



## Open Access

DOI 10.2376/0032-681X-2158

Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt OWL, Detmold<sup>1</sup>; Reptilienauffangstation, München<sup>2</sup>, Exotenpraxis, Augsburg<sup>3</sup>; Tierarztpraxis Sonnenallee, Berlin<sup>4</sup>

Peer-reviewed | Eingegangen: 19.01.2021 | Angenommen: 18.05.2021

# Schmerzerkennung und Behandlungsmöglichkeiten bei Reptilien

Silvia Blahak<sup>1</sup>, Sabine Öfner<sup>2</sup>, Hermann Kempf<sup>3</sup>, Daniel Kitzing<sup>4</sup>

Korrespondenzadresse: silvia.blahak@cvua-owl.de

**Zusammenfassung** Reptilien weisen alle neuroanatomischen Strukturen sowie neurophysiologischen Abläufe entsprechend Säugetieren auf, wie frühere Studien zeigten. Deshalb ist davon auszugehen, dass Reptilien Schmerzen ähnlich wie Säugetiere empfinden. Bei Verletzungen und Erkrankungen, die beim Säugetier Schmerzen hervorrufen, liegen dementsprechend auch beim Reptil Schmerzen vor, die behandelt werden müssen. Im Gegensatz zum Säugetier ist Reptilien eine Gesichtsmimik so gut wie unmöglich und Lautäußerungen sind nur bei einigen Arten vorhanden. Hinweise auf akute oder chronische Schmerzzustände können aus dem Verhalten und der Körperhaltung der Tiere gezogen werden. Typische Verhaltensweisen werden in der Publikation beschrieben. Grundsätzlich gibt es bei Reptilien die gleichen Therapieoptionen zur Schmerzbehandlung wie beim Säugetier. Es können z. B. nichtsteroidale Entzündungshemmer und Opioiden eingesetzt werden. Allerdings gibt es gut 11.000 verschiedene Reptilienarten und nur für sehr wenige liegen Studien zur Pharmakokinetik und Pharmakodynamik verschiedener Analgetika vor. Der Einsatz von Analgetika basiert deshalb überwiegend auf Analogieschlüssen, Verhaltensbeobachtungen und Praxiserfahrungen.

**Schlüsselwörter** Reptilien, Schmerz, Analgesie, Verhalten

## Einleitung

Ob und in welcher Form Reptilien Schmerzen empfinden können, wurde jahrelang in der Fachwelt diskutiert. Die Reaktion auf schmerzhaft und/oder schädliche Stimuli kann ein vorwiegend physischer Reflex (Nozizeption) oder auf eine dem Säugetier vergleichbare Schmerzwahrnehmung zurückzuführen sein. In den letzten Jahren wurde durch wissenschaftliche Untersuchungen nachgewiesen, dass Reptilien dem Säugetier sehr ähnliche neuroanatomische Strukturen sowie neurophysiologische Abläufe aufweisen (z. B. Perry und Nevarez 2018, Sladky und Mans 2019). Aufgrund dessen und entsprechender Verhaltensbeobachtungen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass Reptilien ähnlich wie Säugetiere Schmerzen empfinden können (Kowalewski 2018,

## Evaluation and therapy of pain in reptiles

**Summary** Several publications on reptiles describe neuroanatomic structures and neurophysiological pathways similar to mammals. Therefore, it has to be assumed, that reptiles feel pain like mammals. Injuries and disease which cause pain in mammals will also cause pain in reptiles and have to be treated with analgesics. In contrast to mammals in reptiles vocalization is only possible in some species and facial expression is more or less nonexistent. Indications of acute or chronic pain may be presented in the behaviour and posture of reptiles. Typical behaviour is described in this publication. In reptiles, same therapeutic options exist to treat pain as in mammals, for example using non-steroidal anti-inflammatory agents and opioids. Problems arise in dosage and effect, as pharmacokinetic studies have been performed only in some species. The use of analgesics is based on practical experience, observation of the behaviour and analogical conclusion.

**Keywords** reptiles, pain, analgesia, behaviour

Perry und Nevarez 2018, Sladky und Mans 2019). Dementsprechend muss auch bei der Behandlung von Reptilien einer je nach Schwere der Erkrankung oder Verletzung notwendigen Analgesie Rechnung getragen werden.

## Schmerzerkennung

Reptilien fehlt eine Mimik und Lautäußerungen sind den meisten Arten unmöglich; deshalb ist es schwierig, bei Reptilien festzustellen, ob ein Tier Schmerzen leidet. Hinzu kommt, dass es sich um Wildtiere handelt, die versuchen, ihre Schmerzen zu verbergen, um keine Beutegreifer auf sich aufmerksam zu machen. Zur Beurteilung, ob ein Reptil Schmerzen leidet, muss sich das Tier bei seiner Betriebstemperatur befinden. Unter Betriebstempe-



