

Genetische Studien an Westlichen

Schlussfolgerungen für Arten- und



Die Griechische Landschildkröte, *Testudo hermanni* (GMELIN, 1789) ist entlang den Küstenregionen des

Mittelmeeres weit verbreitet. Hier existieren Populationen in Katalonien, Süd-Frankreich, Italien (besonders entlang der tyrrhenischen Küste), auf einigen Mittelmeerinseln und der Balkanregion (südöstlich der Donau bis in den europäischen Teil der Türkei) (BOUR 1997). Die italienischen Populationen von *Testudo hermanni* repräsentieren zwischen 5 und 24 % der Gesamtpopulation des Gesamtverbreitungsgebietes (BULGARINI et al. 1998).

Testudo hermanni wird traditionell in zwei Unterarten aufgeteilt: *Testudo hermanni boettgeri* MOJSISOVICS, 1889 bewohnt den östlichen Teil des Verbreitungsareals vom Balkan bis Anatolien, *T. h. hermanni* kommt in den westlichen Ländern einschließlich Italien

vor. Trotz all unserer Kenntnis ist die genaue Verbreitung der beiden Unterarten nicht ganz klar. Auch die Körpergröße verschiedener Populationen unterscheidet sich sehr stark, besonders Tiere von der Insel Korsika und der Halbinsel Peloponnes sind ein herausragendes Beispiel und wurden auch schon als eigenständige Unterarten gesehen (BOUR 1997). Ein weiterer Faktor ist die Tatsache, dass zahlreiche, nicht autochthone (ursprünglich heimisch) Populationen angehörende Tiere in den verschiedensten Gebie-

ten angesiedelt worden sind, insbesondere in Italien, und es jetzt stark erschweren, verschiedene lokale, morphologisch (im Körperbau) unterschiedliche Gruppen zu unterscheiden.

Testudo hermanni boettgeri aus der Umgebung von Zadar, Kroatien
Foto: H. - D. Philippen

Landschildkröten

Populationenschutz

Giorgio Berorelle, Vassili Goutner,
Barbara Livoreill und Stefano Mazzotti





Übersicht der für die DNA-Untersuchung berücksichtigten Populationen von *Testudo hermanni*

Baumaßnahmen, intensive Landwirtschaft, Waldbrände, der Tierhandel und das Freisetzen gebietsfremder Tiere in lokale Populationen sind die wichtigsten Faktoren, die eine Abnahme von Populationen in verschiedenen untersuchten Gebieten verursachen. *Testudo hermanni* steht seit 1982 auf der „Roten Liste“ der IUCN, ihr internationaler Handel wird durch die Listung auf Anhang II des Washingtoner Artenschutzabkommens kontrolliert, und die Berner Konvention klassifiziert sie als streng geschützte Art.

SCHUTZPERSPEKTIVEN

Der Schutz der Griechischen Landschildkröte kann stark von einem neuen Untersuchungsbereich der Zoologie profitieren, nämlich der Populationsgenetik. Die genetische Charakterisierung einer gewissen Anzahl von Individuen einer bestimmten Art ergibt zahllose Infor-

mationen, die mit ökologischen und verhaltenskundlichen Standardmethoden sonst nur sehr schwer oder gar nicht zu erhalten sind. Beispielsweise erlauben genetische Daten, interne Populationsstrukturen zu erkennen, Inzuchtrisiken aufzudecken und Unterartkreuzungen nachzuweisen. Sie helfen auch dabei, geeignete Exemplare für Wiederansiedlungsprojekte auszuwählen, Legalitätsnachweise zu führen oder illegal ausgesetzten Tieren auf die Spur zu kommen. Heutzutage können diese Untersuchungen mit einem geringen Kostenfaktor und in kürzester Zeit durchgeführt werden, beginnend mit der Probennahme einiger Blutstropfen, Horn oder Kot der Tiere. Dabei werden die untersuchten Tiere kaum oder gar nicht belästigt.

