*). Es zeichnete auch für die niedrigste registrierte Schlupfrate verantwortlich. Daneben erzielte es auch nur in einem Jahr eine Rate von 100 %, während bei den beiden anderen Weibchen vier- bzw. sechsmal eine 100 %-ige Erfolgsrate verzeichnet werden konnte. Die *Abbildung 32* veranschaulicht die unterschiedlichen Schlupfraten der Weibchen.

Inwieweit das dritte Gelege von Weibchen Na bezüglich Schlupfrate Aussagekraft besitzt, sei dahingestellt, da es lediglich dieses eine Drittgelege produziert hat. Es könnte sich hier natürlich um eine außergewöhnlich niedrige Schlupfrate handeln. Da aber auch die anderen Durchschnittswerte deutlich unter denen der anderen Weibchen liegen, muss von einer geringeren relativen Fruchtbarkeit dieses Weibchens ausgegangen werden. Durch die ungleich größere Anzahl von Eiern, die das Weibchen Na jedoch zu produzieren im Stande ist, entstammen ihm trotzdem deutlich mehr Jungtiere als den anderen beiden. Im Hinblick auf den hohen energetischen Aufwand ist eventuell eine so große Anzahl von erzeugten Eiern nicht zwingender Weise der erfolgreichste Weg.

Das schlechteste Jahresgesamtergebnis ergab sich im Jahr 1998. In diesem Jahr zeitigten lediglich 81,5 % der Eier, wobei der Totalausfall von Weibchen M2 in dieser Saison berücksichtigt werden muss und folglich nur Weibchen M1 und Na am Ablagegeschehen beteiligt waren. Das höchste Schlupfergebnis wurde im Jahr 2002 erzielt, in welchem aus 98,3 % der Eier Jungtiere schlüpften (*Tabelle 36*).

Insgesamt ergibt sich für den gesamten Beobachtungszeitraum von 1997 bis 2008 eine Gesamtschlupfrate von etwa 88 % (*Tabelle 37*). *Abbildung 33* lässt erkennen, dass sich die jährliche Schlupfrate relativ konstant zwischen 80 und 100 % bewegt. Diese Ergebnisse unterscheiden sich grundlegend von jenen, die andere Autoren für *Testudo hermanni* angeben. Wie schon in der Einleitung erwähnt, berichtet EENDEBAK (1995) von einer Fertilitätsrate von 69,5 % und einer Schlupfrate von gar nur 42,1 %. Der von HAILEY und LOUMBOURDIS (1990) beobachtete Schlupferfolg von 71 % ist ebenfalls noch deutlich niedriger. Die bei EHRENGARD (1971) erzielte Schlupfrate von 79,4 % entspricht schon eher dem hier erreichten Ergebnis. Da in der Literatur bedauerlicherweise ausschließlich für *Testudo hermanni* entsprechende Daten vorliegen, kann von diesen nur eingeschränkt auf

*Testudo marginata* geschlossen werden. Aus parallel geführten Aufzeichnungen, welche für *Testudo hermanni boettger* im gleichen Areal gesammelt wurden, jedoch in die vorliegende Arbeit jedoch keinen Eingang fanden, lässt sich aber erkennen, dass *Testudo marginata* einen deutlich günstigeren, zumindest aber über Jahre hinweg konstanteren, Schlupferfolg erreicht. Mögliche Ursachen liegen womöglich in der sich aus dem Verbreitungsgebiet ergebenden allgemein höheren Toleranz der Breitrandschildkröte für eine weniger konstante Hibernation bzw. weniger konstant tiefe Temperaturen während der Überwinterung. Dies deckt sich auch mit den Angaben von RUDLOFF (1990), worin für in Gefangenschaft gehaltene Gruppen von Breitrandschildkröten ein konstanterer und langfristig stabilerer Fortpflanzungserfolg beschrieben wird, als für Gruppen der Griechischen Landschildkröten.

Für die einzelnen Gelege des Jahres ergaben sich folgende Schlupfraten: Die Eier der Erstgelege zeitigten im Durchschnitt zu 84,34 %. Die besten Ergebnisse wurden bei den Zweitgelegen, welche zu 92,17 % schlüpften, registriert, gefolgt von den Drittgelegen mit einer Schlupfrate von 90 %. Letzteres Ergebnis ist aufgrund der niedrigen Anzahl von Gelegen bzw. Eiern wiederum in seiner Aussagekraft anzuzweifeln (*Tabelle 38*).

### **3.2. Befruchtungsraten**

Bei sämtlichen nicht gezeitigten Eiern aller drei Weibchen war ein bestimmter Anteil befruchteter, aber abgestorbener Eier zu beobachten. Nur sehr wenige Eier zeigten nach Öffnung tatsächlich keinerlei Entwicklung bzw. Anzeichen für eine Befruchtung. Dies lässt den Schluss zu, dass zumindest bei den Weibchen M1 und M2 die Befruchtungsrate möglicherweise sehr nahe gegen 100 % geht.

### **3.3. Jungtiere**

Sehr ähnlich der Zahl der gelegten Eier verteilen sich auch die geschlüpften Jungtiere auf die jährlichen Gelege. Die meisten Jungtiere (47,98 %) zeitigten aus Erstgelegen, gefolgt von den Jungtieren der Zweitgelege mit 42,91 %. Verschwindend gering ist die Zahl der den Drittgelegen entstammenden Schlüpflinge. Der Anteil an der Gesamtzahl der Jungtiere betrug 9,11 % (*Tabelle 3 u. Abbildung 34*).