ratur versteht man die Körpertemperatur, bei der die jeweilige Reptilienart einen gut funktionierenden Stoffwechsel aufweist und artgemäßes Verhalten zeigen kann. Ein zu kaltes Reptil ist physiologisch nicht in der Lage, verändertes Verhalten oder eine Schonhaltung zu demonstrieren, was nicht heißt, dass es keine Schmerzen hat. Ein Beispiel dafür sind Bissverletzungen bei Schildkröten, die in der Winterstarre durch Ratten, Mäuse oder Waschbären verursacht werden. Aufgrund des heruntergefahrenen Stoffwechsels ist es ihnen nicht möglich, auszuweichen. Die Abkühlung senkt den Metabolismus und führt zu einer Immobilisation der Tiere. Inwieweit in Winterstarre befindliche Schildkröten Schmerzen wahrnehmen, ist unklar. Ob die nervale Weiterleitung von Schmerzreizen blockiert oder nur geringgradig verlangsamt wird, ist bislang wenig untersucht. Untersuchungen dazu gibt es bei vielen Fischarten (EFSA 2004, Walsch 2014), wobei hier von einer erhaltenen Schmerzwahrnehmung ausgegangen wird. Bei Reptilien und Amphibien wird gerade in den letzten Jahren wieder diskutiert, ob Hypothermie ein geeignetes Verfahren ist, Analgesie oder Anästhesie hervorzurufen bzw. eine Euthanasie durchzuführen (Keifer und Zheng 2017, Lillywhite et al. 2017, Shine et al. 2015). Einzelne Untersuchungen zeigen eine verlangsamt und sistierende Reizweiterleitung bei der untersuchten Spezies an. Allerdings sind dazu derzeit nur einzelne Studien vorhanden, sodass eine Aussage über alle Reptilienspezies nicht möglich ist und wir eine Euthanasie durch Einfrieren weiterhin nicht für geeignet halten.

Beim Säugetier werden Parameter wie Herz- oder Atemfrequenz oder auch Erhöhung der Körpertemperatur zur Schmerzmessung herangezogen. Diese Parameter sind bei Reptilien wenig geeignet. Die Körpertemperatur ist in erster Linie von der Umgebungstemperatur abhängig. Pyrogene sind in der Lage, diese auch bei Reptilien zu beeinflussen, trotzdem ist die absolute Höhe der erreichten Körpertemperatur eine Folge der Umgebungstemperatur und damit variabel. Die Körpertemperatur beeinflusst auch Herz- und Atemfrequenz. Eine Erhöhung der Herzfrequenz kann auf Schmerzen hindeuten, ist jedoch immer im Zusammenhang mit der vorliegenden Umgebungstemperatur zu sehen. Die Atemfrequenz kann bei vielen Reptilien willkürlich gesteuert werden. Bei akuten Schmerzen kann allerdings oft eine Beschleunigung von Herz- und Atemfrequenz beobachtet werden.

Im Allgemeinen zeigen Reptilien wenige Schmerzsymptome. Häufig werden lediglich Inappetenz und Inaktivität festgestellt. Sind Gliedmaßen betroffen oder lokale Infektionen bzw. Traumata vorhanden, können lokal Schwellungen und/oder Bewegungsstörungen zu sehen sein.

Handelt es sich um ein im Körper angesiedeltes Krankheitsgeschehen (Infektion, Legenot, Blutungen infolge Trauma, Tumor o. Ä.), kann nur anhand des veränderten Verhaltens auf Schmerzen geschlossen werden.

Zur Beurteilung, ob ein Reptil Schmerzen hat, ist es wichtig, das Normalverhalten in fremder Umgebung (z. B. auf dem Praxistisch) und gegenüber dem Untersucher zu kennen. Abweichungen davon sind als Anzeichen für Schmerzen oder Erkrankungen zu sehen. Die Beurteilung des Verhaltens ist nicht einfach, da vor allem wenig mit dem Menschen vertraute Reptilien als Wildtiere in einer fremden Umgebung letzte Kräfte mobilisieren, um nicht als Beutetier zu

erscheinen. Auch die bevorzugte Aktivitätszeit spielt eine Rolle; nachtaktive Tiere sind tagsüber weniger bewegungsfreudig. Tiere, die sich physiologisch noch in der Winterstarre befinden, sind kaum in der Lage, verändertes Verhalten zu zeigen. Dementsprechend schwierig ist es auch für reptilienerfahrene Tierärzte, Schmerzen und Leiden zu erkennen. Die Beobachtungen erfahrener Patientenbesitzer sind besonders wertvoll, da sie ihr Tier am besten kennen. Deshalb können hier bereits im Vorbericht beobachtete Verhaltensänderungen abgefragt werden. Wenig erfahrene Patientenbesitzer bemerken allerdings häufig nicht, dass Verhaltensänderungen vorliegen und ihr Reptil Schmerzen leidet. Die ► Tabellen 1 bis 4 geben Beispiele für Normalverhalten und Anzeichen für Schmerzen für die einzelnen Tiergruppen.

