

Krankheiten und Krankheitsabwehr

Amphibien leben gleich anderen Lebewesen eingebunden in ihre Umwelt, sie agieren miteinander und mit ihrer Umgebung. Bedingt durch innere Faktoren wie Alterungsprozesse oder durch äußere Einflüsse wie Infektionen, können einzelne Körperzellen, Zellverbände oder Organe ihren Dienst versagen und entarten, Regulationsfunktionen können zusammenbrechen, Gewebe absterben oder von fremden Organismen wie Einzellern oder Viren als Substrat genutzt werden. Amphibien unterliegen als Wirbeltiere im Prinzip den gleichen pathogenen (krankmachenden) Mechanismen wie Menschen oder Haustiere, weisen aber aufgrund ihrer Lebensweise und ihrer Abstammung einige Besonderheiten auf.

➤ Krankheiten der Amphibien

Systemische Erkrankungen, Infektionskrankheiten, Abwehr (Immunologie) und Krankheitsbekämpfung sind bei allen Arten von Amphibien mit Ausnahme des häufig als Labortier gehaltenen Kralenfrosches *Xenopus laevis* sehr schlecht erforscht, meistens liegen aus den Fachbereichen nur unzusammenhängende Fallberichte vor. Insbesondere die Relevanz einzelner entweder selbst als pathogen angesehen oder das Immunsystem modulierender Faktoren, wie z. B. die Erhöhung der UV-Einstrahlung oder die Resorption industrieller Gifte, für die Krankheitsentstehung ist gänzlich unbekannt. Daher können derzeit kaum Vorhersagen über die Lebensfähigkeit von Amphibienpopulationen oder gar über das globale Wohlergehen dieser Klasse in Zusammenhang mit dem weltweiten Amphibiensterben getroffen werden. Hingegen können sorgfältige pathologische und infektiologische Untersuchungen in Speziallaboratorien durchaus den Grund für eine Erkrankung oder für den Tod eines Individuums zutage fördern.

Vor dem Versuch, die Krankheiten der Amphibien in logisch-systematische Kategorien aufzuspalten, muß die Lebenssituation der Tiere genauer betrachtet werden. Bei veterinärmedizinischen Untersuchungen von aus der natürlichen Umwelt entnommenen Amphibien ergeben sich Befunde, die von jenen von Terrarientieren erheblich abweichen. Eine banal klingende, aber fundamentale Feststellung ist, daß in der natürlichen Umwelt durch Erkrankungen geschwächte Tiere bevorzugt von Räubern erbeutet werden. Das heißt, daß im Vergleich zu in Gefangenschaft gehaltenen Tieren langdauernde Infektionskrankheiten (chronische Infektionen), Alterskrankheiten und gutartige Entartungen (benigne Tumore) erheblich seltener diagnostiziert werden. Außerdem ist das Spektrum der gefundenen Infektionskrankheiten deutlich verschoben.

In Gefangenschaft fehlen fast immer die im Lebenszyklus mancher Keime unbedingt notwendigen Überträger, und es werden, bedingt durch unnatürlich hohe Individuendichten, eigene epi-



*Filarien-Infektion eines Laubfrosches (*Hyla geographica*) aus Trinidad.*

Obwohl sich die etwa vier Zentimeter langen Nematoden unter der Haut lebhaft bewegten, schien das Wirtstier kaum beeinträchtigt.

immunologische Situationen geschaffen. Im Freiland ist eine begrenzte Keimbeseidlung vollkommen normal, manchmal sogar gesundheitsfördernd. Dabei handelt es sich um ein breites Artenspektrum fast ausnahmslos gering bis überhaupt nicht pathogener und wenig vermehrungsfreudiger Keime, darunter viele Opportunisten. Erst beim Auftreten von erheblichem Stress, z. B. durch vermehrte Schadstoffexposition oder durch laufende Beunruhigung, und einer damit direkt zusammenhängenden Immunsuppression beginnen solche Keime sich unkontrolliert zu vermehren und krankmachende Eigenschaften zu entwickeln.