Vor etwa sechs Jahren begann die biologische Fakultät der Universität Ferrara in Zusammenarbeit mit dem Naturhistorischen Museum

und später mit der Unterstützung des Schildkrötenzentrums SOP-TOM in Frankreich sowie der Universität von Thessaloniki in Griechenland eine groß angelegte genetische Studie über die verschiedenen Gruppen der Griechischen Landschildkröte. Nahezu 300 Exemplare aus 15 verschiedenen natürlichen und halbnatürlichen Gebieten in Italien, Frankreich, Spanien, Kroatien und Griechenland wurden untersucht und genetisch typisiert. Weitere Exemplare erhielten wir vom WWF-Zentrum Italien, das im „Appia Antica Park“ in Rom eine Auffangstation für konfiszierte Exemplare unterhält, die von Zollinspektoren an den verschiedenen adriatischen Häfen beschlagnahmt wurden.

Soweit wir wissen, handelt es sich bei unserer Studie um die erste europaweite Arbeit zur genetischen Variabilität der Art. Für die italienischen Proben ist zu sagen, dass eine große Individuenzahl (45

Exemplare) aus der Population des „Bosco Mesola“ im Po-Delta-Regionalpark stammt.

Für die Studie entnahm ein Tierarzt jeweils Blutproben von wenigen Mikrolitern. Mittels genetischer Methoden wurden 400 Basenpaare untersucht; insgesamt konnten wir elf so genannte Gen-Loci (Bereiche) studieren. Einer davon wird nur vom Muttertier weitervererbt, die anderen zehn von beiden Eltern. Untersuchungen wie diese sind umso präziser, je mehr Loci zur Verfügung stehen. Im Gegensatz dazu muss die Anzahl der für jede Region untersuchten Individuen nicht sehr groß sein. Dass wir auch einen nur vom Muttertier vererbten Locus studieren konnten, half uns dabei, mögliche geschlechtsabhängige Verteilungsmuster zu erkennen.

