

Die Regeneration des Panzers

Europäischer Landschildkröten

Text und Bilder: Wolfgang Wegehaupt (Kressbronn am Bodensee, Deutschland)
Kontakt: Wegehaupt-Verlag@gmx.de
Webpage: www.facebook.com/wegehaupt.verlag, www.testdufo-farm.de

Abstract

In this article, the ability to regenerate a turtle's shell is discussed. While doing fieldwork for his publications on Mediterranean tortoises, the author has documented a wide variety of types of shell damage in various stages of the healing process. Damage types, reasons for their occurrence and in one case, progress of healing are documented for different species of the genus Testudo in their natural habitats. Further, characteristic denting in carapaces of senile Testudo sp. over an age of approximately 50 years is documented and discussed.

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird die Fähigkeit zur Regeneration des Panzers der Schildkröte erörtert. Während der Feldforschung für seine Veröffentlichungen über mediterrane Landschildkröten hat der Autor eine Vielzahl von Panzerschäden in verschiedenen Stadien des Heilungsprozesses dokumentiert. Die Schadensarten, die Gründe für ihr Auftreten und in einem Fall der Heilungsverlauf werden für verschiedene Arten der Gattung Testudo in ihren natürlichen Lebensräumen dokumentiert. Darüber hinaus wird die charakteristische Dellenbildung in den Panzern von senilen Testudo sp. ab etwa 50 Jahren dokumentiert und diskutiert.

Einleitung

Dieser Artikel ist ein überarbeiteter Auszug aus meinen Büchern „Natürliche Haltung und Zucht der Griechischen Landschildkröte“ und „Europäische Schildkröten, Lebensraum und Lebensweise“, welche, wie die meisten meiner Bücher, auch in einer englischen Ausgabe erhältlich sind.

Immer wieder fallen bei Exkursionen in den Habitaten Schildkröten mit Nekrosen und beschädigten Panzern auf. Abgesehen von den verschiedenen Formen des unnatürlichen Panzerwachstums (WEGEHAUPT 2021a), handelt es sich hier, um durch Gewalteinwirkung oder durch Brände entstandene Verletzungen. Entweder findet man diese noch relativ frisch, bereits vernarbt

oder mit kleineren oder flächig ineinander verschmolzenen, oft hell melierten Hornflächen überzogen vor. Diese Hornflächen passen in der Pigmentierung und Fleckenzeichnung jeweils nicht zu den artspezifischen Zeichnungselementen der Tiere. Hin und wieder entdeckt man auch Schildkröten mit abgefallenen Hornschilden und freiliegenden, weiß gebleichten Knochenplatten, im Extremfall sogar mit komplett weißem Knochenpanzer.

Trotz dieser teilweise erheblichen und auch schmerzhaften Verletzungen ist den Schildkröten regelmäßig keine gesundheitliche Beeinträchtigung anzumerken. Die Tiere sind agil und fressen mit erkennbarem Appetit. Im September 2006 fand ich in einem sardischen Habitat eine männliche *Testudo*



Abb. 1: Verschiedene schwere noch frische oder bereits vernarbte Verletzungen des Knochenpanzers durch Sturz, Steinschlag oder sonstige Gewalteinwirkung. Bei schweren Verletzungen wird neues Knochenmaterial in der Form der Verletzung gebildet und die abgestorbenen Panzerteile danach abgestoßen. Die Hornschilde können nach ihrer völligen Zerstörung nicht rekonstruiert werden. Eine Hornschicht wächst nach der Struktur der Verletzung über den neuen Knochenteilen.



