Ciffiere

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

## Gifttiere

Ausstellung im OÖ. Landesmuseum Francisco-Carolinum vom 31. Oktober 1991 bis 15. März 1992 Kataloge des OÖ. Landesmuseums Neue Folge Nr. 48 ISBN 3-900746-40-0 1991 BIO II 90.105/N.F.48

Ob. Landesinuseum

Biologiezontrum

Jav. 1998/3277

Konzeption und wissenschaftliche Leitung:	Mag. Stephan Weigl
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	Dr. Gerhard Aubrecht
	Mag. Fritz Gusenleitner
	Dr. M. Heinisch
Beschaffung und Betreuung der Tiere:	Manfred Pelko
Redaktion:	Dr. Gerhard Aubrecht
	Mag. Fritz Gusenleitner
Texterfassung:	Karin Steinkellner
Katalog- und Plakatgestaltung:	Mag. Christoph Luckeneder
Ausstellungsgestaltung:	Wolfgang Pertlwieser
Werkstätten:	O. Brunner
	F. Dienstl
	J. Hochmayr
	M. Kranzl
	F. Meindl
	G. Mühleder
	R. Prischl
	H. Rittsteiger
	J. H. Schmidt
Präparatoren:	G. Mühleder
	J. H. Schmidt
	B. Stolz
Fotoarbeiten:	B. Ecker
	F. Gangl
Leihgeber:	Haus der Natur, Salzburg
	Naturhistorisches Museum, Wien
	Naturkundliche Station, Linz
	Stiftsammlung Kremsmünster
	Univeristät Wien, Zoologisches Institut
	R. Hain
	Dr. H. Langwieser
	A. Pürstinger

Dr. W. Tenschert

Linz, Museumstr. 14

Druckerei Estermann, Ried i. I.

Land Oberösterreich/OÖ. Landesmuseum

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Medieninhaber:

Hersteller:

#### Vorwort



m menschlichen Gedankengut hat "Gift" stets eine negative Wertung. Die Assoziationenkette Gift – Vergiftung – Siechtum – Tod ist weltweit in allen Kulturen zu finden und führt stets zu gleichartigen Verhaltensmustern: Pflanzen und Tiere, die "giftig" sind, werden gemieden oder von Schamanen, Priestern und Zauberkundigen zu den verschiedensten Zwecken genützt.

Auch in unseren Breiten ist die Abneigung gegen "Gifttiere" sehr ausgeprägt und führt zu so bekannten Fehleinschätzungen wie den absolut tödlichen Hornissenstichen oder ebensolchen Schlangenbissen. Speziell bei den

erdgebundenen Tieren wie Schlangen und Kröten kommt zur Furcht vor fallweise tatsächlicher Vergiftungsgefahr noch die seit antiker Zeit nachweisbare Gedankenverbindung mit der Unterwelt. Die Schlange als Symbol des Todes und des Bösen schlechthin ist auch bei uns scheinbar unausrottbar. Vielleicht kann diese Ausstellung dazu beitragen, zumindest optische Berührungsängste abzubauen und Verständnis für Tiere zu erwecken, die nicht nur in Form, Farbe und Bewegung ästethisch sind, sondern auf Erden die gleiche Daseinsberechtigung haben wie der Mensch.

Gunter Dimt

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

#### Inhalt

1.	Einleitung7	5.	Mimikry58
<ol> <li>2.</li> <li>2.1.</li> <li>2.2.</li> </ol>	Tiergifte in Medizin u. Forschung10  Tiergifte als Werkzeuge für Neurobiologen	6.	Anhang:
			Literatur72
3.	Chemische Kriegsführung unter Was-		
	ser16		
3.1.	Algenblüten und deren Folgen18		
3.2.	Muschelvergiftung19		
3.3.	Ciguatera20		
3.4.	Meeresschildkröten22		
3.5.	Schwämme22		
3.6.	Nesseltiere23		
3.7.	Stachelhäuter27		
3.8.	Weichtiere29		
3.9.	Fische32		
	Gefährlicher Gaumenkitzel33		
4.	Gifte und Giftwaffen bei Landtieren		
4.1.	Tausendfüßler38		
4.2.	Insekten38		
4.3.	Spinnen und Skorpione43		
4.4.	Lurche46		
4.5.	Schlangen47		
	Schlangenserum52		
4.6.	Säuger54		

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

# Einleitung

ereits seit Jahrtausenden haben tierische und pflanzliche Gifte die Menschheit beschäftigt, sei es in der Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt oder in der Nutzung verschiedener Naturstoffe. Beispielsweise verwendeten die Indianer im Norden Südamerikas das Sekret der Baumsteigerfrösche als Pfeilgift, im Mittelalter wurden die Inhaltsstoffe der Spanischen Fliege (einem Käfer) fälschlicherweise als sexuelle Anregungsmittel verwendet. In China und Japan nutzt man seit rund 4000 Jahren getrocknete und gepulverte Krötenhäute als herzaktive Substanzen. In Europa wurden zum gleichen Zweck Extrakte aus der Meerzwiebel bzw. dem Fingerhut benutzt, deren chemische Verwandtschaft mit den Inhaltstoffen der Krötenhäute durch die moderne Chemie nachgewiesen werden konnte.