Die Besiedlung von freilebenden Amphibien durch opportunistische Keime ist klinisch kaum auffällig, wird daher selten dokumentiert, ist aber der Hauptfaktor für eine nachhaltige Regulierung der Bestandsdichten. In Gefangenschaft überwiegen hingegen Infektionen mit relativ wenigen Arten von meist hochpathogenen, sich fulminant vermehrenden und zu Autoinfektionen neigenden Krankheitserregern. Gegliedert nach dem Mechanismus der Krankheitsentstehung lassen sich bei Amphibien folgende Gruppen von Erkrankungen bilden:

Entartungen (Tumore): Die gutartigen (benignen) Tumore bereiten in der Erkennung große Schwierigkeiten, da es einen fließenden Übergang zu Einkapselungen von Fremdgewebe gibt. Die malignen Tumore sind bei Amphibien fast ausschließlich epithelialen Ursprungs, und sie sind recht auffällig, da sie eine schier unglaubliche Größe erreichen können. Das transplantierbare, renale Adenokarzinom von *Rana pipiens* (Lucké-Tumor) ist ein altbekanntes, relativ gut erforschtes Krebs, dessen Herpesvirus-induzierte Genese aber immer noch fraglich ist.

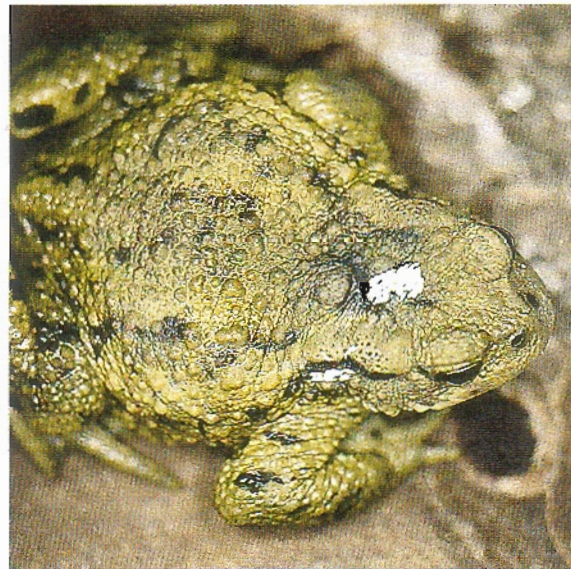
Stoffwechselerkrankungen und Regulationsfunktionsstörungen: Hierher gehören auch die Entwicklungsabnormalitäten und Mißbildungen während der Individualentwicklung, die bei Amphibien ungewöhnlich häufig sind und durch abnormale Gene oder abnormale Kombinationen von Genen hervorgerufen werden. Solche Abnormalitäten sind aufgrund ihrer leichten Induzierbarkeit im Laboratorium sehr gut erforscht und mit viel Literatur belegt. Amphibienlarven mit einer Schilddrüsenunterfunktion durchlaufen keine Metamorphose, sie wachsen aber weiter und werden manchmal sogar geschlechtsreif.

Mangelerkrankungen treten in klinisch manifester Form fast nur bei falscher Ernährung während einer Gefangenschaftshaltung auf. Skelettschäden durch zu geringe Kalziumversorgung wurden beim Krallenfrosch beschrieben. Standardwerte des Vitamin- und Spurenelementbedarfs einzelner Amphibienarten wurden bislang nicht ermittelt.

Infektionskrankheiten werden durch übertragbare Keime hervorgerufen, die den Wirt durch Energieverlust zwar schwächen, jedoch zumindest beim



Durch die Larven der Krötenfliege (*Lucilia bufonivora*) zerstörte Nasenlöcher einer Erdkröte (*Bufo bufo*).

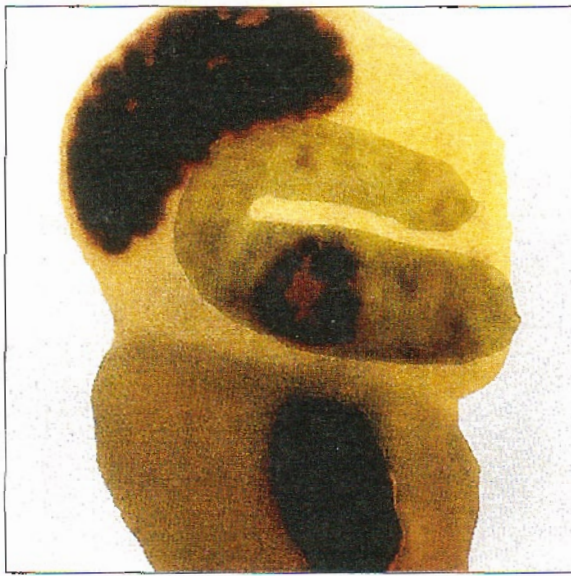


Links: Frisch abgelegte *Lucilia*-Eier auf dem Kopf einer Erdkröte. Die Larven schlüpfen nach zwei bis drei Tagen und dringen in die Nase der Kröte ein. Am häufigsten werden ausgewachsene Kröten befallen.