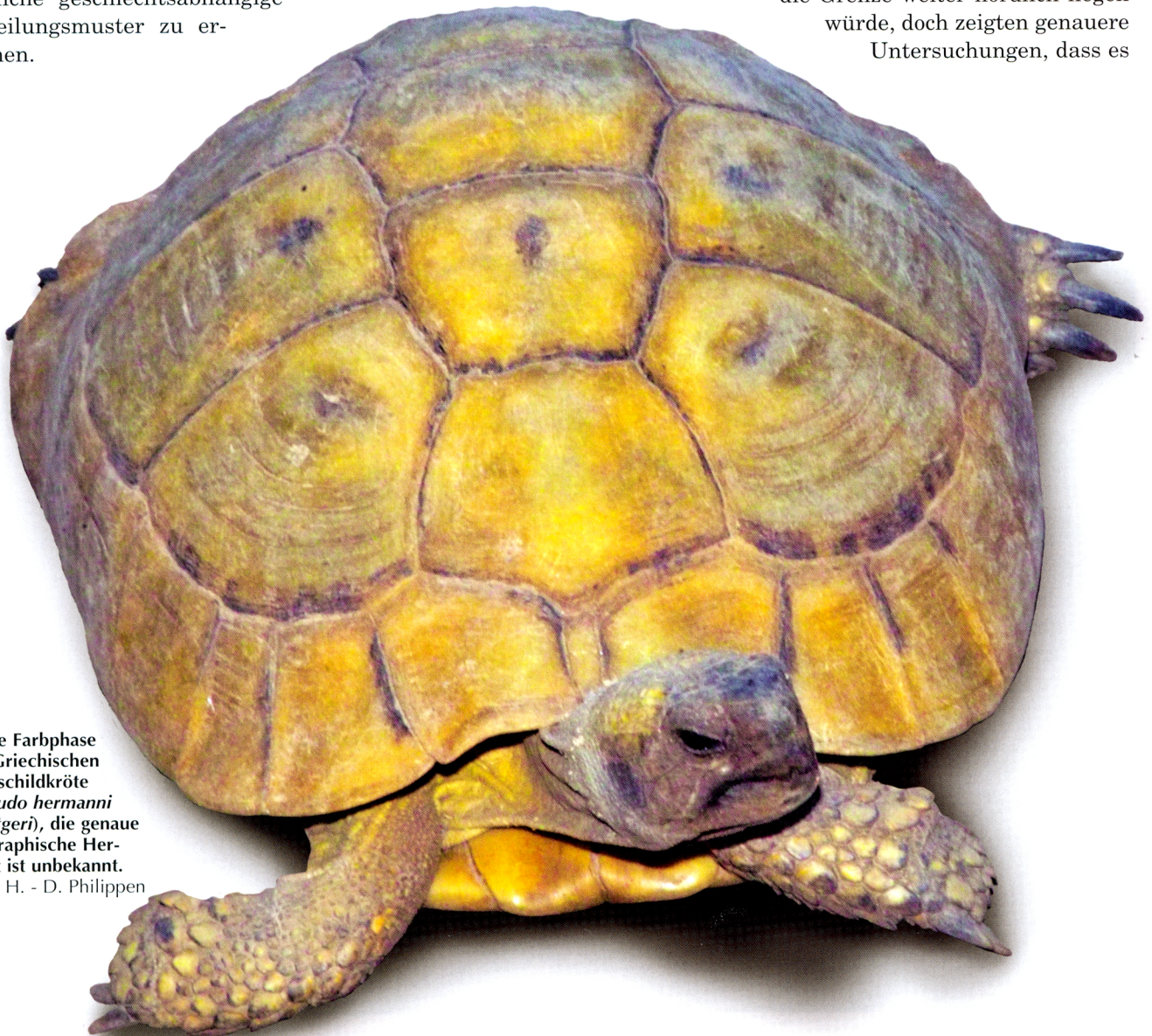
ERGEBNISSE

Es stellte sich heraus, dass zwei geografische Gruppen („H“ und „B“) unterschieden werden können: 97,5 % aller Exemplare aus Spanien, Frankreich und Zentral-Süd-Italien zählen zur Gruppe „H“, während 96 % der Tiere aus Nordwest-Italien, Kroatien und Griechenland der Gruppe „B“ zuzuordnen sind. Dies stimmt überein mit der bisher aufgrund morphologischer Daten erfolgten Aufteilung der Griechischen Landschildkröte in die westliche Unterart „hermanni“ und die östliche „boettgeri“. Die genetischen Unterschiede, die wir aufdecken konnten, sind jedoch im Vergleich

zu anderen Arten von Landschildkröten (VAN DER KUYL et al. 2002) nicht groß genug, um die beiden Formen als zwei unterschiedliche Arten zu charakterisieren. Während BOUR (2004) von zwei verschiedenen Arten ausgeht, stützt also weder die Studie von FRITZ et al. (2006) noch unsere eigene diese Auffassung.

Die genetischen Daten zeigen auch, dass die Population des „Bosco Mesola“ eindeutig zur östlichen Unterart gehört. Daher ist die Kontaktzone zwischen den beiden Formen im Bereich der adriatischen Region Italiens anzusiedeln, südlich der genannten Population. Zwar wiesen Exemplare im „Bosco Nordi“ typische genetische Merkmale von „hermanni“ auf, sodass die Grenze weiter nördlich liegen würde, doch zeigten genauere Untersuchungen, dass es

Gelbe Farbphase der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni boettgeri*), die genaue geographische Herkunft ist unbekannt.
Foto: H. - D. Philippen



sich bei diesen Tieren höchstwahrscheinlich um kürzlich ausgesetzte Schildkröten handelt.

Weiterhin konnten acht von neun von den CITES-Behörden konfiszierte Exemplare der Gruppe „B“ zugeordnet werden, mit einer höchstwahrscheinlichen Herkunft aus der Balkanregion.