## Therapie

Grundlage einer adäquaten Schmerztherapie sind die Diagnose der zugrunde liegenden Erkrankung und eine entsprechende Behandlung. Die Schmerztherapie erfordert dabei eine individuelle Einschätzung des Patienten und Krankheitsverlaufs. Es gibt unterschiedliche Schmerzqualitäten, die eine unterschiedliche Herangehensweise erfordern (siehe auch Empfehlungen für ►



## ITIS – Die Initiative tiermedizinische Schmerztherapie

Dieser Fachartikel wird publiziert mit Unterstützung der Initiative tiermedizinische Schmerztherapie. Die ITIS ist ein Fachgremium, besetzt mit führenden Spezialisten für veterinärmedizinische Schmerztherapie. Die Experten um die Professorinnen Dr. Michaela Alef, Dr. Sabine Kästner, Dr. Heidrun Potschka und Dr. Sabine Tacke sowie Dr. Julia Tümsmeyer setzen sich für ein optimales Schmerzmanagement bei Haus- und Nutztieren ein. Die Arbeit der Initiative tiermedizinische Schmerztherapie wird von Sponsoren aus der veterinärmedizinischen Pharma- und Futtermittelindustrie engagiert begleitet und ermöglicht. Zurzeit wird ITIS unterstützt von Boehringer Ingelheim, CP-Pharma, Elanco, Vetoquinol und Zoetis.

» Aktuelle Fachinformationen und Empfehlungen zur Schmerztherapie: [svg.to/itis](http://svg.to/itis)



die Schmerztherapie bei Kleintieren, ITIS 2012). In der Regel unterscheidet man akute und chronische Schmerzen, wobei noch entsprechend dem Mechanismus der Schmerzentstehung, z. B. Trauma, Entzündung, Tumorschmerz oder chronischer Verschleiß, unterschieden und entsprechend behandelt werden muss.

Eine Schmerztherapie hat außer der akuten Schmerzlinderung immer das Ziel, die Entstehung eines Schmerzgedächtnisses zu verhindern. Die Behandlung dieser chronischen Schmerzen, die auch nach Beseitigung der Ursache bestehen bleiben, ist besonders schwierig, da viele Analgetika bei längerer Gabe ▶

**Tab 1: Schmerzzeichen bei Landschildkröten (ziehen sich häufiger in Verstecke zurück)**

Normalverhalten	Anzeichen für Schmerzen
<b>Zahme Tiere</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strecken Kopf aus Panzer</li> <li>• Ziehen Kopf schnell zurück, wenn erschreckt</li> <li>• Wittern in fremder Umgebung (vibrierender Maulhöhlenboden)</li> <li>• Laufen mit hochgestemtem Panzer, der waagrecht zum Boden gehalten wird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopf fällt vor, kein aktives Zurückziehen</li> <li>• Augen oft geschlossen oder Nickhautvorfall zu sehen</li> <li>• Bewegen sich nicht oder schleppen Panzer über den Boden</li> <li>• Verstärkte Bewegungen der Vorderbeine in Ruhe (Atembewegungen)</li> <li>• Kann mit abrupter, deutlicher Maulöffnung einhergehen</li> </ul>
<b>Scheue Tiere</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziehen sich aktiv in den Panzer zurück</li> <li>• Beobachten Untersucher</li> <li>• Ziehen Vordergliedmaßen fest vor den Kopf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopf zurückgezogen</li> <li>• Augen geschlossen</li> <li>• Vordergliedmaßen kraftlos</li> </ul>

**Tab 2: Schmerzzeichen bei Wasserschildkröten (sitzen vermehrt auf dem Landteil)**

Normalverhalten	Anzeichen für Schmerzen
<b>Zahme Tiere</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strecken Kopf aus Panzer</li> <li>• Ziehen Kopf schnell zurück, wenn erschreckt</li> <li>• Wittern</li> <li>• Laufen mit hochgedrücktem Panzer, der waagrecht zum Boden gehalten wird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopf fällt vor, kein Zurückziehen</li> <li>• Augen geschlossen</li> <li>• Bewegen sich nicht oder schleppen Panzer über den Boden</li> </ul>
<b>Scheue Tiere</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziehen sich aktiv in den Panzer zurück</li> <li>• Beobachten Untersucher</li> <li>• Ziehen Vordergliedmaßen fest vor den Kopf</li> <li>• Beißen nach Finger, der vor den Kopf gehalten wird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopf zurückgezogen</li> <li>• Augen geschlossen</li> <li>• Vordergliedmaßen kraftlos</li> <li>• Kein Beißversuch</li> </ul>