Obwohl die Giftigkeit der verschiedensten Tiere und Pflanzen seit Urzeiten (zwangsläufig) bekannt war, wurde sie erst seit Anfang dieses Jahrhunderts Gegenstand intensiver wissenschaftlicher Arbeiten, zunächst auf medizinischem und pharmakologischem, später auch auf chemischem Gebiet.

Bereits im antiken Griechenland war bekannt, daß die Grenze zwischen Gift und Arzneimittel fließend ist (das griechische Wort "pharmakon" bedeutet beides). Erst der Arzt und Naturforscher Paracelsus (1493-1541) stellte fest, daß der Unterschied zwischen beiden in der Dosis liegt, d. h. ein und derselbe Stoff kann in niedriger Dosierung als Arzneimittel wirken, in hohen Gaben aber eine Giftwirkung, d. h. einen schädigenden Einfluß auf den betroffenen Organismus entfalten. Als Maß für die Giftigkeit wurde die sogenannte LD<sub>50</sub> eingeführt (LD=letale Dosis), die jene Dosis angibt, bei der 50 % der Versuchstiere (normalerweise Mäuse) nach Verabreichung eingehen. Diese Werte lassen sich jedoch nicht beliebig auf andere Tiere oder den Menschen übertragen, geben aber einen gewissen Richtwert an.

Inzwischen hat sich herausgestellt, daß wesentlich mehr Tiere giftig sind als ursprünglich angenommen wurde und daß die Bedeutung des Begriffes "Gift" nicht nur in der Wirkung auf den Menschen gesehen werden darf, sondern daß es bestimmte ökologisch wichtige Funktionen in der Biologie besitzt. Von Toxinen spricht man, wenn es sich um chemisch definierte einheitliche Substanzen handelt. Gifte stellen in der Regel eine Mischung verschiedener Stoffe dar, z. B.: Toxine und ungiftige Naturprodukte. Toxinologie kann als Teilbereich der Toxikologie verstanden werden, welcher giftige Naturstoffe behandelt. Der Toxinologe beschränkt sich jedoch nicht allein auf die Struktur und Wirkungsweise



Theophrastus Bombastus Paracelsus (1493-1541), Arzt und Naturforscher

eines natürlich vorkommenden Toxins, sondern beschäftigt sich auch mit dem betreffenden Tier oder der Pflanze, deren Biologie, der Art und Weise der Giftproduktion, der Bedeutung dieser Stoffe für ihre Produzenten und ihrer Funktion im Lebensraum.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezent



Hornisse

Foto: Archiv Naturkundl. Station Linz

Lanzenotter Foto: M. Henzl



Laubfrosch mit Hautgiften Foto: W. Hödl



nizibəM ni əffiyəiT zandəxtof ban



ereits seit Jahrtausenden werden Tiergifte zu Heilzwecken verwendet. Die ursprüngliche, meist mythologische Verwendung von Gifttieren zu medizinischen Zwekken erwies sich auch nach Prüfung mit modernen chemischen Methoden in vielen Fällen als sinnvoll, da die verschiedensten Toxine als pharmakologisch wirksam zu beurteilen sind. Schlangengifte werden seit dem Beginn dieses Jahrhunderts auf ihre therapeutische Verwendbarkeit hin überprüft. Aus Kobragift konnte ein schmerzstillender Wirkstoff isoliert werden, der eine Alternative zum sonst angewandten Morphium darstellt, da es diesem in der Wirkung überlegen ist und zudem keine Nebenwirkungen aufweist. Die Blutgerinnung kann durch verschiedene Schlangengifte gefördert als auch gehemmt werden. Zur Förderung der Blutgerinnung bei starken Blutungen, aber auch zur Behandlung der Bluterkrankheit wurden Präparate aus den Giften von Kettenviper, Gewöhnlichen Lanzenottern und Jararaca erfolgreich angewandt. Im Gift der Malayen-Mokassinschlange befindet sich ein thrombolytischer Faktor, der Blutgerinnsel auflöst. Neben der Behandlung von Thrombosen wird dieser Bestandteil auch zur Behandlung chronisch arterieller Durchblutungsstörungen und in einzelnen Fällen von Angina pectoris verwendet. Bis etwa 1960 wurden Präparate

auf Crotalin-Basis (aus der eigentlichen Cascoval-Klapperschlange) zur Behandlung von Epilepsie verwendet. Seither wurden sie jedoch von anderen Psychopharmaka abgelöst. Bereits im Altertum war die heilende Wirkung von Bienengift bekannt. Auf damalige schmerzvolle Verabreichung durch den Stich der Biene kann heute verzichtet werden. Seit 1938 gibt es ein Präparat auf Salbenbasis, bei dem standardisiertes und gereinigtes Bienengift zur Behandlung von rheumatischen Krankheiten, Muskel- und Gelenkschmerzen, von Neuralgien, Erfrierungen und Muskelzerrungen verwendet wird.