Trotz der geringeren Anzahl an Gelegen und der niedrigsten Schlupfrate erbrachte Weibchen Na absolut gesehen den größten Anteil an der Gesamtzahl der Jungtiere. Dies ist in erster Linie auf die deutlich höhere Zahl von abgelegten Eiern zurückzuführen, wobei die Differenz zu den beiden anderen Weibchen, besonders zu M1, bedingt durch die hohe Ausfallquote bei der Inkubation, nicht dem Verhältnis der Anzahl der Eier entsprechend hoch ist (*Tabelle 40 u. Abbildung 35*)

Die Minima und Maxima der pro Weibchen geschlüpften Jungtiere bewegten sich zwischen fünf und 21 im Jahr, wobei für den Minimumwert Weibchen M1 und für den Maximumwert Weibchen Na verantwortlich waren. Durchschnittlich produzierte jedes Weibchen in jeder der 12 Saisonen knapp 14 Jungtiere (*Tabelle 41*).

In *Abbildung 36* ist die Entwicklung der Gesamtanzahl der Jungtiere, die jährlich zeitigten, zu sehen. Während die Kurve der Schlupfraten (*Abbildung 33*) relativ konstant blieb, lässt sich hier, unterbrochen durch wiederkehrende Einbrüche, ein Aufwärtstrend erkennen. Es ist für die nächsten Jahre noch mit einer möglichen Steigerung zu rechnen, jedoch sind die Grenzen der Gelegegrößen aller Tiere und bei Weibchen M1 und M2 auch die bestmöglichen Schlupfraten bereits erreicht. Lediglich eine höhere Anzahl an Zweit- und Drittgelegen und eine bessere Schlupfrate des Weibchens Na könnten noch zu einer deutlicheren Steigerung führen. Besonders Weibchen Na zeigt aber unter den gegebenen Umständen keine Neigung zu Drittgelegen.

Bezieht man nun die durchschnittliche Schlupfrate und das Gewicht der weiblichen Tiere mit ein, um die relative Zahl an Jungtieren in Relation zu ihrem Körpergewicht zu berechnen, erhält man einen vergleichbaren Wert. Aus diesen Zahlen wird ersichtlich, dass unter den gegebenen Umständen die Weibchen annähernd gleich viele Jungtiere pro Kilogramm Körpergewicht produzieren (*Abbildung 37*). Hier erreichte Weibchen M1 mit 5,76 Jungtieren pro Kilogramm Körpergewicht sogar einen besseren Wert als Weibchen Na mit 5,34. Weibchen M2 lag mit 5,42 nur unwesentlich dahinter, was wiederum am weit fortgeschrittenen Lebensalter liegen mag (*Tabelle 42*). Hier stellt sich natürlich wieder die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Absolut betrachtet bringt Weibchen Na mit seinem hohen Volumen eine deutliche größere Anzahl an Jungtieren hervor und hat somit Fitnessvorteile. Möglicherweise konnte sich aus diesem Grund dieser Phänotyp auf Sardinien durchsetzen. Die hohe Rate an nicht befruchteten und erfolgreich

entwickelten Eiern bedeutet allerdings auch ein hohes Maß an unnötig aufgewendeter Energie. Die bei annähernd gleicher Länge weniger voluminöseren Weibchen M1 und M2 hingegen reproduzieren in diesem Fall relativ gesehen deutlich effektiver, da beinahe alle ihre Eier, zumindest unter kontrollierten und optimalen Bedingungen, erfolgreich zeitigen.

Im Beobachtungszeitraum brachten die Weibchen von *Testudo marginata* unter kontrollierten Bedingungen somit durchschnittlich etwas über fünf Jungtiere pro Kilogramm Körpergewicht hervor.

Da die Inkubationstemperaturen, Substrat- und relativen Luftfeuchtigkeiten nicht exakt gemessen und aufgezeichnet wurden, kann über die Inkubationszeiten der einzelnen Jahre bzw. Gelege keine signifikante Aussage getroffen werden. Es sei lediglich gesagt, dass unter den beschriebenen Bedingungen die Jungtiere von *Testudo marginata* in der Regel nach 55 bis 65 Tagen schlüpften. Diese Angaben decken sich mit denen anderer Autoren (NÖLLERT 1987, EENDEBAK 1995, ARTNER 1998). Die ungewöhnliche Zeitverzögerung des ersten Geleges von Weibchen Na im Jahr 2005 von 34 Tagen ist jedoch bemerkenswert. Während die Geschwister des selben Geleges nach durchschnittlich 64 Tagen schlüpften, wurden den letzten beiden Eiern nach 98 Tagen zwei lebende Jungtiere entnommen. Da sie, obwohl fertig entwickelt, sehr klein waren, ist zweifelhaft, ob sie selbstständig zu schlüpfen im Stande gewesen wären. Jungtiere, die zu schwach zum Öffnen der Schale sind, sterben in der Regel jedoch schon früher ab.

Dies trifft auch auf die meisten der seltenen Zwillinge zu. In zwei Gelegen von Weibchen M2 aus unterschiedlichen Jahren wurden in je einem Ei abgestorbene, aber vollständig entwickelte Zwillinge gefunden. Diese waren nur etwa halb so schwer wie ihre Geschwister und wiesen auch einige kleinere Schildanomalien auf, schienen aber, sofern sie kräftig genug gewesen wären, um zu schlüpfen, offensichtlich lebensfähig gewesen zu sein.