Abb. 2: Der Panzer dieser Breitrand Schildkröte ist nach schwerer Verletzung wieder vollständig regeneriert. Nur im Zentrum des mittleren Wirbelschildes befindet sich noch ein kleines dünnes Reststück der abgestorbenen alten Knochenplatte. Die leichter verletzten Wirbelschilde sind wieder hergestellt und mit einer hellen Hornschicht überzogen. Im 1. Wirbelschild sind unverletzte Schildteile mit der neuen Hornschicht verwachsen. Die stark verletzte Stelle ist mit neuem Knochenmaterial zugewachsen und mit einer vernarbten Hornschicht überzogen, die ebenfalls mit den unverletzten Teilen der Hornschilder verwachsen ist.

hermanni hermanni mit einem hell gebleichten Knochenpanzer. Offensichtlich war die Schildkröte einem Flächenbrand zum Opfer gefallen. Bei genauerer Betrachtung fiel auf, dass sich unter den abgestorbenen und sich bereits lösenden Knochenplatten ein neuer Panzer mit einer ineinander verschmolzenen, melierten Hornfläche gebildet hatte. Im vorderen Panzerbereich waren Teile der ursprünglichen Hornschilder mit der melierten Hornfläche verwachsen.

Wieder Zuhause habe ich in meinem Archiv Bilder aus diesem Habitat durchgesehen und tatsächlich dieselbe Schildkröte, aufgenommen im Mai 2003, gefunden. Zu diesem Zeitpunkt waren die ebenfalls bereits weißen Knochenplatten des Rückenpanzers noch fest verwachsen. Das vordere Wirbelschild, das linke vordere Rippenschild und Teile der Randschilde waren noch vorhanden. Alle übrigen Hornschilder fehlten bereits. Wie bei solchen überlebten Ver-

brennungen üblich, war der Bauchpanzer vollkommen unbeschädigt. Diese weiteren Bilder machten mich neugierig. Gleich im Frühjahr 2007 suchte ich dasselbe Gebiet erneut auf und fand die Schildkröte in ihrem Streifgebiet abermals wieder. Der alte Panzer war nun, bis auf die Randknochenplatten im hinteren Bereich, bereits vollständig abgestoßen und die darunter neu gewachsene melierte, teilweise vernarbte Hornfläche bildete den neuen etwas abgeflachten Panzer. Erkennbar waren im vorderen Bereich noch einige Teile der unverletzten alten Randschilde sowie etwa ein Drittel des alten vorderen Wirbelschildes und etwa die Hälfte des alten vorderen linken Rippenschildes. Diese unverletzten Schildteile waren mit der melierten Hornfläche fest verwachsen.

In der Folge habe ich eine ganze Reihe ähnlich betroffener Schildkröten näher untersucht und dieses Phänomen eingehend erforscht.

Die Entstehung des Panzers

Kalkschalen und Panzer entstanden in den Ur-Meeren durch Einlagerung von Kalziumkarbonat in organisches Matrixgewebe bereits vor 500 Millionen Jahren und sind auch heute noch Meisterwerke der Evolution.

Der Panzer schützt die Schildkröte seit ihrer Entstehung vor 230 Millionen Jahren vor äußeren Einwirkungen und ist zugleich der größte Mineralspeicher des Schildkrötenkörpers.

Bei dem scheinbar als fertige Schildkröte aus dem Ei schlüpfenden Jungtier sind nur wenige Knochenteile bereits angelegt. Erst in der Wachstumsphase werden aus Knorpel und Bindegewebe feste Knochen. Der Schildkrötenpanzer ist noch elastisch weich und besteht zunächst nur aus den Hornschilden, embryonalem Bindegewebe und den dünnen, größtenteils noch verknorpelten Rippen und Wirbelkörpern. Die dennoch vorhandene relative Festigkeit wird

aufgrund der Hornschilde und der Oberflächenspannung des darunter befindlichen, stark flüssigkeitshaltigen Bindegewebes erreicht. Die Hornschilde entstehen bereits im frühen embryonalen Wachstum durch Umbildung des Deckgewebes in Keratin produzierenden Hornzellen, also durch die Verhornung der Oberhaut.

Der feste Knochenpanzer wächst langsam, zum einen aus dem Knochengewebe der Wirbelkörper und Rippenknochen, zum anderen auf direktem Weg über spezielle Knochenzellen, die sich im Bindegewebe anhäufen und ein Gerüst bilden das fortwährend mineralisiert und mit Kalzium aufgefüllt wird.