Zu den ersten wirkungsvollen Therapien mit Tiergiften gehörte wohl die Behandlung mit dem Hautsekret von Kröten. Noch heute werden diese herzaktiven Substanzen aus getrockneten und gepulverten Krötenhäuten zur Behandlung von Herzwassersucht eingesetzt.

## 2.1 Tiergifte als Werkzeuge für Neurobiologen

Viele Toxine sowohl aus Tieren als auch aus Bakterien und Pflanzen entfalten eine häufig spezifische Wirkung an bestimmten Nervenstrukturen. Diese als Neurotoxine bezeichneten Naturstoffe blockieren beispielsweise die Erregungsleitung des Nervensystems oder die Übertragung eines Nervenimpulses durch die Synapsen.

Die hohe Spezifität ihrer Wirkungsweise, etwa ihrer besonderen Affinität zu Rezeptoren der Nervenmembran, macht sie zu wichtigen Werkzeugen des Neurobiologen. Stoffe wie Tetrodotoxin, Saxitoxin oder verschiedene Froschtoxine spielen eine wesentliche Rolle bei der Erforschung der Natriumkanäle, Schlangengifttoxine ermöglichten erst die Isolierung des nicotonischen Acetylcholinrezeptors, um nur einige Beispiele zu nennen. Besonders Bestandteile von Schlangengiften haben sich in den letzten Jahren als wertvolle Hilfsmittel zur Aufklärung von Struktur und Funktion des Nervensystems erwiesen.

Es gibt sicherlich noch zahlreiche Proteine und Peptide aus Tiergiften, die noch unbekannt sind oder um deren Wirkungsweise man sich nicht gekümmert hat. Daß man besonders auf diesem Gebiet noch so manche Überraschung erwarten darf, ist ein weiterer Grund die weltweit oft bedrohten Gifttiere zu schützen.

#### 2.2 Die Wirkung von Nervengiften

Die gefährlichsten Bestandteile tierischer Gifte stellen die Neurotoxine dar, da sie die

Weiterleitung der vom Hirn zu den Zielorgangen gerichteten Nervenimpulse unterbinden. Jeder Nervenimpuls besteht aus einem kurzen Ionenstrom, bei dem elektrisch geladene Teilchen durch die Zellmembran treten und so eine elektrische Fortleitung entlang der Nervenfaser ermöglichen. An der Nervenendigung wird eine Überträgersubstanz, das Acetylcholin, erzeugt, das knapp unter der Oberfläche in kleinen Bläschen bereitgehalten wird. Das Nervenende selbst ist stark abgeplattet und liegt großflächig der Muskelmembran an. Nerv und Muskel berühren sich allerdings nicht, sondern sind durch einen schmalen Spalt, der Synapse, voneinander getrennt. Wenn nun ein elektrischer Impuls vom Gehirn an der Nervenendigung, der sogenannten motorischen Endplatte, anlangt, werden die Bläschen mit der Überträgersubstanz in die Synapse freigesetzt. Das Acetylcholin setzt sich an Rezeptoren der Muskelzelle fest und bewirkt dadurch eine Kontraktion der Muskelfaser. Das Acetylcholin wird daraufhin sofort von einem Enzym gespalten, der Muskel erschlafft und ist für die nächste Kontraktion bereit. Währenddessen wird das zerlegte Acetylcholin zurücktransportiert und wieder zusammengebaut.

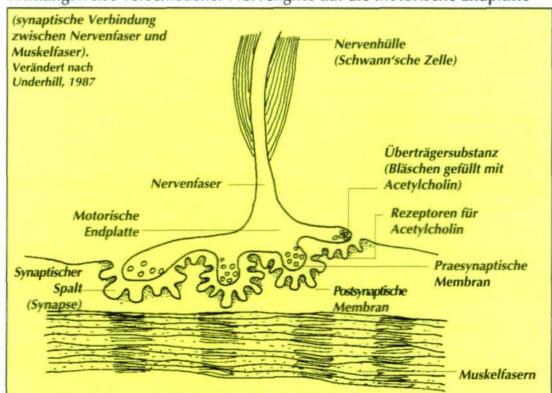
Wenn nun ein Toxin irgendeinen dieser Prozesse, sei es den Ionenstrom, die Ausschüttung

oder Aufnahme des Acetylcholin bzw. seine Spaltung oder Regeneration, unterbricht, so ist die Funktionsfähigkeit des Muskels nicht mehr gegeben. Das Ergebnis ist eine Lähmung des ganzen Körpers einschließlich der Atemmuskulatur, die schließlich zum Ersticken und Herzstillstand führt.