Zwischen den Weibchen M1 und Na bestand bezüglich Schlupfgewicht der Jungtiere keine nennenswerte Differenz, besonders, wenn die Unterschiede in Größe, Gewicht und Alter berücksichtigt werden (*Tabellen 43 u. 44*). Diese schlugen sich offensichtlich größtenteils im Gelegeumfang, also der Eizahl, nicht aber in Ei- bzw. Jungtiergröße nieder. Größere Weibchen legen keine größeren,

dafür aber mehr Eier. Auch EENDEBAK (2001) kommt für *Testudo hermanni boettgeri* zu dem Schluss, dass die Größe des Weibchens nicht oder kaum mit der individuellen Ei- bzw. Jungtiermasse, sehr wohl aber mit dem Gelegeumfang und der Gesamtmasse des Geleges korreliert. Bei Weibchen M2 könnte sich allerdings das deutlich höhere Alter mit etwas kleineren Jungtieren bemerkbar machen, obwohl es sich hier genauso um individuelle Unterschiede handeln kann. Dies lässt sich aber aufgrund der fehlenden Vergleichsmöglichkeiten nicht feststellen (Tabelle 44). Ob jüngere Weibchen kleinere Eier legen, wie es der Literatur zu entnehmen ist (HAILEY und LOUMBOURDIS 1988), konnte mit den seit langer Zeit ausgewachsenen Weibchen nicht untersucht werden.

Die Jungtiere der beiden Weibchen M1 und Na des Erstgeleges wogen durchschnittlich etwas weniger als die des Zweitgeleges. Bei Weibchen M2 war dies umgekehrt.

Im gesamten Durchschnitt wogen die Jungtiere der ersten Gelege 11,57 g und die der zweiten Gelege 11,35 g, also annähernd gleich viel. Da in den vorangegangenen Jahren keine durchgehenden Aufzeichnungen über die Schlupfgewichte vorliegen und im vorliegenden Jahr keine Drittgelege abgesetzt wurden, kann über das Gewicht von Schlüpflingen aus Drittgelegen keine Aussage getroffen werden. Erfahrungsgemäß sind aber sowohl Eier als auch Jungtiere aus dritten Gelegen augenscheinlich nicht kleiner oder leichter als die vorhergegangener Gelege.

Dies bestätigen auch die Daten von *Testudo hermanni*, die zeitgleich erhoben wurden und im Gegensatz zu *Testudo marginata* im Jahr 2008 einige Weibchen Drittgelege produzierten, deren Schlüpflinge gewogen wurden.

Insgesamt betrachtet erreichten die Schlüpflinge der beobachteten Tiere Schlupfgewichte von durchschnittlich 10 bis 12 g, wobei sehr schwere Jungtiere mit bis zu 15 g und extrem kleine und leichte mit nur 7 g zeitigten (Tabellen 43, 44 u. 45). Derart leichte Jungtiere schlüpfen sehr selten, da sie unter normalen Umständen zu schwach für das Durchbrechen der Eischale sind. Die ermittelten Gewichte liegen eher an der unteren Grenze der Angaben aus der Literatur. RUDLOFF (1990) gibt Werte zwischen neun und 17 g an, ARTNER (1998) ermittelte Gewichte von 12 bis 19 g.

Bis auf die Jahre 1998 bis 2000 wurden aus jedem Jahr ein bis mehrere Jungtiere zurückbehalten und unter den beschriebenen Bedingungen aufgezogen. In *Tabelle 46* sind die derzeitigen Stockmaße und Gewichte ersichtlich. Bei den beiden ältesten Tieren aus dem Jahr 1997 handelt es sich um Männchen mit sehr deutlich ausgebildeten sekundären Geschlechtsmerkmalen. Bei dem Tier von 2001 handelt es sich vermutlich um ein weiteres Männchen, bei den beiden Jungtieren von 2002 mit großer Wahrscheinlichkeit um weibliche Tiere. Alle jüngeren Tiere sind zu diesem Zeitpunkt aufgrund der fehlenden äußeren Merkmale geschlechtlich noch nicht zuzuordnen.

Die Entwicklung geht zügig vonstatten. Während sich in den ersten drei Jahren die Gewichtszunahme proportional zum Längenwachstum bewegt, beginnt das Gewicht, bedingt durch das relativ zur Länge größer werdende Volumen, ab dem vierten Lebensjahr immer stärker zu steigen (*Abbildung 38*). Einjährige Tiere wiesen, bei einem Gewicht von 40 bis 50 g, eine Länge von etwas über 60 mm auf. Nach fünf Jahren maßen Nachzuchten bereits über 110 mm und wogen knapp 200 g. Die ältesten Tiere waren zum Vermessungszeitpunkt elf Jahre alt. Sie waren fast 250 mm lang und wogen eineinhalb Kilogramm. Das entspricht sehr genau den Angaben von ARTNER (1998), dessen einjährige Jungtiere zwischen 66 und 75 mm lang und 54 bis 84 g schwer waren und dessen fünfjährige Tiere eine Länge von 95 bis 113 mm und ein Gewicht von 146 bis 225 g aufwiesen. Auch RUDLOFF (1990) gibt für acht bis zwölf Jahre alte Tiere Panzerlängen von 200 bis 220 mm an.