Die verschiedenen Arten der Regeneration

Die später voll ausgebildete Knochensubstanz der Innen- und Außenknochen verliert bei Mineralverlust und Matrixalterung



Abb. 3: Archivbild der im Text genannten sardischen Schildkröte vom September 2003. Die Hornschilde des Rückenpanzers sind bis auf Teile der Randschilde, das vordere Wirbelschild und das linke vordere Rippenschild verbrannt und der bereits abgestorbene Knochenpanzer ist sichtbar. Das Wirbel- und das Rippenschild ist jeweils im oberen Bereich leicht gelöst und nicht mehr mit der Knochenhaut verwachsen. Die gelösten Teilbereiche werden ebenfalls noch abgestoßen. Ebenso die losen Bereiche der hinteren Randschilde. Trotz dieser schwersten Verletzung waren der Schildkröte keine Einschränkungen anzumerken. Das Tier machte einen kräftigen gesunden Eindruck, hatte klare offene Augen und war schwer wie ein Stein.

ständig an Festigkeit und Elastizität und wird deshalb vom Organismus der Schildkröte, wie bei allen anderen Wirbeltieren und bei uns Menschen auch, in regelmäßigen Abständen erneuert. Die Knochen aufbauenden Zellen sorgen auch dafür, dass gebrochene Knochen wieder zusammenwachsen.

Der Schildkrötenorganismus ist zusätzlich zur allgemeinen Knochenregeneration auch in der Lage einzelne Knochenplatten und falls notwendig auch einen komplett neuen Knochenpanzer mit durchbluteter Knochenhaut und einer schützenden Hornschicht aus dem Bindegewebe zu bilden.

Die Hornschilde bestehen aus mehreren hauchdünnen miteinander verklebten Einzelschichten. Die Deckschicht ist einer bestimmten mechanischen Abnutzung ausgesetzt und wird deshalb ständig erneuert.

Die Regeneration des Schildkrötenpanzers erfolgt, je nach Schädigungsgrad, auf verschiedene Art und Weise.

Bei leichten oberflächlichen Abschürfungen der Hornschilde werden die betroffenen Einzelschichten abgestoßen und die darunter liegende unverletzte, zunächst noch etwas

hellere Schicht, bildet die Deckschicht. Die artspezifischen Zeichnungselemente bleiben hierdurch erhalten und es bilden sich keine Narben. Die fehlenden Hornschichten werden über Hornzellen aus der Knochenhaut neu gebildet.

Reichen kleinflächige Verletzungen der Hornschichten bis auf den Knochenpanzer, wird die beschädigte Knochenhaut, aus dem umliegenden unverletzten Gewebe, wieder regeneriert und über dieser wächst eine gesprenkelt melierte Hornfläche. Ist der Knochen ebenfalls betroffen wächst unter der zerstörten Stelle ein Narbengewebe, welches ebenfalls mit einer Hornfläche überzogen wird. Danach werden die beschädigten Hornteile und je nach Tiefe der Verletzung, auch die beschädigten und abgestorbenen Knochenteile abgestoßen.

Bei oberflächigen Verletzungen, die nur die Hornschilde betreffen, wie diese meist durch kurze Hitzeeinwirkung bei Buschbränden entstehen, wachsen unter den verletzten Hornschilden neue gesprenkelt melierte Schilde. Durch die komplette Zerstörung der ursprünglichen Hornschilde, können die



Abb. 4: Die sardische *T. h. hermanni* im September 2006. Unter dem abgestorbenen Knochenpanzer hat sich ein neuer Bindegewebsknochenpanzer mit einer melierten Hornfläche gebildet. Der abgestorbene Knochenpanzer ist im Bereich der Randknochenplatten teilweise abgestoßen. Die noch vorhandenen Knochenplatten sind an ihrer Verzahnung bereits aufgeplatzt und stehen kurz vor dem Abfallen. Lediglich die alten Randknochenplatten im hinteren Bereich liegen noch relativ eng an.