Mit Hilfe weiterer Untersuchungen konnten wir Unterschiede zwischen den verschiedenen Populationen der beiden Unterarten abschätzen und Individuen einer bestimmten geografischen Region zuordnen. Auch Kreuzungen ließen sich nachweisen. Derartige Informationen besitzen einen hohen Wert, wenn Wiederansiedlungsaktionen geplant werden. Innerhalb der beiden Unterarten ist die genetische Distanz zwischen den verschiedenen Populationen zum Teil erstaunlich. Unsere Resultate lassen vermuten, dass die natürliche Ausbreitung und auch vom Menschen in historischen Zeiten vorgenommene Aussetzungsaktionen nur sehr gering sind. Daher sollten nicht nur die beiden anerkannten Unterarten, son-

dern auch verschiedene Populationen aus unterschiedlichen Verbreitungsarealen als separate Einheiten geschützt werden.

Um es noch einmal zu betonen: Das Vorhandensein zweier unterschiedlicher Hauptgruppen, nämlich einer westlichen und einer östlichen Population, ist eindeutig. Für die westliche Gruppe ist festzuhalten, dass die zentralitalienische Population recht einheitlich ist, sich aber von Tieren aus Frankreich, Spanien und Sizilien stark unterscheidet.

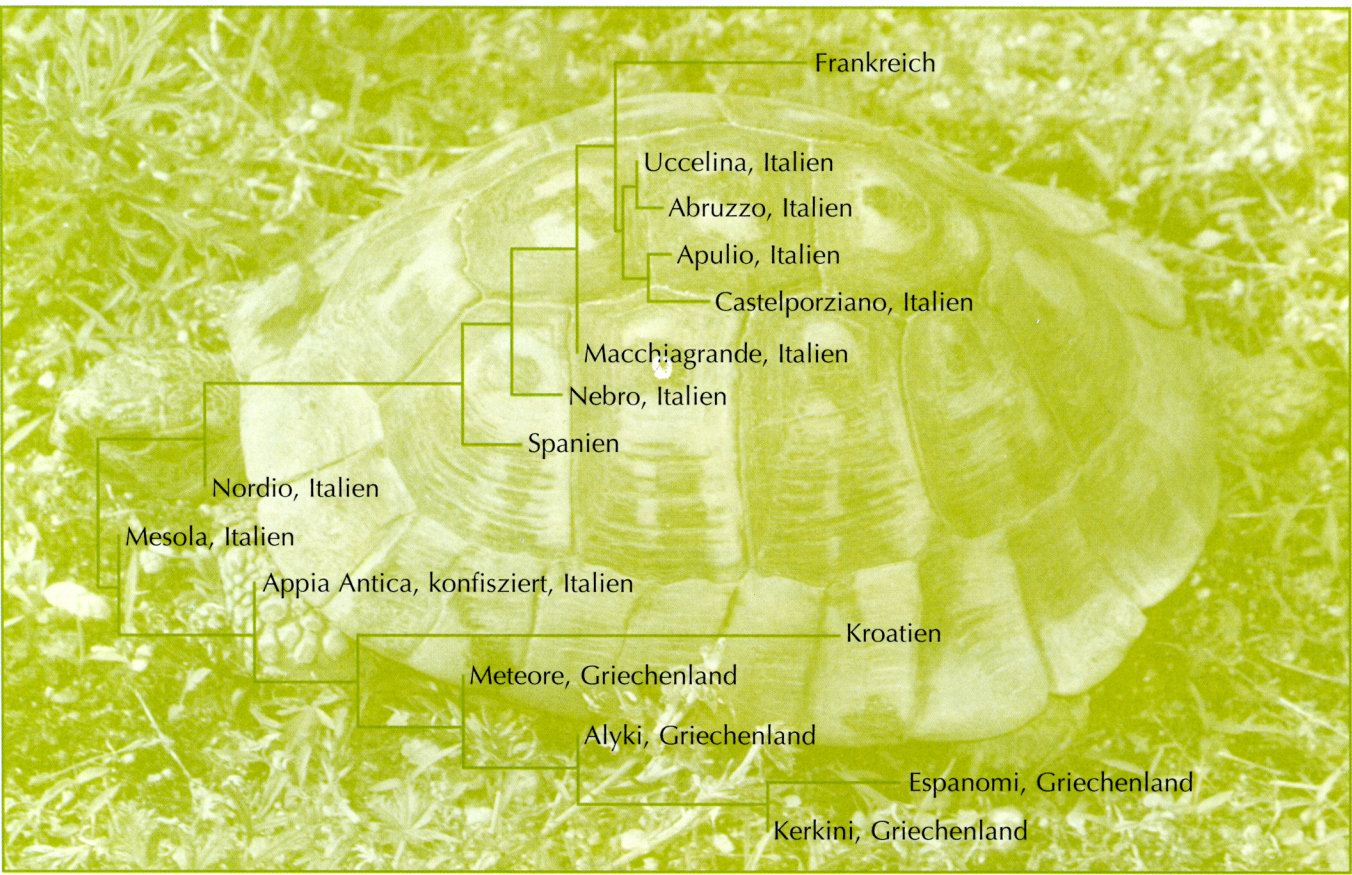
Für die östliche Gruppe konnten größere Differenzen zwischen den einzelnen Populationen nachgewiesen werden. Die „Bosco Mesola“-Tiere müssen als Randpopulation von *Testudo hermanni boettgeri* angesehen werden.