**Abbildung 39:** Normaler (links) und außergewöhnlich kleiner Schlüpfling (rechts) im Vergleich.

*Abbildung 39* zeigt neben dem Unterschied zwischen einem durchschnittlichen Jungtier mit etwa 11 g und einem außergewöhnlich kleinen Schlüpfling mit 7 g Schlupfgewicht auch sehr gut die individuellen Farbunterschiede zwischen Jungtieren verschiedener Muttertiere. Das linke und dunkler gezeichnete Tier stammt von Weibchen M1, das rechte, sehr helle Jungtier von Weibchen M2. Obwohl sich diese beiden Weibchen im Phänotyp sehr ähneln und mit großer Wahrscheinlichkeit auch aus ein und demselben Gebiet stammen, weichen die Jungtiere in Farbe und Kontrast sehr voneinander ab. Die Jungtiere von Weibchen Na, welches ein völlig anderes Erscheinungsbild als die beiden anderen aufweist und mit Sicherheit aus einem andern Teil Griechenlands stammt, ähneln hingegen sehr stark denen des Weibchens M1.

Interessanterweise gleichen sich alle Jungtiere eines Weibchens jedes Jahr aufs Neue, obwohl sie mit ziemlicher Sicherheit verschiedene Väter haben. Der Einfluss des Vätertieres dürfte, zumindest auf die Farb- und Zeichnungsausprägung der Jungtiere, kleiner sein, als der des Muttertieres.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Zeitraum von 1997 bis 2008 wurden drei ausgewachsene Paare der Breitrand Schildkröte *Testudo marginata* Schoepff, 1792, unter möglichst naturnahen Bedingungen in Österreich gehalten und vermehrt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die das weibliche Fortpflanzungsverhalten betreffenden Aspekte gelegt. Über den gesamten Beobachtungszeitraum von 12 Jahren ergaben sich sowohl Übereinstimmungen als auch deutliche Unterschiede in der Fortpflanzung der drei beobachteten Weibchen.

In diesem Zeitraum wurden in 73 Gelegen 561 Eier abgesetzt, woraus 494 Jungtiere erfolgreich schlüpften. Es wurden jedes Jahr in der Regel zwei Gelege pro Weibchen abgesetzt, oftmals erfolgten jedoch auch Drittgelege.

Der signifikanteste Unterschied zwischen den Weibchen besteht im Volumen bzw. im Körpergewicht, welcher durch die abweichende Rückenpanzerform eines der Weibchen entsteht. Dieses hat einen deutlich höher gewölbten Carapax und verfügt somit über ein höheres Körpervolumen. Dieser Umstand führt augenscheinlich dazu, dass es eine deutlich höhere Anzahl an Eiern zu produzieren im Stande ist. Tatsächlich produzierte es in dem Zeitraum der Datennahme trotz der geringsten Gesamtanzahl an Gelegen die bei Weitem höchste Zahl an Eiern und, obwohl es die niedrigsten Schlupfraten aufwies, die meisten Jungtiere. Während die ermittelten Ergebnisse dieses Weibchens die in der Literatur angegebenen Werte übertreffen, entsprechen jene der beiden anderen Weibchen den Angaben anderer Autoren relativ genau.

Obwohl dieses Weibchen absolut gesehen die meisten Eier und Jungtiere produzierte, erwies es sich als weniger fruchtbar als die beiden anderen Tiere. Diese erzielten meist Schlupfraten von über 90 % und nicht selten ein 100 %-iges Schlupfergebnis. Die Schlupfraten des schwereren Weibchens hingegen lagen im Durchschnitt bei knapp 80 %.

Die beiden leichteren Weibchen produzierten sehr häufig dritte Gelege im Jahr, das schwerere Weibchen hingegen lediglich in der ersten Saison. Umso erstaunlicher

ist die Tatsache, dass es trotzdem ungleich mehr Eier als die beiden anderen Tiere hervorbrachte.

Das Absetzen der Gelege erfolgte ausschließlich in den Monaten Mai, Juni und Juli, wobei der Schwerpunkt auf den Monaten Mai und Juni lag. Auch dies entspricht den Angaben der Literatur sowohl für die Haltung in Gefangenschaft als auch für Beobachtungen aus dem Freiland. Bis auf einige einzelne verspätete Ablagen erwiesen sich alle drei Weibchen hinsichtlich Ablagezeitpunkte und -zeiträume als sehr verlässlich. Die Ablagen erfolgten im Großen und Ganzen, abhängig vom Wetter, jedes Jahr zur ungefähr gleichen Zeit. In manchen Jahren, bedingt durch die außergewöhnlich milde Witterung, verschoben sich die Ablagen allerdings um bis zu zwei Wochen nach vorne. Die Gelege der einzelnen Weibchen wurden meist innerhalb weniger Tage abgesetzt, sodass die Phasen zwischen Erst-, Zweit- und Drittgelegen im Durchschnitt 25 Tage betragen. Die gesamte Dauer der Ablagesaison von *Testudo marginata* unter den beschriebenen Bedingungen kann somit mit 50 Tagen bemessen werden, sofern drei Gelege pro Jahr und Weibchen produziert werden.

Aus den meisten Jahren wurden ein bis mehrere Jungtiere behalten und aufgezogen. Daraus ergaben sich Wachstums- und Gewichtsdaten, welche Rückschlüsse auf die Entwicklung der Jungtiere von *Testudo marginata* in menschlicher Obhut zuließen.

## LITERATURVERZEICHNIS

ARTNER, H. (1996): Beobachtungen an der Zwerg-Breitrandschildkröte *Testudo weissingeri* in Messinien/Griechenland und Diskussion über die Validität ihres Artstatus. *Emys*, **3** (3), 5-12.

-(1998): Haltung und Nachzucht der Breitrandschildkröte Schoepff 1792 nebst Beobachtungen im natürlichen Lebensraum. *Emys*, **5** (4), 5-24.