Die Angriffspunkte verschiedener Neurotoxine werden, wenn sie einmal in den Körper gelangt sind, im wesentlichen von ihrer Molekülgröße bestimmt. Atraxotoxin von der Australischen Trichterspinne und Tetrodotoxin (TTX), ein weitverbreitetes Toxin, das zunächst aus Kugelfischen isoliert wurde, besitzen sehr kleine Moleküle, die in die Nervenfasern eindringen können und so den Oberflächen-Ionenstrom blockieren, sodaß Nervenimpulse erst gar nicht bis zur motorischen Endplatte gelangen können.

Die Wirkung von TTX setzt rasch ein und kann

#### Wirkungsweise verschiedener Nervengifte auf die motorische Endplatte



stundenlang andauern, es kommt aber zu keiner eigentlichen Nervenschädigung. Durch künstliche Beatmung eines Opfers wird die vollständige Nervenfunktion nach Abbau des Toxins wieder erreicht. Gereinigte Extrakte von TTX werden übrigens weltweit zur Erforschung der Nervenfunktionen eingesetzt.

Alphalatrotoxin, der Hauptbestandteil des Giftes der Schwarzen Witwe, setzt an den Nervenendigungen an, wo es eine langsame Freisetzung des gespeicherten Acetylcholins bewirkt, die jedoch so gering ist, daß keine Muskelkontraktion erfolgt. Muskelschwäche und Lähmung sind die Folgen, wenn der Vorrat an Überträgersubstanz aufgebraucht ist.

Zahlreiche Neurotoxine in Schlangengiften greifen sowohl die postsynaptische als auch die präsynaptische Membran an, wo sie entweder die Rückführung des Acetylcholins oder seine Bindung an die Rezeptoren der Muskelwand verhindern.

Conotoxine aus der Kegelschnecke (Conus geographus) blockieren die Acetylcholinrezeptoren an der postsynaptischen Membran.

Korallenriff, Foto: E. Stüber



# Chemische Kriegsführung unter Wasser

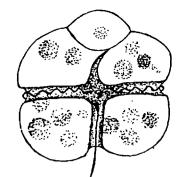
Das Vorhandensein giftiger Substanzen ist im Tier- und Pflanzenreich weit verbreitet. So werden Gifte aktiv mit Hilfe spezialisierter Organe, z. B.: Drüsen in Verbindung mit Zähnen oder Stacheln, zum Beuteerwerb oder zur Verteidigung eingesetzt. Wesentlich häufiger werden Giftstoffe aber passiv eingesetzt. Sie werden entweder selbst synthetisiert oder über die Nahrungskette aufgenommen und sind in speziellen Organen oder im ganzen Körper gespeichert. Meist treten sie erst in Aktion, wenn sie bei Bedrohung ausgeschieden oder infolge einer Verletzung freigesetzt werden. Giftige Stoffe scheinen in marinen Ökosystemen eine wesentlich bedeutendere Rolle einzunehmen als in terrestrischen. Im Lebensraum Meer kann man daher Substanzen finden, die zu den stärksten Giftstoffen zählen, die man kennt: Saxitoxin, Tetrodotoxin, Ciguatoxin, Polytoxin, Conotoxine und Seeschlangengifte. Um die weite Verbreitung giftiger Stoffe in Korallenriffen nachzuweisen, wurden Extrakte aus verschiedensten wirbellosen Tieren auf ihre Toxizität auf Fische überprüft. So konnte bei 42 vorwiegend exponiert lebenden Tierarten des australischen Barriereriffs wie bei Schwämmen, Hohltieren, Stachelhäutern und Seescheiden nachgewiesen werden, daß 73 % von ihnen eine toxische, vorwiegend sogar tödliche Wirkung gegenüber Fischen entfalten. Hingegen wiesen nur 25 % der verborgen lebenden Arten diese Eigenschaften auf. Parallel mit der Entwicklung biologisch hochwirksamer Stoffe verläuft auch eine zunehmende Anpassung bzw. Toleranz anderer Organismen daran. Beispiele dafür sind etwa Räuber, die sich so neue Nahrungsquellen erschließen. Die nächste Anpassungsstufe ist dann die Aufnahme dieser Stoffe, ihre Speicherung und ihr Einsatz zur eigenen Feindabwehr.

#### 3.1 Algenblüten und deren Folgen

In fast allen Weltmeeren kommt es immer wieder zu sogenannten "Algenblüten", der massenhaften Vermehrung meist einer bestimmten Algenart. Diese Erscheinung tritt zu bestimmten Jahreszeiten und selten vorhersehbar auf, da sie von vielen z. T. noch unbekannten Faktoren abhängt (Nährstoffangebot, Witterung, usw.).