**Tab 3: Schmerzzeichen bei Echsen**

Normalverhalten	Anzeichen für Schmerzen
<b>Allgemein</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufmerksam</li> <li>• Beobachten die Umgebung</li> <li>• Zielgerichtete Kopfbewegungen</li> <li>• Sitzen aufrecht</li> </ul> <p>Vorwiegend arboreale Arten bewegen sich die meiste Zeit im Geäst.</p>	<b>Allgemein</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bleiben liegen</li> <li>• Augen geschlossen</li> <li>• Kein Drohen</li> <li>• Verstecken sich</li> <li>• Verändertes Liegeverhalten (oft ausgestreckt)</li> <li>• Seltener: vermehrte Unruhe, Kopfzittern oder -verdrehen</li> </ul> <p>Arboreale Arten sitzen auf dem Boden.</p>
<b>Geckos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluchtreflex</li> <li>• Bei einigen Arten (z. B. Leopardgeckos) Drohen mit aufgerissenen Maul</li> </ul>	<p>s. o.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Fluchtreflex</li> <li>• Kein Drohen</li> <li>• Eventuell etwas dunkler gefärbt</li> </ul>
<b>Chamäleons</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einige: Drohen/Imponieren durch Aufblasen/Großmachen, intensivere Farbgebung</li> <li>• Jemenchamäleons z. B. auch niederfrequentes Knurren</li> </ul>	<p>s. o.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmerzhafte Stelle dunkel verfärbt, tritt auch lokal nach Injektionen auf</li> <li>• Bei stark gestörtem Allgemeinbefinden ist das ganze Tier dunkel</li> </ul>
<b>Leguane</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Arten Fluchtreflex</li> <li>• Große Arten Drohen/Imponieren, ggf. Beißversuch, Schwanzschlagen bei Grünen Leguanen</li> </ul>	<p>s. o.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Außerdem: hochgewölbter Bauch bei schmerzhaften Prozessen im Bauchraum, hochgelagerter Kopf bei Atemproblemen</li> <li>• Tier eventuell etwas dunkler gefärbt</li> </ul>
<b>Bartagamen</b> <p>s. o.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Raumerkundung</li> </ul>	<p>Wie Leguane</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tier insgesamt matt gefärbt (deutlich bei Farbvarianten), oft nur der Bart schwarz gefärbt</li> </ul>
<b>Warane, Teju</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Häufig: Angriff, Beißversuch</li> </ul>	<p>s. o.</p>





**Tab. 4: Schmerzzeichen bei Schlangen**

Normalverhalten	Anzeichen für Schmerzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufmerksam</li> <li>• Hochfrequentes Züngeln in fremder Umgebung</li> <li>• Zielgerichtete Kopfbewegungen</li> <li>• Schlängelbewegungen durch den ganzen Körper</li> <li>• Fühlbare Muskelspannung</li> <li>• Schnelles Zustoßen bei Bedrohung</li> <li>• Schlangen liegen in der Regel zusammengerollt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein oder stark verlangsamtes Züngeln</li> <li>• Kopfzittern, schiefe Kopfhaltung</li> <li>• Weitgehend bewegungslos</li> <li>• Schlaff, keine Muskelspannung</li> <li>• Liegen ausgestreckt</li> <li>• Liegen mit deutlich hochgerecktem Kopf an der Scheibe</li> <li>• Beißen in die schmerzhafte Körperregion</li> <li>• Unruhe, vermehrte Bewegung im Terrarium</li> </ul>
<p>Baumpythons liegen in geordneten Schlingen über einem Ast; arboreale Schlangen befinden sich hauptsächlich im Geäst.</p>	<p>Schlangen sind häufiger oder ausschließlich auf dem Boden zu sehen.</p>

an Wirkung verlieren und Nebenwirkungen sich verstärken. Es können verschiedene Gruppen von Analgetika zum Einsatz kommen. Publikationen zur Analgesie bei Reptilien beinhalten auch experimentelle Untersuchungen mithilfe verschiedener Schmerzmodelle, die nicht unumstritten sind. Grundsätzlich existieren verschiedene Schmerzmodelle bei Säugetieren. Mittels einer thermischen, mechanischen, elektrischen oder chemischen (z. B. Injektion von Capsaicin oder Formalin) Noxe wird dem Tier Schmerz zugefügt und die Reaktion darauf gemessen. Dazu gehören zunächst das Verhalten, aber auch physiologische Parameter (z. B. Zurückziehen der Körperregion, Herz- und Atemfrequenz, Cortisolausschüttung). Nach Einsatz von Analgetika wird die Verzögerung, die bis zum Auftreten der Reaktion verstreicht, gemessen und daran die Wirkung des Analgetikums ermittelt. Häufig wird ein thermischer Reiz mittels Infrarotbestrahlung einer Gliedmaße oder durch eine Kontaktdiode gesetzt. Bei Reptilien ist jedoch zu beachten, dass während der Häutung andere Verhältnisse in der Haut vorliegen, die Reaktionen verfälschen können. Es wird kontrovers diskutiert, ob ein thermischer Stimulus als schmerzauslösender Reiz bei Reptilien adäquat ist, da bei Reptilien häufig Verbrennungen durch ungesicherte Wärmequellen vorkommen, die das Erkennen topischer Wärmequellen fraglich erscheinen lassen. Weitere Faktoren beeinflussen das Verhalten der Tiere im Versuch (z. B. Beobachtung durch den Menschen, individuelle Toleranz, Biorhythmus, Umgebungswärme und Körpertemperatur der Testtiere; siehe Kowalewski 2018). Die Erstellung einer Schmerzskala für die untersuchte Tierart ist notwendig.