-(2000): Beobachtungen an der Zwerg-Breitrandschildkröte *Testudo weissingeri* Bour 1996 in Messinien/Griechenland und Diskussion über die Validität ihres Artstatus. In: ARTNER, H. und E. MEIER (Hrsg.): Schildkröten, Symposiumsband. Münster (Natur und Tier Verlag), S. 34-38.

- und B. ARTNER (1997): Beobachtung zum Vorkommen und zur Habitatwahl der drei Landschildkröten *Testudo hermanni boettgeri*, *Testudo graeca iberica* und *Testudo marginata* in Griechenland. *Emys*, **4** (3), 5-15.

BACHMAYER, F., BRINKERINK, J. P. und M. SYMEONIDIS (1976): Pleistozäne Schildkröten aus Höhlen der Insel Kreta. *Ann. Géol. Pays Hellèn.*, **27** (1975), 110-122, Tafel 17-23.

BAUR, M. (2000): Physiology and Pathology of Chelonian Reproduction. In: ARTNER, H. und E. MEIER (Hrsg.): Schildkröten, Symposiumsband. Münster (Natur und Tier Verlag), S. 141-165.

BOUR, R. (1978): L'identité des tortues terrestres européennes : spécimens-types et localités-types. *Rev. Fr. Aquariol.*, **13** (1986), 111-122.

- und (1996): Une nouvelle espèce de tortue terrestre dans le Péloponnès (Grèce). *Dumerilia*, **2** (1995), 23-54.

- und (1984): Le tortues terrestres du Paléarctique. In : BEAUFORT, F. DE (Hrsg.) : Espèces menacées et exploitées dans le Monde, Guide pratique pour leur connaissance et leur identification, 28. Paris (Secrétariat de la Faune et de la Flore, MNHN, Inventaires de Faune et Flore, 24), S. 1-11.

BRINGSØE, H. und J. R. BUSKIRK und R. WILLEMSEN (2001): *Testudo marginata* Schoepff, 1792 – Breitrandschildkröte. In: *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Vol. 3/IIIA: Schildkröten (Testudines) I (Bataguridae, Testudinidae, Emydae), BÖHME, W. (Ed.). Wiebelsheim (AULA-Verlag), 291-334.

CHEYLAN, M. (2001): *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 – Griechische Landschildkröte. In: *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Vol. 3/IIIA: Schildkröten (Testudines) I (Bataguridae, Testudinidae, Emydae), BÖHME, W. (Ed.). Wiebelsheim (AULA-Verlag), 179-289.

- (1981): Biologie et écologie de la tortue d'Herman *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. Contribution de l'espèce à la connaissance des climats quaternaires de la France. *Montpellier (Mèm. Trav. E.P.H.E., 13)*, 404 S.

- COLLINS, P. W. P. (1980): The captive breeding of Mediterranean tortoises in Britain. In: The Care and Breeding of Captive Reptiles. London (Brit. Herpetol. Soc.), S. 21-36.
- CRUCE, M. und I. RĂDUCAN (1975): Cycle d'activité chez la tortue terrestre (*Testudo hermanni hermanni* Gmel.). Rev. Roum. Biol.; Sér. Biol. Anim., **20**, 285-289.
- (1976): Reproducerea la broasca țestoasă de uscat (*Testudo hermanni hermanni* G.). Stud. Cerc. Biol., Ser. Biol. Anim., **28**, 175-180.
- (1981): Biologie et écologie de la tortue d'Hermann *Testudo hermanni* Gmelin, 1798. Contribution de l'espèce a la connaissance des climats quaternaires de la France. Montpellier (Mèm. Trav. E:P:H:E., 13), 404 S.
- DENNERT, C. (2004): Ernährung von Landschildkröten. Münster (Natur und Tier Verlag), S.56.
- EENDEBAK, B. T. (1995): Incubation period and sex ratio of Hermann's tortoise *Testudo hermanni boettgeri*. Chelon. Conserv. Biol., **1**, 227-231.
- (2001): Presentation at the International Congress on Testudo Genus. Gonfaron-Hyères-France.
- EHRENGARD, W. (1971): Zur Pflege und Zucht der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni hermanni*). Salamandra, **7**, 71-80.
- EWERT, M. A. (1985): Embryology of turtles. Biol. Reptilia **14**: 75-257.
- GUYOT, G. und B. DEVAUX (1997): Variation in shell morphology and color of Hermanns tortoise, *Testudo hermanni*, in southern Europe. Chelon. Conserv. Biol., **2**, 390-395.
- FERTARD, B. (1992): Études des caractéristiques radiographiques et chronologiques de tional Congress of Chelonian pathology, Gonfaron, France, 25-27 April 1992. Gonafron (SOPTOM), S. 190-199.
- FRITZ, U. und M. CHAYLAN (2001): *Testudo* Linneus, 1758 – Eigentliche Landschildkröten. In *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Vol. 3/IIIA: Schildkröten (Testudines) I (Bataguridae, Testudinidae, Emydidae), BÖHME, W. (Hrsg.). Wiebelsheim (AULA-Verlag), 113-124.
- FRITZ, U., PETTERS, G., MAZANKE, W. und M. MAZANKE (1995): Zur Schildkrötenfauna Nordsardiniens. Teil 1. herpetofauna, **17**, (99), 29-34.
- , -, - und - (1996): Zur Schildkrötenfauna Nordsardiniens. Teil 2. herpetofauna, **18**, (100), 14-20.
- HAILEY, A. (1988): Population ecology and conservation of tortoises, the estimation of density and dynamics of a small population. Herpetol. J. Vol.1, 263-271.
- (1989): How far do animals move? Routine movements in a tortoise. Can. J. Zool., **67**, 208-215.