Abb. 5: Im April 2007 ist der neue Panzer, nach 4 Jahren Regenerationszeit, fast fertiggestellt. Nur im hinteren Bereich befinden sich noch einige der im September 2006 noch eng anliegenden Knochenplatten und Teile der Hornschilde, welche im Lauf der Zeit ebenfalls noch abgestoßen werden. Im vorderen Bereich sind die erhalten gebliebenen alten Randschilde und kleine Teile des vorderen Rippen- und des vorderen linken Wirbelschildes mit der Hornschicht verwachsen. Die neue Hornschicht besteht nicht mehr aus einzelnen Schilden, sondern aus einer melierten, vernarbten Fläche. Insgesamt ist der neue Panzer wesentlich flacher, auch die ursprünglich im Bereich der Wirbelschilde vorhandenen Höcker sind nur noch andeutungsweise vorhanden.

zuvor vorhandenen Zeichnungselemente nicht rekonstruiert werden, aber die Form der Schilde bleibt an den Stellen vorhanden, wo die Knochenhaut noch weitgehend unversehrt war. Letztlich werden die geschädigten Hornschilde abgestoßen.

Sind einzelne Knochenplatten oder sogar der gesamte Knochenpanzer geschädigt, aber die innere Knochenhaut und die inneren Organe noch soweit lebensfähig, werden aus dem Bindegewebe der inneren Knochenhaut, auf dieselbe Art wie bei den Jungtieren, neue Knochenplatten oder gegebenenfalls ein komplett neuer Knochenpanzer mit einer Knochenhaut gebildet. Der Knochenpanzer wächst zunächst noch geschützt unter dem absterbenden alten Panzer. Erst wenn über den neuen Knochenplatten eine schützende Hornschicht gebildet ist, platzen die nun gänzlich abgestorbenen Platten an den Nähten auf, zerfallen und bröckeln nach und nach ab.

Die Hornschicht besteht nun allerdings nicht mehr aus einzelnen Schilden, sondern aus einer hell melierten, ineinander verwachse-

nen, vernarbten Hornfläche, die mit eventuell noch angrenzenden unverletzten Teilen der alten Hornschilde verwachsen ist.

Diese Sekundärpanzer sind als reine Bindegewebsknochenpanzer, durch die nun fehlende Verschmelzung der Rippen und Wirbelkörper, flacher und nicht mehr ganz so stabil, wie die ursprünglichen Panzer.

Der Panzer selbst kann jedoch nur in der Form reproduziert werden, die er nach der Verletzung aufwies. Fehlende oder deformierte Panzerteile können nicht ersetzt oder neu geformt werden und fehlen auch am Sekundärpanzer oder sind in der selben Form deformiert.

Überlebt werden solche Brand- oder auch extremen Panzerverletzungen nur, wenn die innere Knochenhaut, die Organe und die Wirbelsäule nicht in lebensbedrohende Mitleidenschaft gezogen worden ist. Damit die Wirbelsäule möglichst nicht verletzt wird, ist diese nicht direkt mit den Knochenplatten verwachsen, sondern hängt, je nach Größe der Tiere, zwischen 6 und 20 mm frei in der Leibeshöhle.

Die Wirbelkörper sind nur durch zwei stecknadeldünne Querfortsätze und einem Dornfortsatz mit den Knochenplatten verwachsen und am Wirbelbogen über Gelenkflächen beweglich mit den Wirbelkörpern verbunden. So werden Schlag- und Sturzverletzungen abgefedert und oft ohne schwere Bruchverletzung der Wirbelsäule überstanden. Auch die Hitzeeinwirkung von Bränden wird von den Knochenplatten nicht direkt auf die Wirbelsäule übertragen. Der nach einer Verletzung gebildete flachere Bindegewebspanser ist direkt mit der Wirbelsäule verwachsen.