Dinoflagellaten (begeißelte Panzeralgen) bilden einen wichtigen Teil des marinen Planktons. Sind sie an einer "Planktonblüte" beteiligt, kommt es häufig zu umfangreichen Vergiftungen der Meerestiere. Dafür verantwortlich sind neben Sauerstoffmangel durch die

#### Panzeralge, verändert nach MEBS, 1989



absterbenden Planktonmassen jedoch in erster Linie Toxine, die zu den stärksten natürlichen Wirkstoffen zählen, die man kennt. Verschiedene Arten von Dinoflagellaten produzieren sowohl wasserlösliche Toxine wie Saxitoxin und seine verschiedenen Derivate (Gonyautoxine) als auch fettlösliche Toxine wie Brevetoxin, Maitotoxin und Ciguatoxin. Die Giftstoffe werden vermutlich mit Hilfe symbiontisch lebender Bakterien in den Panzeralgen gebildet.

Über die Nahrungskette können diese Toxine nun in verschiedene Meerestiere gelangen und sich dort anreichern. Dies geschieht vor allem bei den Plankton filtrierenden Muscheln, aber auch bei Krabben und Fischen, die gegen die Gifte resistent sind, selbst aber dadurch Giftigkeit erlangen.

#### Dinoflagellaten - Panzergeißler

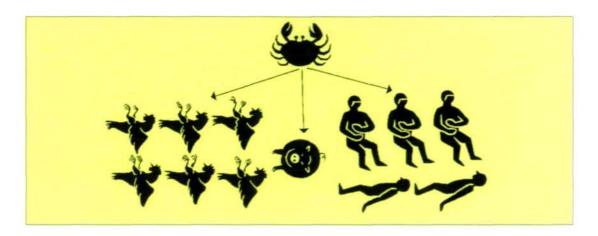
Dinoflagellaten sind einzellige, nur selten in Kolonien lebende, begeißelte Algen von meist gelbbrauner Farbe. Die Zellhülle ist aus panzerartigen Zelluloseplatten aufgebaut, in deren Längs- und Querfurche zwei ungleiche Geißeln schlagen, die zur Fortbewegung und Stabilisierung im Wasser dienen. Die Fort-

pflanzung geschieht meist durch Zweiteilung, ist aber auch geschlechtlich möglich. Die Dinoflagellaten leben planktisch im Süßwasser und vor allem im Meer, wo sie durch explosionsartige Vermehrung Wasserblüten bilden könsodaß sich das Meer rot verfärbt. Einige

nen, sodaß sich das Meer rot verfärbt. Einige von ihnen produzieren Gifte, die zu den stärksten bekannten zählen.

#### 3.2 Muschelvergiftung

Die landläufige Meinung, Muschelvergiftungen würden durch den Genuß "verdorbener" Muscheln hervorgerufen, trifft nicht zu. Vielmehr handelt es sich um Toxine aus Dinoflagellaten, die über die Nahrung von den Muscheln aufgenommen und für eine gewisse Zeit gespeichert werden. Diese Algen treten nur zu bestimmten Jahreszeiten auf, dann sind die normalerweise eßbaren Muscheln aber giftig. Vergiftungen, die nach dem Verzehr von Muscheln auftreten, werden durch das in den Schalentieren konzentrierte Saxitoxin verursacht und sind von den gemäßigten Zonen bis in die Tropen bekannt. Ebenso wie die Muscheln können verschiedene Meeresschnecken und Krabben durch über die Nahrung aufgenommen Toxine giftig werden. Diese Tiere sind ebenfalls nicht immer giftig, der Grad Zeitgenössische japanische Darstellung (1928), die vor dem Verzehr giftiger Krabben warnt. Aus MEBS, 1989



ihrer Toxizität schwankt je nach Herkunft und Jahreszeit, was vermutlich vom jeweiligen Nahrungsangebot abhängt.

Einer zeitgenössischen japanischen Darstellung (1928), die vor dem Verzehr giftiger Krabben warnt. Ihr liegt folgende Begebenheit zugrunde: Eine Fischerfamilie kochte morgens eine zuvor gefangene Krabbe als Einlage ihrer "Miso"-Suppe ab. Kurze Zeit nach dem Essen wurde dem Hausherrn schlecht, er erbrach sich. Wenig später wurde seine Frau bewußtlos, beide starben in den darauffolgenden Stunden. Drei weitere Personen, die ebenfalls von der Suppe gegessen hatten, litten auch unter Vergiftungserscheinungen, überlebten aber. Das Hausschwein, dem der Rest der Suppe verfüttert worden war, starb, wie auch sechs Hühner, die das Erbrochene des Hausherrn aufgepickt hatten. Offenbar enthielt die Krabbe hohe Konzentrationen an Saxitoxin.