Um die Wirkung eines Medikamentes einschätzen zu können, sind vor allem bei Reptilien Applikationsart und -ort ausschlagge-

bend. Medikamente sollten grundsätzlich, um einen First-Pass-Effekt durch Leber und Niere zu vermeiden, in die Vordergliedmaßen bzw. in die vorderen zwei Körperdrittel appliziert werden (Kummrow et al. 2008). Nur bei wenigen Wirkstoffen ist eine Verstoffwechslung über die Leber sinnvoll (z. B. Tramadol). Eine Studie bei Gelbwangen-Schmuckschildkröten ergab eine höhere Konzentration vor allem des in der Leber gebildeten wirksamen Metaboliten nach Injektion in die Hintergliedmaßen (Giorgi et al. 2015). Da es kaum pharmakologische Studien zu Reptilien gibt und in dieser Tiergruppe gut 11.000 verschiedene Arten zusammengefasst sind, ist bei vielen Medikamenten unklar, welche Plasmakonzentration notwendig ist, um überhaupt eine schmerzlindernde Wirkung im Gewebe zu erreichen (Plasmakonzentration nicht gleich Gewebekonzentration), und welche Applikationsart am erfolgversprechendsten ist. Deshalb kommt den praktischen Erfahrungen und Beobachtungen eine große Bedeutung zu. Untersuchungen zum Verhalten von Wasserschildkröten in einer postoperativen Phase zeigten z. B., dass die Tiere früher wieder zum normalen präoperativen Verhalten zurückkehrten, wenn sie Morphine bekamen (anstelle von NaCl oder Butorphanol; Sladky und Mans 2019). In die angegebenen Dosierungen sind deshalb klinische Erfahrungen eingeflossen.

Opioide gelten als die am stärksten wirksamen Analgetika. Sie greifen an den Opioid-Rezeptoren in Hirnstamm und Großhirn an. Zumindest beim Säuger befinden sich auch in peripheren Organen Rezeptoren. Die Aktivierung dieser Rezeptoren verhindert die Schmerzweiterleitung von der Peripherie ins Großhirn, gleichzeitig werden absteigende hemmende Nervenbahnen aktiviert. Es gibt drei Hauptrezeptortypen:  $\mu$ -,  $\delta$ - und  $\kappa$ -Rezeptoren, teils mit Subtypen. Nebenwirkungen der Rezeptorwirkung sind Atemdepression sowie weitere rezeptorspezifische Wirkungen (teils Bradykardie, Obstipation, Exzitation oder Depression). Bei agonistisch wirkenden Opioiden lässt sich die Wirkung linear und dosisabhängig steigern, wohingegen agonistisch-antagonistisch wirkende Stoffe zu einem Ceiling-Effekt führen können. Ein Ceiling-Effekt bedeutet, dass sich die Wirkung des Opioids nicht durch Dosiserhöhung steigern lässt, sondern es im Gegenteil bei hoher Dosis eher zu einer Abnahme der schmerzlindernden Wirkung kommt. Ob dieser Effekt auch bei Reptilien zum Tragen kommt, ist unklar.

Insgesamt sind nur wenige Studien zum Vorhandensein der Opioid-Rezeptoren bei Reptilien, der Verteilung im Körper und einer möglichen Blockade durch Opiode vorhanden. Bei Wasserschildkröten wurden  $\mu$ - und  $\delta$ -Rezeptoren im Gehirn gefunden, wobei die  $\delta$ -Rezeptoren weiter verteilt sind (Perry und Nevarez 2018). Die Wirkung der Opiode ist an die vorhandenen Rezeptoren gekoppelt; bei Reptilien werden deshalb in erster Linie  $\mu$ -Agonisten wie Morphinderivate oder partielle  $\mu$ -Rezeptor-Agonisten wie Buprenorphin eingesetzt.

Morphinderivate sind reine  $\mu$ -Agonisten, hier sollte ein Ceiling-Effekt nicht auftreten. Morphine wirken nachgewiesenermaßen bei Bartagamen, Rotwangen-Schmuckschildkröten, Panzerechsen, Anolis, Tegus und Gelenkschildkröten analgetisch (Greenacre et al. 2008, Leal et al. 2017, Perry und Nevarez 2018, Sladky und Mans 2019). Weitere  $\mu$ -Rezeptor-Agonisten wie Methadon, Hydromorphon, Tramadol und Tapentadol sind ebenfalls erfolgreich in der



Analgesie bei nordamerikanischen Wasserschildkröten eingesetzt worden. Diese synthetisch hergestellten Opioide scheinen im Gegensatz zu den natürlichen Morphinderivaten eine geringere Atemdepression aufzuweisen. Tramadol kann oral verabreicht werden und hat eine relativ lange Halbwertszeit. Der Einsatz von Fentanyl-Pflastern wurde ebenfalls für Reptilien, in diesem Falle Schlangen, getestet. Dabei gab es widersprüchliche Ergebnisse (Kharbush et al. 2017). Bei den Schlangen wurde zwar eine theoretisch ausreichende Plasmakonzentration erreicht, aber eine analgetische Wirkung wurde gegenüber einem thermalen Schmerzreiz nicht beobachtet.