- und N. S. LOUMBOURDIS (1988): Egg size and shape, clutch dynamics, and reproductive effort in European tortoises. *Can. J. Zool.*, **66**, 1527-1536.
- (1990): Population ecology and conservation of tortoises: demographic aspects of reproduction in *Testudo hermanni*. *Herpetol. J.*, **1**, 425-434.
- HEIMANN, E. (1989): *Testudo marginata* Schoepff. Amph./Rept.-Kartei, Beil. Sauria, **11**, 139-144.
- HERZ, M (1994): Beobachtung an Breitrandschildkröten *Testudo marginata* Schoepff 1792 in freier Natur. Sauria, **16**, 27-31.
- (2007): Die Breitrandschildkröte. *Testudo marginata*. Münster (Natur und Tier Verlag).
- KAYMAR, P. F. und H. WEISSINGER (1987): Distribution, morphological variation and status of *Testudo marginata* in Greece. In: GELDER, J. J. VAN und P. J. M. BERGERS (Hrsg.): Proceedings of the 4th Ordinary General Meeting of Societas Europaea Herpetologica. Nijmegen (Faculty of Sciences/SHE), S.219-222.
- KIRSCHKE, W. (1967): Zur Haltung, Zucht und Ethologie der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni hermanni*). Salamandra, **3**, 36-66.
- (1979): The housing and regular breeding of Mediterranean tortoises. *Int. Zoo. Yb.*, **19**, 42-49.
- KOTSAKIS, T. (1978): I resti di anfibi e rettili pleistocenici della grotta "Bate" (Rhetymon, Creta). *Rend. Accad. Naz. Lincei, Ser. 8*, **63** (1977), 571-582, 1 Tafel.
- KUCHLING, G. (1981): Le cycle sexuel mâle de la Tortue *Testudo hermanni hermanni* Gmelin dans une population naturelle et en captivité. *Bull. Soc. Herpetol. Fr.*, **19**, 29-35.
- (1982): Effect of temperature and photoperiod on spermatogenesis in the tortoise *Testudo hermanni hermanni* Gmelin. *Amphibia-Reptilia*, **2**, 329-341.
- LONGEPIERRE, S. und C. GRENOT (1999): Some effects of intestinal nematodes on the plant foraging behaviour of *Testudo hermanni hermanni* in the south of France. In: MIAUD, C. und G. GUIÉTANT (Hrsg.): Current studies in Herpetology (Proc. 9<sup>th</sup> Ord. Gen. Meet SHE). Le Bourget du Lac (SHE/SHF), S. 277-284
- LOVERIDGE, A. und E. E. WILLIAMS (1975): Revision of the African tortoises and turtles of the suborder Cryptodira. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, **115**, 163-557.
- MAYER, R. (erschienen 1992): Europäische Landschildkröten. Leben – Haltung – Zucht. Kempten (Agrar Verlag Allgäu). 127 S.
- (1994): Die Schildkröten Sardinien. *DATZ*, **47**, 438-440.
- MANGILI, G. (1980): Fossil reptiles of Simonelli cave. *Problemi Attu. Sci. Cult.*, **249**, 121-122.
- MAYHEW, D. F. (1977): The endemic Pleistocene murids of Crete I-II. *Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., B*, **80**, 182-214, 5 Tafeln.