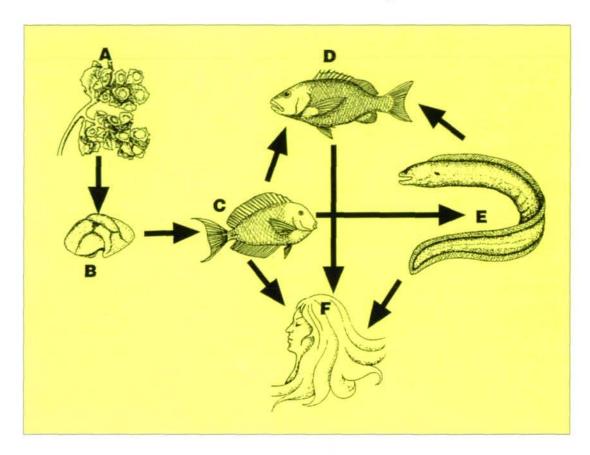
#### 3.3 Fischvergiftung (Ciguatera)

Ciguatera ist ein saisonal und unerwartet auftretendes Phänomen, das beim Menschen eine z. T. recht schwere Vergiftungssymptomatik bezeichnet. Der Begriff "Ciguatera" leitet sich vom spanischen Namen einer Schnecke ("cigua") ab, die man ursprünglich, jedoch irrtümlich, für Vergiftungen verantwortlich machte.

So kann es nach dem Verzehr von Fischen, die üblicherweise als Speisefische dienen (z. B.: Barrakudas, Seebarsche, Doktorfische, Schnapper, Papageienfische, ...), zu schweren Erkrankungen mit Vergiftungserscheinungen kommen. Meist entwickeln sich während der ersten vier Stunden nach der Fischmahlzeit Hautausschläge, Taubheitsgefühle in Lippen und Mundschleimhaut, Diarrhöe, Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Diese oft Wo-

#### Ciguatera:

Anreicherung des Toxins über die Nahrungskette. Dinoflagellaten, z. B.: (Gambierdiscus toxicus B), sind die eigentlichen Produzenten des Ciguatoxins. Sie leben epiphytisch auf Tang (A), der von pflanzenfressenden Fischen (C) abgeweidet wird, die das Toxin hiermit aufnehmen und in ihrem Körpergewebe speichern. Raubfische (D und E), die wiederum die Pflanzenfresser verzehren, reichern das Toxin weiter in ihrem Körper an. Der am Ende der Nahrungskette stehende Mensch (F) erleidet beim Verzehr der Fische durch Ciguatoxin eine schwerwiegende Vergiftung (Ciguatera). Verändert nach MEBS, 1989

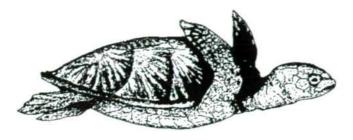


chen andauernde und mit charakteristischen neurologischen Symptomen wie Umkehr des Kalt-Warm-Empfindens einhergehende Vergiftung tritt in fast allen tropischen Meeren auf. Die giftigen Fische stammen dabei vorwiegend von ozeanischen Korallenriffen, weniger aus den dem Festland vorgelagerten Saumriffen.

Erst im letzten Jahrzehnt gelang der Nachweis, daß der verantwortliche Wirkstoff — das Ciguatoxin — ebenfalls aus Dinoflagellaten stammt. Die entsprechenden Arten leben epiphytisch auf Algen des Korallenriffs und werden von algenfressenden Fischen mitabgeweidet. Das Toxin gelangt so in die Nahrungskette, reichert sich in den Pflanzenfressern an, die wiederum Raubfischen zum Opfer fallen. So kommt es, daß sowohl pflanzenfressende Riff-Fische als auch Räuber Ciguatera hervorrufen können.

Unechte Karettschildkröte.

Sie bevorzugt stille Buchten mit geringer Brandung und ernährt sich hauptsächlich von Krabben, Krebsen, Muscheln und Stachelhäutern, seltener von Fischen oder Pflanzen. Die bis zu 1 m langen Tiere bewohnen die tropischen bis gemäßigten Bereiche der Weltmeere. Verändert nach REMANE et al. (1976)



schildkröten und einer Weichschildkröte aus Papua Neuguinea besteht ebenfalls der Verdacht einer gelegentlich auftretenden Giftigkeit.

#### 3.4 Meeresschildkröten

Nach dem Verzehr von Produkten aus Meeresschildkröten konnten Vergiftungserscheinungen, ähnlich der Fischvergiftung Ciguatera, beobachtet werden. Zusätzlich kann es zu einer schweren Schädigung von Leber und Niere kommen. Über die chemische Beschaffenheit dieses Giftes ist noch nichts bekannt. Es kommt sowohl im Blut als auch im Fleisch und den inneren Organen dieser marinen Reptilien vor und tritt ebenso wie die Ciguatera plötzlich und unvorhersagbar auf. Zweifellos stammt das Gift aus der Nahrung der Schildkröten. Da diese Tiere aber größtenteils Allesfresser sind und sich auf ihren oft tausende Kilometer langen Wanderungen sowohl von Fischen, Mollusken, Krebsen und Quallen als auch von Meerespflanzen ernähren, ließ sich die Herkunft bis heute nicht eruieren.