Buprenorphin ist ein synthetischer partieller Opioid-Agonist. Obwohl bei Wasserschildkröten  $\mu$ - und  $\delta$ -Rezeptoren im Gehirn gefunden wurden, zeigte Buprenorphin bei Grünen Leguanen und bei Wasserschildkröten in den verwendeten Schmerzmodellen (elektrischer Stimulus, thermische Reizung) aber keine analgetische Wirkung.

Die Wirkung von Butorphanol ist umstritten – Butorphanol ist ein  $\kappa$ -Rezeptor-Agonist und  $\mu$ -Rezeptor-Antagonist. In mehreren Studien mit thermaler Reizung konnte keine analgetische Wirkung festgestellt werden (Bartgamen, Rotwangenschmuckschildkröten, Kornnattern, Königspythons; Olesen et al. 2008, Sladky und Mans 2019). Trotzdem wird in einzelne Publikationen eine Wirksamkeit beschrieben, z. B. bei Grünen Leguanen, Bartagamen und Kornnattern (Greenacre et al. 2008, Sladky et al. 2008).

Deshalb empfehlen wir aus dieser Gruppe in erster Linie für Wasserschildkröten die Opioide, da bei den anderen Wirkstoffen die Wirkung unklar und nicht bestätigt ist. Bei Echsen scheint ebenfalls eine gute analgetische Wirkung vorzuliegen, bei Schlangen eher weniger. Zur Wirkung von Opioiden bei Landschildkröten gibt es nur wenige Studien; Tramadol scheint eine gute Wirksamkeit zu besitzen.

Zu den Nicht-Opioid-Analgetika gehören die nichtsteroidalen Entzündungshemmer, Metamizol, Alpha-2-Agonisten und das am sogenannten NMDA-Rezeptor (Glutamat-Rezeptor im ZNS) antagonistisch wirkende Ketamin. Die Blockierung des NMDA-Rezeptors vermindert das Schmerzempfinden vor allem bei chronischen Schmerzen bei Säugetieren. Die Rezeptoren wurden bei Schildkröten nachgewiesen (Sladky und Mans 2019).

Alpha-2-Agonisten wie Xylazin, Medetomidin und der NMDA-Rezeptor-Antagonist Ketamin werden häufig in Kombination zur Narkose bei Reptilien eingesetzt. Ob dadurch eine ausreichende Analgesie bewirkt wird, ist unklar; es gibt dazu bei Reptilien keine Studien zur Pharmakodynamik. Die sedative und hypnotische Wirkung kann eine Analgesie vortäuschen.

Nichtsteroidale Entzündungshemmer wie Ketoprofen, Carprofen, Meloxicam oder Flunixin-Meglumin werden bei Reptilien verwendet, wobei die Wirksamkeit nicht bewiesen ist. Die Enzyme Cyclooxygenase 1 und 2 wurden bei Dossenschildkröten nachgewiesen, wahrscheinlich liegt eine ähnliche Entzündungskaskade wie beim Säuger vor (Perry und Nevarez 2018). Es gibt zwar Studien zur Dosierung und Plasmaspiegeln von Ketoprofen, Carprofen und Meloxicam; ob diese auch wirklich bei Reptilien analgetisch wirksam sind, wurde aber nur selten experimentell überprüft. Zu Flunixin-Meglumin gibt es Dosierungsvorschläge, aber keine Publikationen, die sich mit Plasmaspiegeln oder analgetischer Wirkung ►



beschäftigen. Eine Meloxicam-Dosierung von 0,3 mg/kg war bei Königspythons nicht analgetisch wirksam; höhere Dosierungen wurden nicht getestet (Olesen et al. 2008). Bei Bartagamen konnte mit 0,4 mg/kg eine Analgesie erreicht werden (Greenacre et al. 2008). Bei Wasserschildkröten und Grünen Leguanen wurden Untersuchungen zur Pharmakokinetik durchgeführt, nach denen der Einsatz von Meloxicam vielversprechend erscheint (Uney et al. 2016). Ketoprofen oder Carprofen rufen bei Bartagamen eine Analgesie hervor (Greenacre et al. 2008). Untersuchungen zu Plasmaspiegelverläufen von Ketoprofen bei Grünen Leguanen zeigten, dass bei intramuskulärer Applikation täglich injiziert werden muss (Tuttle et al. 2006).

### Lokalanästhesie

Eine Lokalanästhesie kann in verschiedenen Formen vorgenommen werden, wobei der topische Einsatz zur Oberflächenanästhesie auf der Haut wegen der Schuppenstruktur nicht wirksam ist. Verwendet werden meist 2%iges Lidocain oder Bupivacain. Eine lokale Infiltration wird häufig z. B. zur Wundversorgung/Abszessspaltung eingesetzt. Ein Nervenblock bzw. eine Leitungsanästhesie ist nur bei wenigen Arten bis jetzt durchgeführt worden, da hier

**Tab. 5: Experimentell und empirisch ermittelte Dosierungen aus der Literatur (Kölle und Blahak 2016, Kowalewski 2018, Sladky und Mans 2019). Hinweis: Die gesetzlichen Bestimmungen zur Umwidmung von Arzneimitteln sind einzuhalten.**