ersten Zusammentreffen nicht sofort töten. Amphibienbefallende Keime gibt es unter den Viren, den Bakterien, den Pilzen, den Einzellern und den mehrzelligen Tieren. Obwohl für den Wirt manchmal mit Lebensbedrohung verbunden, sind die Infektionskrankheiten der treibende Motor für die immunologische und – in geringerem Ausmaß – auch für die biologische Evolution.

In den letzten Jahren haben einige Keime aus ganz unterschiedlichen Gründen breite Aufmerksamkeit erregt: Ein diagnostisch-technisches Problem ist nach wie vor der Virusnachweis. Bestimmte Viren (z. B. Iridovirus-ähnliche Partikel) können aber nun einfach und effizient mittels Elektronenmikroskopie erkannt werden, sie werden jetzt plötzlich häufig in Amphibien gefunden. Die klinisch auffällige, Epidemien verursachende „red leg“-Erkrankung von Fröschen hat weltweites Interesse gefunden; der Erreger, *Aeromonas hydrophila*, ist ein überall verbreitetes (ubiquitäres), regelmäßig auch im Darm von

Lankesterella sp.- oder *Dactylosoma* sp.-Infektion eines *Rana ridibunda* aus der Oase Thagit, Algerien (Giemsa-Färbung). Die Einzeller dringen in die Erythrocyten ein und verändern und verdrängen den Wirtszellkern. Der wahrscheinliche Überträger, ein Blutegel der Gattung *Placobdella*, kommt im gleichen Gewässer häufig vor.



Amphibien als Krankheitsüberträger

Denkt man an einen Zusammenhang zwischen menschlicher Gesundheit und Amphibien, so fallen jedermann sogleich die Fälle ein, in denen Menschen durch Giftwirkung von den Hautsekreten der Tiere nach Berührung oder Wundkontakt zu Schaden gekommen sind. Allerdings gibt es auch noch einen weiteren, meist übersehenen Aspekt der Wirkung von Amphibien auf die menschliche Gesundheit: Bestimmte Taxa dieser Tiergruppe können als Zwischenwirt pathogener Keime dienen, als Transportwirt fungieren oder auch der Anlaß sein, mit einem Infektionsherd in Berührung zu kommen.

Amphibien als Zwischenwirte

Die bedeutendste und gefährlichste Erkrankung des Menschen mit einem durch Lurche übertragenen Keim ist die Infektion mit Larven des Bandwurmgenus *Spio-metra*. Diese Parasiten sitzen als äußerlich undifferenzierte Wurmlarven in der Muskulatur von Fröschen. Sie können bei direktem Kontakt aktiv in menschliches Gewebe überwechseln, sich im Menschen dauerhaft ansiedeln, vielleicht auch metastasieren, wandern und ihre Masse auf mehrere Kubikzentimeter vermehren. Direkter Kontakt mit Froschfleisch ist insbesondere in Südostasien nicht selten, werden dort Umschläge aus Amphibienfleisch als antibiotisches Mittel auf erkrankte Augen und eiternde Wunden gelegt. In besonders gravierenden Fällen dieser Sparganosen kommt es zum Augenverlust; auch in leichten Fällen ist die operative Entfernung des Wurms nötig. Erwachsene Bandwürmer können im Menschen nicht entstehen.

Amphibien als Träger potentieller Keime

Einige potentiell krankheitserregende Bakterien sind so wenig wirtsspezifisch und so weit verbreitet, daß sie in kranken Amphibien ebenso wie in kranken Menschen nachweisbar sind. Dazu gehören *Aeromonas hydrophila* (red leg, Sepsis), *Yersinia enterocolitica* und *Salmonella* spp. (Durchfall, Sepsis) Eine tatsächliche Übertragung dieser Keime von Amphibien auf den Menschen ist – zum Unterschied zur Situation bei Reptilien – bisher nicht sicher nachgewiesen worden, jedoch ist beim Umgang mit Kot und bei der Wundversorgung Vorsicht geboten.