Nachweislich sind nach dem Genuß von Suppenschildkröten und Echten Karettschildkröten Massenvergiftungen aufgetreten. Bei Lederschildkröten, Unechten Karett-

#### 3.5 Schwämme (Porifera)

Sie sind der urtümlichste Tierstamm unter den Vielzellern. Die Schwämme leben zum größten Teil im Meer, einige auch im Süßwasser, wo sie meist Stöcke von sehr verschiedenartiger Form bilden. Das Einzeltier hat die Gestalt eines Bechers. Durch Wimpernschlag der innenliegenden Zellen wird Wasser über viele Poren eingesaugt und durch eine große gemeinsame Öffnung wieder ausgestoßen. Dabei werden Nahrungsteilchen ausgefiltert und ver-

Mariner Schwamm, Foto: I. Illich



daut. Alle Schwämme besitzen ein Innenskelett, das entweder aus Kalk- oder Kiesnadeln oder aus Hornfasern besteht.

Die erwachsenen Schwämme sind festgewachsen. Die befruchteten Eier entwickeln sich zu Larven, die sich nach anfänglichen Umherschwärmen festsetzen und sich durch fortgesetzte Knospung auf ungeschlechtlichem Weg zu einem Tierstock entwickeln.

Die festgewachsenen Schwämme sind vielen Bedrohungen ausgesetzt: Fische, Schnecken, Würmer sind mögliche Freßfeinde, von anderen Schwämmen, Moostierchen, Korallen, Algen und verschiedensten Mikroorganismen droht die Gefahr des Überwachsenwerdens.

Aus Schwammextrakten lassen sich zahlreiche Stoffe isolieren, die ausgesprochen toxische Eigenschaften gegenüber Fischen aufweisen. Selbst in Homogenaten heimischer Süßwasserschwämme konnte eine Giftwirkung an Mäusen festgestellt werden. Diese Giftstoffe stammen einerseits vermutlich aus der Nahrung, andererseits befinden sich im Schwammgewebe zahlreiche Bakterien, die als Symbionten derartige Stoffe ebenfalls zur Verfügung stellen könnten. Gegenüber Bakterien, Pilzen und verschiedenen freischwimmenden Larven können sich viele Schwämme durch selbst gebildete, antibiotisch wirksame Substanzen wehren.

### 3.6 Tödliche Berührung: Die Nesseltiere

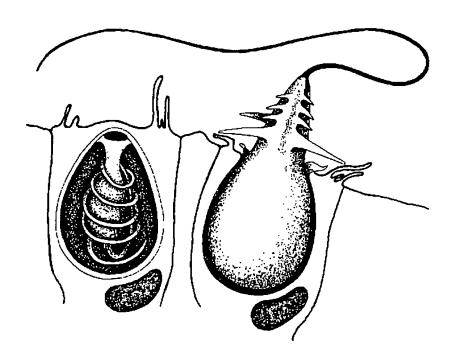
#### Korallentiere - Blumentiere - Anthozoa

Die Korallentiere sind eine formenreiche Gruppe meeresbewohnender Nesseltiere. Von den über 4800 bekannten Arten können einige bis 1,5 Meter Durchmesser erreichen. Die meist festsitzenden Polypen leben einzeln oder bilden Tierstöcke (Korallenstöcke). Der Mund der zylinderförmigen Tiere ist von einem Kranz hohler Tentakeln umgeben, deren Nesselkapseln dem Beuteerwerb dienen. Der Magenraum ist von mindestens vier bis über 100 Scheidewänden unterteilt, die Verdauungsdrüsen, Nesselfäden zur Verteidigung und Geschlechtszellen enthalten.

Die getrenntgeschlechtlichen Korallenpolypen entwickeln sich aus einer freischwimmenden bewimperten Larve. In Korallenstöcken entstehen die Einzeltiere ungeschlechtlich durch Knospung und bleiben durch ein System von Ernährungsröhrchen miteinander verbunden. Zahlreiche Korallentiere scheiden ein chitiniges, hornartiges oder kalkiges Außenskelett ab, das riff- und in weiterer Folge gebirgsbildend sein kann.

Man unterscheidet Sechsstrahlige Korallen (Hexacorallia) zu denen Seerosen, Steinkorallen,

#### Nesselkapseln im Ruhezustand (links) und nach der Berührung (rechts). Verändert nach MEBS, 1989



Krustenanemonen, Dörnchenkorallen und Zylinderrosen gehören, sowie Achtstrahlige Korallen (Octocorallia), die die Hornkorallen, Lederkorallen, Seefedern und Blauen Korallen umfassen.

Hohltiere (Coelenterata), die zum Stamm der Nesseltiere (Cnidaria) zählen, zeichnen sich durch besonders giftige Vertreter aus. Dazu zählen die giftigen Polypen, Quallen, Seewespen, Seeanemonen und Korallen. Auf sie kann man in allen Meeren im Bereich zwischen etwa 45 ° nördlicher Breite und 30 ° südlicher Breite treffen.

Die Vergiftungen werden durch Nesselzellen verursacht, die hauptsächlich in den Tentakeln

lokalisiert sind. Diese Nesselzellen bilden Nesselkapseln (Nematocysten), die beim Berühren eines Anhanggebildes (Cnidocil) explosionsartig aufreißen.