Unsere Analysen erlaubten es auch festzustellen, dass es nur in den westlichen Populationen und hier nur bei wenigen Individuen zu einer Vermischung der beiden Unterarten gekommen ist.

Geringe genetische Variation unter Tieren einer Art bzw. Population

sprechen gegen ein mögliches Überleben, sowohl unter langfristigen Gesichtspunkten (denn das evolutionäre Potenzial, das für ökologische Anpassungen nötig ist, ist dann stark reduziert) als auch unter kurzfristigen Aspekten (eine enge Blutsverwandtschaft reduziert die Überlebensrate). Bei der Griechischen Landschildkröte – mit Ausnahme der französischen Population, die die am stärksten bedrohte Form zu sein scheint – ist die genetische Variation zwar geringer als bei nicht bedrohten Arten (FRANKHAM et al. 2002), hat aber noch keinen extrem niedrigen Wert erreicht. Einen weiteren Hoffnungsschimmer lassen die italienischen Populationen erkennen, speziell diejenigen, die Bereiche mit umfangreichen menschlichen Aktivitäten und hohem Maß an Umweltzerstörung besiedeln: Die genetische Variation dieser italienischen Populationen ist ähnlich oder nur geringfügig geringer als in griechischen Populationen in weit naturnäheren Habitaten.