Altersdellen

Kleine, ebenmäßige Dellen im Schildkrötenpanzer sind keine ausgeheilten Verletzungen, sondern die Folge eines natürlichen Alterungsprozesses. Die von mir als Altersdellen bezeichneten unregelmäßigen kleinen Vertiefungen im Knochenpanzer entstehen durch die altersbedingte Ände-

rung des Bindegewebes der Knochenhaut. Durch die Verlangsamung der Zellerneuerung, Mineralverlust und der Abnahme des Feuchtigkeitsgehalts verliert das Bindegewebe an Spannkraft und Elastizität und bildet hierdurch Dellen. Diese werden bei der regelmäßigen Knochenerneuerung in den Knochen und letztlich auch in den Hornschilden abgeformt. In der freien Natur entstehen diese Dellen ab einem Alter von etwa 50 Jahren. Da eine Bindegewebschwäche aber nicht nur eine reine Alterserscheinung ist, treten diese Altersdellen bei in menschlicher Obhut gehaltenen Schildkröten teilweise erheblich früher auf. Ursachen hierfür sind mangelnde Bewegung in zu kleinen Gehegen und falsche, einseitige, mineralstoffarme, kohlenhydrat- und fettreiche Ernährung. Ausführliche Informationen zur naturnahen Haltung und alles über die artgerechte Ernährung nach dem Vorbild Natur finden Sie in meinen Büchern „Natürliche Haltung und Zucht der Griechischen Landschildkröte“ und „Futterpflanzen“.

Abb. 6: Normale Schilderneuerung. Die alte verschlissene, dünn gewordene Deckschicht wird abgestoßen und durch die darunterliegende Hornschicht ersetzt. Die fehlende Schicht wird über Hornzellen aus der Knochenhaut neu gebildet.





Abb. 7 (oben): Mehrfach durch oberflächliche Verletzungen geschädigte Griechische Landschildkröte.
 (1) Teilstücke der leichter beschädigten Deckschicht der Hornschilde sind teilweise bereits abgefallen und die darunter liegende Hornschicht ist sichtbar.
 (2) Über kleinere Knochenverletzungen wächst ein Ersatzgewebe zu einer Narbe aus Horn.
 (3) Noch nicht vernarbte Verletzungen, die Nekrosen reichen partiell bis auf den Knochenpanzer. Letztlich wächst aus der angrenzenden unversehrten Knochenhaut wieder ein Ersatzgewebe zu einer Narbe und die verletzten Horn- und abgestorbenen Knochenteile werden abgestoßen.



Abb. 8: Eine weibliche *T. h. boettgeri* mit einer schweren, relativ frischen Brandverletzung. Im rechten hinteren Panzerbereich sind die Hornschilde und die Knochenhaut verbrannt. Der Bauchpanzer ist unverletzt. Der Schildkröte ist keine Beeinträchtigung anzusehen. Auch dieser Panzer wird sich wieder regenerieren.

Alle Bücher sind auch in einer englischen Ausgabe erhältlich und können direkt per E-Mail bei mir bestellt werden. Geben Sie das Stichwort „SACALIA“ an und Sie erhalten die Bücher portofrei.

Schlussbemerkung

Offensichtlich hat die Natur die Schildkröten nicht nur mit einem schützenden Panzer versehen, sondern auch dafür gesorgt, dass dieser Schutz nach einer Beschädigung wieder hergestellt werden kann.

Schildkröten sind in ihrer ursprünglichen Umgebung sehr gut in der Lage, auch schwerste Verletzungen und Brandwunden ohne menschliche Hilfe zu überstehen und zu regenerieren.

Die vollständige Ausheilung der verletzten Panzerteile kann, je nach Schädigungsgrad, von mehreren Monaten bei kleineren Panzerverletzungen bis zu 5 Jahren bei einer

kompletten Panzererneuerung dauern.