	Dosierung mg/kg	Besondere Hinweise
<b>Opiode</b>		
Hydromorphon	0,5–1	WSK
Morphin	1,0–10,0	WSK, Bartagamen, Tegus, Grüne Leguane
Tramadol	5,0–10,0–25,0	SK, Bartagamen, Königspythons (bei WSK Applikation Hintergliedmaße sinnvoll)
Buprenorphin	0,01–0,2	Wirkung unklar
Butorphanol	0,2–2	Wirkung unklar
Methadon	3–5	WSK
<b>NSAIDs</b>		
Carprofen	1,0–4,0	
Ketoprofen	2,0	Wirkung bei Echsen und SK, bei Schlangen unklar
Meloxicam	0,1–0,5	
Flunixin-Meglumin	0,1–2,0	
<b>Lokalanästhetika</b>	Bis 4	Toxische Effekte bei WSK über 4

WSK = Wasserschildkröte; SK = Schildkröten gesamt

die Verläufe der Nerven weitgehend bekannt sein müssen. Bei Panzerechsen wurde die Blockade des Mandibularnervs erfolgreich durchgeführt. Bei kleinen Arten ist das Setzen eines Nervenblockes aufgrund der geringen Tiergröße häufig nicht möglich. Grundsätzlich müssen Regionalanästhesien nahe eines Nervenplexus oder Epidural-/Spinalanästhesien durchgeführt werden. Intrathekale Anästhesien wurden bis jetzt nur bei Schildkröten durchgeführt. Grundsätzlich sind Lokalanästhesien vor allem in der Wundversorgung sinnvoll und praktikabel. Weitere Anwendungen sind bis jetzt nur anekdotenhaft beschrieben.

### Glukokortikoide

Die entzündungshemmende Wirkung von Glukokortikoiden wird in der Säugermedizin häufig genutzt, um analgetische Effekte zu erreichen. Bei Reptilien ist zur Wirkung der Steroide im Stoffwechsel des gesunden Tieres und zum Einsatz als Therapeutikum noch wenig bekannt. Es gibt keine Veröffentlichungen zu Plasmaspiegelverläufen oder der Wirkung von Glukokortikoiden, lediglich Angaben zu möglichen Dosierungen (Rockwell und Mitchell 2019). Aus diesem Grund werden wir für diese Wirkstoffgruppe keine Empfehlungen aussprechen.

### Therapiemöglichkeiten

In ► Tabelle 5 werden experimentell und empirisch ermittelte Dosierungen aus der Literatur (Kölle und Blahak 2016, Kowalewski 2018, Sladky und Mans 2019) angegeben.

### Ethische Anerkennung

Die Autoren versichern, während des Entstehens der vorliegenden Arbeit die allgemeingültigen Regeln Guter Wissenschaftlicher Praxis befolgt zu haben.

### Conflict of interest

Die Autoren versichern, dass keine geschützten, beruflichen oder anderweitigen persönlichen Interessen an einem Produkt oder einer Firma bestehen, welche die in dieser Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflussen können.

### Funding

Nicht zutreffend.

### Autorenbeitrag

Konzeption der Arbeit: SB.  
Datenerhebung, -analyse und -interpretation: SB.  
Manuskriptentwurf: SB.  
Kritische Revision des Artikels: HK, SÖ, DK.  
Endgültige Zustimmung zur für die Veröffentlichung vorgesehenen Version: SB. ■

### Literatur

- EFSA (2004): Opinion of the Scientific Panel on animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals (15.06.2004).
- Giorgi M, Salvadori M, de Vito V, Owen, H, Demontis MP, Varoni MV (2015): Pharmacokinetic/pharmacodynamic assessments of 10 mg/kg trama-



## Fazit für die Praxis

Reptilien erfahren Schmerzen ähnlich wie Säugetiere, allerdings ist das oft aufgrund fehlender Mimik und Lautäußerung nur für erfahrene Untersucher anhand Verhalten und Körperhaltung erkennbar. Deshalb sollten in allen Situationen, in denen beim Säugetier Schmerzen erkennbar sind oder vermutet werden, auch bei einem Reptil Schmerzmittel eingesetzt werden. Je nach vermuteter Ursache und Schmerzintensität kommen dabei nichtsteroidale Entzündungshemmer oder Opioide infrage, obwohl die Wirksamkeit bis jetzt nicht bei allen Arten evidenzbasiert, sondern in erster Linie empirisch belegt ist. Vor allem der Einsatz von NSAIDs ist aber in der Praxis bei vielen Arten möglich und wirksam.

dol intramuscular injection in yellow-bellied slider turtles (*Trachemys scripta scripta*). *J Vet Pharmacol Ther* 38(5): 488–496.

Greenacre CB, Massi K, Schumacher JP, Harvey RC (2008): Comparative antinociception of various opioids and non-steroidal anti-inflammatory medications versus saline in the Bearded Dragon (*Pogona vitticeps*) using electrostimulation. *Proc Assoc Rept Amph Vet*: 87–88.