Dendrogramm der DNA-Untersuchungsergebnisse mit klarer Zweiteilung der Formen



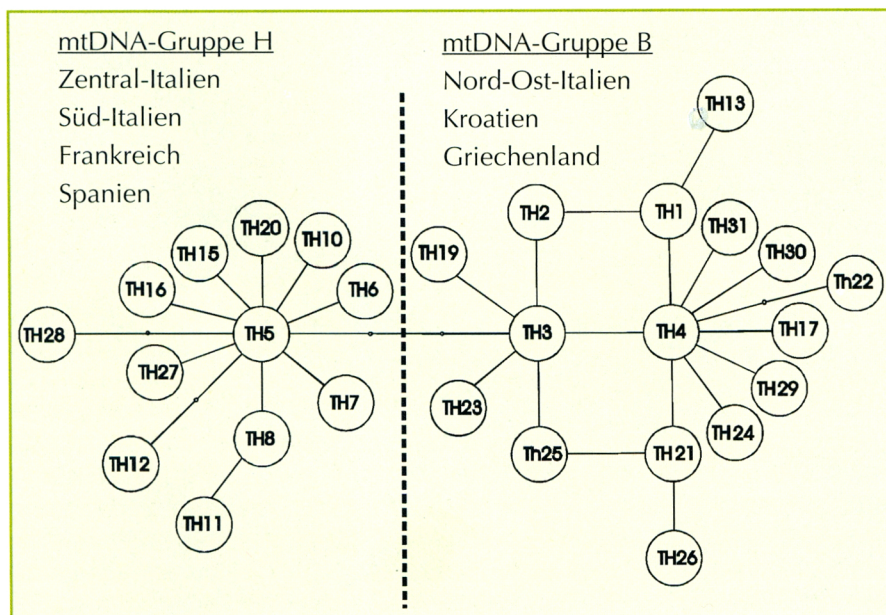


Die Griechischen Landschildkröten der „boettgeri“-Gruppe sind in Untergruppen aufgesplittert (Details siehe unten). Foto: H. – D. Philippen

FOLGERUNGEN FÜR DEN ARTEN- UND POPULATIONSSCHUTZ

Unseres Erachtens ist die Art nicht in unmittelbarer Gefahr. Wiederansiedlungspläne in ökologisch geeigneten Arealen, in denen die Art zurzeit ausgestorben ist, mit hierfür

gezüchteten oder aus intakten Populationen entnommenen Exemplaren befürworten wir. Solche Aktionen dürfen jedoch nur dann vorgenommen werden, wenn die dafür vorgesehenen Individuen aufgrund ihrer genetischen Merkmale überhaupt geeignet sind, also zur jeweiligen Population „passen“.



Anmerkung der Redaktion:

Die Autoren interpretieren die Ergebnisse ihrer Arbeit traditionell und verwenden ein ebensolches Artkonzept. Gleiches gilt für die Namensgebung, die sie verwenden. Dies entspricht ihrem ausdrücklichen Wunsch. Alternativ lassen sich die Ergebnisse aber auch als Begründung für die Aufspaltung der Griechischen Landschildkröte in zwei gute Arten mit verschiedenen, genetisch unterscheidbaren Unterarten interpretieren.

Literatur

- ADDIN EN, REFLIST ALVAREZ, Y., J.A. MATEO, A.C. ANDREU, C. DIAZ-PANIAGUA, A. DIEZ & J.M. BAUTISTA (2000): Mitochondrial DNA haplotyping of *Testudo graeca* on both continental sides of the straits of Gibraltar. – *J. Heredity*, 91: 39–41
- BOUR, R. (2004): *Testudo boettgeri* MOJŠIŠOVICS, 1889. – *Manouria*, 7: 9–10
- CONNER, J. K. & D. L. HARTL (2005): *Elementi di genetica ecologica*. – Piccin, Padova
- FORLANI, A., B. CRESTANELLO, S. MANTOVANI, B. LIVORELLI, L. ZANE, G. BERTORELLE & L. CONGIU (2005): Identification and characterization of microsatellite markers in Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*, Testudinidae). – *Molecular Ecology Notes*, 5: 228–230
- FRANKHAM, R., J.D. BALLOU & D.A. BRISCOE (2002): *Introduction to Conservation Genetics*. – Cambridge University Press, Cambridge
- FRITZ, U., M. AUER, A. BERTOLERO, A. HEYLAN, T. FATTIZZO, A.K. HUNSDORFER, M.M. SAMPAYO, J.L. PRETUS, P. SIROTKY & M. WINK (2006): A rangewide phylogeography of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* (Reptilia, Testudines, Testudinidae): implications for taxonomy. – *Zoologica Scripta*, 35: 531–543
- MIRIMIN, L., C. VERNESI, C. BERTOLUCCI, S. MAZZOTTI & G. BERTORELLE (2004): Mitochondrial DNA variation and divergence in three Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) populations. – *Ital. J. Zool.*, Supplement 2: 199–201
- VAN DER KUYL, A.C., D.L. BALLASINA, J.T. DEKKER, J. MAAS, R.E. WILLEMSSEN & T. GOUDSMIT (2002): Phylogenetic relationships among the species of the genus *Testudo* (Testudines: Testudinidae) inferred from mitochondrial 12S rRNA gene sequences. – *Mol. Phylogenet. Evol.*, 22: 174–183