Die Amphibienhaltung als Quelle für Infektionen

Die Haltung von Amphibien in menschlicher Obhut bringt es mit sich, daß die Pfleger mit einer speziellen Aquaterrarien-spezifischen Keimflora in Kontakt kommen. Zu den humanpathogenen Keimen dieser Flora gehören *Mycobacterium marinum* (nicht jedoch *M. ranael*), sogenannte Limax-Amöben (*Hartmannella* spp; *Naegleria fowleri*; Erreger von Hornhauttrübung und Gehirnamöben) sowie der Erreger einer subkutanen Mykose in Afrika, *Basidiobolus ranarum*.

Fundierte wissenschaftliche Studien über das Gesundheitsrisiko des Menschen beim Umgang mit Amphibien gibt es bislang nicht. Auch die Gefährdung der Tiere bei ihrem Erstkontakt mit Menschen, bei dem es zu einem Keimaustausch und einer folgenden „Keimangleichung“ kommt, ist nicht untersucht, obwohl dieses Phänomen erhebliche Auswirkungen auf physiologische Studien und auf

Amphibien zu findendes, bewegliches, gramnegatives Bakterium. Eben solche ubiquitäre, aber die Haut besiedelnde Opportunisten sind die Kaltwasser-Mykobakterien, die die Tuberkulose von Amphibien erregen. Ganz anders liegt der Fall hingegen bei bestimmten Einzellerarten aus dem Stamm Mikrosporidien, die in den letzten Jahren unter anderem in Südengland einen katastrophalen Einbruch in Populationen von unangepassten Wirtstieren (*Bufo bufo*) geschafft haben. Dies wurde hervorgerufen durch die Intensivierung der kommerziellen Fischzucht mit dem Einführen faunenfremder Fische.

Die Immunabwehr

Die Immunabwehr ist eine basale, absolut lebensnotwendige Funktion eines Zellverbandes. Bei allen höheren Tieren dient sie der Aufrechterhaltung der individuellen Integrität oder, stark vereinfacht, der Gesundheit. Die Schlüsselfunktion der Immunabwehr ist die sichere Unterscheidung körpereigener, funktionsfähiger Zellen von fremden und/oder veränderten. Die Selbst-Erkennung wird bei Amphibien mit Hilfe komplex und vielfältig gebauter, an den Zelloberflächen verankerter Eiweißmoleküle bewerkstelligt (MHC-Komplex). Proteinstrukturen, die diese Erkennungssignale nicht tragen, werden über einen komplizierten Mechanismus von den körpereigenen Freßzellen (Makrophagen) eingefangen, durch Verdauung zerlegt, die Teile an der Makrophagen-Oberfläche präsentiert und dort von anderen Immunzellen als Startpunkt für die Steuerung der eigenen Aktivität benutzt. Dieses Präsentieren setzt eine Kaskade von Reaktionen in Gang, die über mehrere Mechanismen letztendlich zur vollständigen Vernichtung der fremden Struktur führen. Eigenheiten des Immunsystems von Amphibien sind ein starker jahreszeitlicher Aktivitätszyklus und ein teilweises Funktionieren bei Temperaturen, die bei anderen wechselwarmen Tieren zum Erlahmen der Immunfunktionen führen.

Eine Immunfunktion ist die Produktion von im Körperflüssigkeiten flotierenden Proteinen, den Antikörpern, die nach dem Schlüssel-Schloß-Prinzip an das Fremdprotein andocken. Ihre Aufgabe ist die Verklumpung und damit Immobilisierung der fremden Struktur und die Markierung der Oberfläche zum Zweck eines gezielten Angriffs durch Freßzellen. Diese Antikörper gibt es in mehreren auf ihre Aufgaben spezialisierten Klassen. Bei Froschlurchen findet man sogenannte IgX (Größe: wahrscheinlich 170 kD), früh auftretende IgM (900 kD) und IgY (170 kD), bei den phylogenetisch älteren Schwanzlurchen nur IgM und manchmal IgX. Antikörper werden während der aktiven Infektionsphase gebildet und sind in geringen Mengen auch noch Monate später nachweisbar. Daher eignet sich ein Nachweis von gegen einen bestimmten Keim gerichteten Antikörpern zum Nachweis der Infektion, ohne den Keim selbst isolieren zu müssen. Solche immuno-