- MŁYNARSKY, M (1962): Notes on the amphibian and reptilian fauna from the Polish Pliocene and early Pleistocene. Acta Zool. Cracov., **7**, 177-194.
- (1968): Die plio-pleistozänen Schildkröten Mitteleuropas. Ber. Dt. Ges. geol. Wiss., A, Geol., Paläontol., **13**, 351-356.
- NÖLLERT, A. (1987): Schildkröten. Hannover (Landbuch), 190 S.
- RUDLOFF, H.-W. (1990): Vermehrung von Terrarientieren – Schildkröten. Leipzig, Jena und Berlin (Urania), 155 S.
- RUTTENSTORFER, W. und H. ARTNER (1997): Rekordgröße bei der Breitrandschildkröte *Testudo marginata*. Emys, **4** (5), 34-36.
- SCHLEICH, H.-H. (1982a): *Testudo marginata* Schoepff aus plio/pleistozänen Ablagerungen SE-Lakoniens (Peloponnes, Griechenland). Paläontol. Z., **56**, 259-264.
- SWINGLAND, I. R. und D. STUBBS (1985): The ecology of a Mediterranean tortoise *Testudo hermanni*: reproduction. J. Zool. Lond., **205**, 595-610.
- TIPPMANN, H. (2000): Breeding European and Mediterranean Tortoises of the Genus *Testudo*. In: ARTNER, H. und E. MEIER (Hrsg.): Schildkröten, Symposiumsband. Münster (Natur und Tier Verlag), S.9-20.
- VINKE T. und S. VINKE (2004): Die Rolle ungesättigter Fettsäuren in der Landschildkrötenernährung – eine Annäherung an einen vernachlässigten Aspekt. Schildkröten im Fokus **1** (2), 11-15.
- WERMUTH, H (1952): *Testudo hermanni robertmertensi* n. subsp. Und ihr Vorkommen in Spanien. Senckenbergiana, **33**, 157-164.
- und R. MERTENS (1961): Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen. Jena (Fischer), XXXVI, 422 S.
- (1977): Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. Das Tierreich, **100**, I-XXVII, 1-174.
- WILLEMSEN, R. E. (1991): Differences in thermoregulation between *Testudo hermanni* and *testudo marginata* and their ecological significance. Herpetol. J., **1**, 559-567.
- (1995): Status of *Testudo hermanni* in Greece. In: BALLASINA, D. (Hrsg.): Red Data Book on Mediterranean Chelonians. Bologna (Edacricole), S. 110-118.
- und A. HAILEY (1989): Status and conservation of tortoises in Greece. Herpetol. J., **1**, 315-330.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1</i>	<i>Hauptphasen des männlichen Reproduktionszyklus bei Testudo hermanni.....</i>	<i>9</i>
<i>Abbildung 2</i>	<i>Balz- und Paarungsverhalten bei Testudo sp.....</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 3</i>	<i>Vergleich Männchen und Weibchen.....</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 4</i>	<i>Dorsalansicht der drei Weibchen.....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 5</i>	<i>Lateralansicht der Weibchen M1 (links) und Na .....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 6</i>	<i>Blick in das Hauptgehege (Weibchengehege).. .....</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 7</i>	<i>Ausschnitt aus dem Gehege der Männchen.....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 8</i>	<i>Gehege zur Aufzucht der Jungtiere .....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 9</i>	<i>Blick in das Gewächshaus .....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 10</i>	<i>Unterschlupf im Männchengehege.....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 11</i>	<i>Breitrandschildkröten frühmorgens am Fressplatz.....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 12</i>	<i>Kommentkampf zwischen Männchen von Testudo sp.....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 13</i>	<i>Paarung von Testudo marginata .....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 14</i>	<i>Eiablage von Testudo marginata.....</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 15</i>	<i>Gelege von Testudo marginat.....</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 16</i>	<i>Nisthöhle.....</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 17</i>	<i>Einer der Inkubatoren.. .....</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 18</i>	<i>Testudo marginata beim Schlupfvorgang.....</i>	<i>43</i>
<i>Abbildung 19</i>	<i>Junge Schildkröten bei der Nahrungsaufnahme.....</i>	<i>46</i>
<i>Abbildung 20</i>	<i>Anteil der Weibchen an Drittgelegen. ....</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 21</i>	<i>Anteil der Gelege an der Gesamtlegeleistung. ....</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 22</i>	<i>Anteil der Weibchen an der Gesamtlegeanzahl.....</i>	<i>53</i>
<i>Abbildung 23</i>	<i>Gesamtlegeleistung der drei Weibchen.....</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 24</i>	<i>Anteil der Weibchen an der Gesamtlegeleistung.....</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 25</i>	<i>Anteil der Erst-, Zweit- und Drittgelege an der Gesamtlegezahl .....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 26</i>	<i>Minimale und maximale Jahreslegeleistung der einzelnen Weibchen .....</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 27</i>	<i>Graphische Darstellung der jährlichen Gesamtlegeleistung .....</i>	<i>58</i>
<i>Abbildung 28</i>	<i>Minimale und maximale Gelegegröße der einzelnen Weibchen. ....</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 29</i>	<i>Vergleich der gewichtsbezogenen Jahreslegeleistungen.....</i>	<i>61</i>
<i>Abbildung 30</i>	<i>Anzahl der Eiablagen in den Monaten Mai, Juni, und Juli.....</i>	<i>62</i>
<i>Abbildung 31</i>	<i>Verteilung der Ablagezeitpunkte in den einzelnen Ablagemonaten.. .....</i>	<i>62</i>
<i>Abbildung 32</i>	<i>Durchschnittliche Gesamtschlupfrate im Direktvergleich. ....</i>	<i>73</i>

<i>Abbildung 33</i> Jährliche Gesamtschlupfraten der drei Weibchen .....	75
<i>Abbildung 34</i> Verteilung der Jungtiere auf die Erst-, Zweit- und Drittgelege. ....	76
<i>Abbildung 35</i> Anteil der Weibchen am Schlupferfolg .....	77
<i>Abbildung 36</i> Gesamtanzahl der Jungtiere pro Jahr .....	78
<i>Abbildung 37</i> Relative Fruchtbarkeit (Jungtiere pro Kilogramm Körpergewicht). ....	79
<i>Abbildung 38</i> Entwicklung von Jungtieren. ....	83
<i>Abbildung 39</i> Normaler und außergewöhnlich kleiner Schlüpflig im Vergleich.....	101

## TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1 Gewicht und Stockmaß der Alttiere.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabelle 2 Weibchen, die in einer Saison kein Gelege hervorbrachten. ....</i>	<i>49</i>
<i>Tabelle 3 Weibchen, die in einer Saison nur ein einzelnes Gelege hervorbrachten. ....</i>	<i>49</i>
<i>Tabelle 4 Weibchen, die in einem Jahr zwei Gelege hervorbrachten.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 5 Jahre, in denen Weibchen drei Gelege hervorbrachten.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 6 Gesamtanzahl der produzierten Gelege. ....</i>	<i>52</i>
<i>Tabelle 7 Gesamtanzahl der Gelege jedes Weibchens.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabelle 8 Gesamtlegeleistung der drei Weibchen. ....</i>	<i>53</i>
<i>Tabelle 9 Verteilung der Eier auf die Erst-, Zweit-, und Drittgelege sowie der Gesamtdurchschnitt. ....</i>	<i>55</i>
<i>Tabelle 10 Jährliche Legeleistung pro Weibchen. ....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 11 Individuelle jährliche Mindestlegeleistung.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabelle 12 Individuelle jährliche Maximallegeleistung. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabelle 13 Jährliche Gesamtlegeleistungen der drei Weibchen.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabelle 14 Minimale und maximale Gelegegröße. ....</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 15 Zusammenhang zwischen Größe/Gewicht der Weibchen und der durchschnittlichen Jahreslegeleistung bzw. Gesamtlegeanzahl.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 16 Verhältnis von Stockmaß zu Gewicht der Weibchen.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 17 Verhältnis von durchschnittlicher Gelegegröße zu Gewicht der Weibchen. ....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 18 Verhältnis von durchschnittlicher Jahreslegeleistung zu Gewicht der Weibchen. ....</i>	<i>61</i>
<i>Tabelle 19 Datum der Eiablagen. ....</i>	<i>61</i>
<i>Tabelle 20 Datum der jährlichen ersten Gelege der einzelnen Weibchen.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabelle 21 Zeitraum, innerhalb dessen die Ablagen des ersten Geleges in jedem Jahr erfolgten.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabelle 22 Datum der zweiten jährlichen Gelege der einzelnen Weibchen.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabelle 23 Zeitraum, innerhalb dessen die Ablagen des zweiten Geleges in jedem Jahr erfolgten.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabelle 24 Minimale, maximale und durchschnittliche Zeitspanne zwischen den ersten zwei Gelegen der Weibchen innerhalb einer Saison. ....</i>	<i>67</i>
<i>Tabelle 25 Datum der Drittgelege der einzelnen Weibchen. ....</i>	<i>67</i>
<i>Tabelle 26 Zeitraum, innerhalb dessen die Ablagen des dritten Geleges in jedem Jahr erfolgten.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabelle 27 Minimale, maximale und durchschnittliche Zeitspanne zwischen den zweiten und dritten Gelegen der Weibchen innerhalb einer Saison. ....</i>	<i>69</i>

<i>Tabelle 28 Minimale, maximale und durchschnittliche Zeitspanne zwischen den ersten und dritten Gelegen der Weibchen innerhalb einer Saison.</i> .....	69
<i>Tabelle 29 Dauer der Legeperiode des jeweiligen Jahres.</i> .....	70
<i>Tabelle 30 Jahre, in denen zwei Weibchen am selben Tag abgelegt haben.</i> .....	70
<i>Tabelle 31 Jahre, in denen die Weibchen an aufeinander folgenden Tagen abgelegt haben.</i> .....	71
<i>Tabelle 32 Eier, geschlüpfte Jungtiere und die daraus resultierende Schlupfrate von Weibchen M1.</i> .....	72
<i>Tabelle 33 Eier, geschlüpfte Jungtiere und die daraus resultierende Schlupfrate von Weibchen M2.</i> .....	72
<i>Tabelle 34 Eier, geschlüpfte Jungtiere und die daraus resultierende Schlupfrate von Weibchen Na.</i> .....	72
<i>Tabelle 35 Individuelle jährliche Schlupfrate.</i> .....	74
<i>Tabelle 36 Jährliche Gesamtschlupfraten der drei Weibchen.</i> .....	74
<i>Tabelle 37 Gesamtanzahl der abgelegten Eier sowie die daraus gezeitigten Jungtiere und die sich daraus ergebende Gesamtschlupfrate.</i> .....	75
<i>Tabelle 38 Anzahl der gelegten Eier aller abgesetzten Erst-, Zweit- und Drittgelege, die daraus gezeitigten Jungtiere sowie die daraus resultierende Schlupfrate.</i> .....	75
<i>Tabelle 39 Verteilung der geschlüpften Jungtiere auf die ersten, zweiten und dritten Gelege.</i> .....	76
<i>Tabelle 40 Jeweiliger Anteil der Weibchen am Schlupferfolg.</i> .....	76
<i>Tabelle 41 Jährliche Anzahl der Jungtiere, die pro Weibchen schlüpften und die Gesamtanzahl der Schlüpflinge jedes Jahres.</i> .....	77
<i>Tabelle 42 Verhältnis von Schlupferfolg zu Gewicht der Weibchen.</i> .....	79
<i>Tabelle 43 Schlupfgewichte der Jungtiere von Weibchen M1.</i> .....	80
<i>Tabelle 44 Schlupfgewichte der Jungtiere von Weibchen M2.</i> .....	81
<i>Tabelle 45 Schlupfgewichte der Jungtiere von Weibchen Na.</i> .....	81
<i>Tabelle 46 Derzeitiges Stockmaß und Gewicht von Nachzuchtieren von Testudo marginata.</i> .....	82
<i>Tabelle 47 Jahre, in denen M1 und M2 drei, Weibchen Na zwei Gelege absetzte.</i> .....	90

# LEBENS LAUF

Robert Riener	<b>Name</b>
11. Februar 1979	<b>Geburtsdatum</b>
Steyr, OÖ	<b>Geburtsort</b>
Österreich	<b>Nationalität</b>
 <b><i>Berufserfahrung und Praktika</i></b>	
Haus des Meeres	seit 05/2006
Waldrappmigrationsprojekt „Waldrappteam“	Sommer 2005
Praktikum Regenwaldhaus Schönbrunn	Sommer 2002
 <b><i>Studium</i></b>	
Diplomstudium Biologie mit Studiengang Zoologie an der Fakultät für Formal- und Naturwissenschaften der Universität Wien	seit 2002
Diplomstudium Veterinärmedizin an der Veterinärmedizinischen Universität Wien	2000 – 2003
 <b><i>Schulbildung</i></b>	
Matura an der Höheren Technischen Bundeslehranstalt für Kraftfahrzeugbau und Motorentechnik, Steyr	1999
Hauptschule St. Anna, Steyr	1989 – 1993
Volksschule Wehrgraben, Steyr	1985 – 1989