Initiative tiermedizinische Schmerztherapie (ITIS) (2012): Empfehlungen für die Schmerztherapie bei Kleintieren. c/o Klinkisiek PR GmbH, Glauburgstr. 35, 60318 Frankfurt.

Keifer J, Zheng Z (2017): Cold block of in vitro eyeblink reflexes: evidence supporting the use of hypothermia as an anesthetic in pond turtles. *J Exp Biol* 220: 4370–4373.

Kharbush RJ, Gutwillig A, Hartzler KE, Kimyon RS, Gardner AN, Abbott AD, Cox SK, Watters JJ, Sladky KK, Johnson SM (2017): Antinociceptive and respiratory effects following application of transdermal fentanyl patches and assessment of brain  $\mu$ -opioid receptor mRNA expression in ball pythons. *Am J Vet Res* 78(7): 785–795.

Kölle P, Blahak S (2016): Reptilienskills. Schattauer, Stuttgart. ▶





- Kowalewski N (2018): Schmerz, Schmerzvaluierung und Analgesie bei Reptilien, Vögeln und Fischen. Ludwigi-Maximilians-Universität, München, Diss.
- Kummrow MS, Tseng F, Hesse L, Court M (2008): Pharmacokinetics of buprenorphine after single-dose subcutaneous administration in red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans*). *J Zoo Wildl Med* 39(4): 590–595.
- Leal WP, Carregaro AB, Bressan TF, Bisetto SP, Melo CF, Sladky KK (2017): Antinociceptive efficacy of intramuscular administration of morphine sulfate and butorphanol tartrate in tegus (*Salvator merianae*). *Am J Vet Res* 78(9): 1019–1024.
- Lillywhite HB, Shine R, Jacobson E, Denardo DF, Gordon MS, Navas CA, Wang T, Seymour RS, Storey KB, Heatwole H, Heard D, Brattstrom B, Burghardt GM (2017): Anesthesia and euthanasia of Amphibians and Reptiles used in scientific research: Should Hypothermia and Freezing be prohibited? *BioScience* 67(1): 53–61.
- Olesen MG, Bertelsen MF, Perry SF, Wang T (2008): Effects of preoperative administration of butorphanol or meloxicam on physiologic responses to surgery in ball pythons. *J Am Vet Med. Assoc* 233: 1883–1888.
- Perry SM, Nevarez JG (2018): Pain and its control in reptiles. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 21(1): 1–16.
- Rockwell K, Mitchell MA (2019): Antiinflammatory therapy. In: Divers SJ, Stahl SJ (eds.), *Mader's Reptile and Amphibian Medicine & Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier, St. Louis, Missouri, 1162–1164.
- Shine R, Amiel J, Munn AJ, Stewart M, Vyssotski AL, Lesku JA (2015): Is "cooling then freezing" a humane way to kill amphibians and reptiles? *Biology Open* 4: 760–763.
- Sladky KK, Mans C (2019): Analgesia. In: Divers SJ, Stahl SJ (eds.), *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier, St. Louis, Missouri, 465–474.
- Sladky KK, Kinney ME, Johnson SM (2008): Analgesic efficacy of butorphanol and morphine in bearded dragons and corn snakes. *J Am Vet Med Assoc* 233(2): 267–273.
- Tuttle AD, Papich M, Lewbart GA, Christion S, Gunkel C, Harms CA (2006): Pharmacokinetics of ketoprofen in the green iguana (*Iguana iguana*) following single intravenous and intramuscular injections. *J Zoo Wildl Med* 37(4): 567–570.
- Uney K, Altan F, Aboubakr M, Cetin G, Dik B (2016): Pharmacokinetics of meloxicam in red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) after single intravenous and intramuscular injections. *Am J Vet Res* 77(5): 439–444.

- Walsch F (2014): Tierschutzrechtliche Aspekte der Hypothermie zur Betäubung und Tötung von Fischen. Fachtagung Tierschutz (20.–21.02.2014), 120–124.

## Hinweis

Die Autoren stellen den Fachbeirat der Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilienkrankheiten der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie e. V. dar. In der AG ARK sind derzeit ca. 500 Tierärzte und Studierende Mitglied, die sich besonders für Amphibien- und Reptilienkrankheiten interessieren. Die AG ARK veranstaltet zweimal jährlich Tierärztetagen für bis zu 200 Teilnehmer und mehrere WetLabs für bis zu 30 Studierende.



**Kontakt:**  
[svg.to/ag-ark](http://svg.to/ag-ark)

## Silvia Blahak

Studium an der Justus-Liebig-Universität Gießen bis 1989. Wissenschaftliche Mitarbeiterin mit Leitung der Reptilienklinik von 1991 bis Ende 1994. Seit 1995 Virologin und Reptilienpathologin am Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt OWL. Nebentätigkeit: Reptilienpraxis. Zusatzbezeichnung Reptilien und Amphibien.



### Korrespondenzadresse:

Dr. Silvia Blahak, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt OWL, Westerfeldstr. 1, 32758 Detmold, [silvia.blahak@cvua-owl.de](mailto:silvia.blahak@cvua-owl.de)