In unserer Obhut können wir uns aus vielfältigen Gründen nicht gänzlich auf diese Selbstheilung verlassen und sollten bei Panzerverletzungen einen reptilienerfahrenen Tierarzt zu Rate ziehen. Auch kleinere Nekrosen entzünden sich in menschlicher Obhut, im Gegensatz zur freien Natur, relativ schnell und können mit einer tödlich verlaufenden Blutvergiftung enden.

Die Behandlung einer Nekrose oder einer Knochenverletzung ist von vielen Faktoren abhängig. Das mechanische Entfernen von Gewebe und Knochenteilen ist für das Tier äußerst schmerzhaft und darf daher nur von einem Tierarzt unter entsprechender Narkose durchgeführt werden.



Abb. 9: Die von mir als Altersdellen bezeichneten unregelmäßigen kleinen Vertiefungen im Knochenpanzer einer frei lebenden weiblichen Griechischen Landschildkröte.



Abb. 10: Ausgeheilte schwere Brandverletzung auf dem hinteren Teil des Rückenpanzers. Die auf dem neuen Knochenpanzer gewachsene Hornfläche ist ineinander verschmolzen, teilweise vernarbt und mit den unbeschädigten Teilen der verbliebenen Hornschilde verwachsen. Teile abgestorbener Randknochenplatten sind noch vorhanden und werden in der Folge ebenfalls durch die darunter wachsende Hornschicht abgesprengt werden.



Abb. 11: Auch diese männliche *T. h. boettgeri* ist in guter Verfassung. Die nach einer schweren Verletzung abgestorbenen Knochenplatten sind von der Sonne gebleicht. Unter den alten Platten bildet sich ein neuer Panzer. Nach dem dieser mit einer neuen Hornschicht überzogen ist, werden die abgestorbenen Knochenplatten abgestoßen. Auf dem 4. und 6. Randschild ist bereits die neue noch helle Hornschicht mit den verbliebenen Resten der alten Schilde verwachsen.



Abb. 12: Die noch hell melierte Hornschicht ist bereits auf den neuen Knochenplatten gewachsen. Die alten darüberliegenden Knochenplatten zerfallen und bröckeln in kleinen Stücken ab.



Abb. 13: Eine Breitrand schildkröte mit einer ausgeheilten schweren Brandverletzung und starker Deformation der hinteren rechten Panzerseite. Auf der neuen hellen Hornfläche ist noch ein dünner Rest des alten abgestoßenen Knochenpanzers vorhanden. Der Panzer wurde in der Form reproduziert, die er nach der Verbrennung aufwies. Die verbrannten Panzerteile konnten nicht ersetzt oder neu geformt werden.



Abb. 14: Freiliegende, abgestorbene Knochenplatten. Im unteren Bereich stehen diese bereits deutlich ab. Im Spalt zwischen den alten und den bereits neu gewachsenen Knochenplatten haben sich zahlreiche Schildkrötenzecken (*Hyalomma aegyptium*) an der stark durchbluteten Knochenhaut festgebissen.

Literaturverzeichnis

WEGEHAUPT, W. (2012): Natürliche Haltung und Zucht der Griechischen Landschildkröte, 3. Auflage. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 352 Seiten.

WEGEHAUPT, W. (2009): Naturalistic keeping and breeding of Hermann's Tortoises. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 352 Seiten.

WEGEHAUPT, W. (2012): Europäische Schildkröten, Lebensraum und Lebensweise. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 448 pp.

WEGEHAUPT, W. (2019): Mediterranean Tortoises, Where and how they live in the wild. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 224 pp.

WEGEHAUPT, W. (2004): Sardinien, die Insel der europäischen Schildkröten. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 192 Seiten.

WEGEHAUPT, W. (2008): Futterpflanzen. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 320 Seiten.

WEGEHAUPT, W. (2021): Feeder Plants for Mediterranean Tortoises. Wegehaupt Verlag, Kressbronn, 224 Seiten.

WEGEHAUPT, W. (2021a): Höckerwachstum und Panzerdeformationen bei europäischen Landschildkröten. Testudo SIGS 30(3) September 2021

www.testudo-farm.de