Dabei stülpt sich ein langer Faden aus, der mit Borsten und Widerhaken versehen ist und die Haut durchdringen kann. Gleichzeitig wird ein hochwirksames Gift injiziert. Primär steht hier wohl die Funktion des Beuteerwerbs im Vordergrund, z. B. die Lähmung von Planktonorganismen oder kleinen Fischen, doch ist das schmerzhafte Nesseln auch eine effektive Verteidigung gegenüber Freßfeinden. Toxinologische Untersuchungen an Quallen und Hydrozoen ergaben cardiotoxische, neuro-

toxische und myotoxische Wirkstoffkomponenten, wobei für die Todesursache beim Menschen ausschließlich Cardiotoxine verantwortlich zu sein scheinen.

Bei Steinkorallen scheint das Nesselgift aber auch dazu benutzt zu werden, die Abstände der einzelnen Arten untereinander und damit die räumliche Ausbreitung zu regeln. Treffen zwei Arten aufeinander, werden an den Kontaktstellen die Nesselzellen betätigt. Dabei wird vermutlich auch mittels Proteasen das vom Gift geschädigte fremde Gewebe wegverdaut. Die Symbiose zwischen Seeanemonen und Anemonenfischen ist übrigens ein Beispiel für die erfolgreiche Überwindung dieses für den Fisch sonst tödlichen Abwehrmechanismus. Eine Schleimschicht, die drei- bis vierfach dicker ist als bei anderen Korallenfischen, schützt den Fisch vor den Nematocysten (Nesselzellen) und scheint darüber hinaus deren Entladung zu hemmen. Die Nesselkapseln der Weichkorallen sind so schwach, daß sie die menschliche Haut nicht durchdringen können.

Die oft großflächig auftretenden und auffälligen Kolonien erscheinen zunächst weitgehend schutzlos. Ihre weite indo-pazifische Verbreitung spricht jedoch dafür, daß sie sehr wohl effektive Abwehrmechanismen entwikkelt haben. Neben verschiedenen Schwäm-

men stellen Weich- und Hornkorallen eine reiche Quelle von Terpen-Verbindungen her. Diese Stoffe sind in den Geweben der Tiere zum Teil sehr hoch konzentriert (bis zu 5 % des Trockengewichtes) und für Fische in hohem Maße toxisch oder zumindest abschrekkend.

Darüber hinaus werden Terpen-Toxine von Weichkorallen ständig ins Wasser abgegeben. Das führt zu vermindertem Wachstum, z. T. sogar zum Absterben benachbarter Steinkorallen, was durch eine Schädigung der symbiontischen Algen (Zooxanthellen) in den Steinkorallen verursacht wird. Wie die Weichkorallen ihre eigenen Zooxanthellen schützen, ist allerdings noch nicht bekannt.

Das neben dem Tetanus- und Botulinum-Toxin zu den giftigsten Naturstoffen zählende Palytoxin ist in Krustenanemonen der Gattung Palythoa enthalten. Es ist stark zytolytisch (zellenauflösend) und schädigt ganz allgemein die Zellmembranen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird dieses Toxin aber nicht von den Krustenanemonen selbst produziert, sondern von marinen Bakterien, die in Symbiose mit den Polypen leben. Die höchste Toxinkonzentration wird übrigens dann erreicht, wenn die Eier gebildet werden, offensichtlich als Schutz für die Fortpflanzungsprodukte.

Qualle (Cotylorhiza tuberculata), Griechenland, mit bis zu 40 cm Schirmdurchmesser. Foto: R. Kikinger



#### Staatsquallen

Staatsquallen sind Polypenkolonien, die von einer bis 50 cm langen, an der Oberfläche schwimmenden Gasblase mit der Strömung vertriftet werden. Die Fangfäden können bis 50 Meter lang werden und sind für alle Tiere, die mit ihnen in Berührung kommen eine tödliche Gefahr. Eine Vielzahl von Nesselzellen und Klebezellen töten das Tier und halten es fest. Eigene Freßpolypen legen sich eng an die Beute an und beginnen mit ihrer Zersetzung. Staatsquallen sind typische Bewohner der Hochsee und werden nur gelegentlich an die Küste gespült.

#### Erste Hilfe:

Der anhaftende Nesselschleim darf auf keinen Fall mit der Hand, oder einem Tuch auf der Haut verrieben werden!

Noch intakte Nesselkapseln müssen durch vorsichtiges Betupfen mit Alkohol, Salmiakgeist, verdünntem Formol oder Olivenöl unschädlich gemacht, oder mit Salz, Mehl, oder auch trockenem Sand zum Abtrocknen gebracht werden. Erst dann kann der Schleim vorsichtig abgeschabt werden, ohne eine Vielzahl weiterer Nesselkapseln zur Entladung zu bringen.

Weiters gilt es, unbedingt einen Schockzustand zu verhindern, bzw. zu kontrollieren. Bei einem Kollaps ist es wichtig, sofort eine Schockbehandlung einzuleiten - also die Beine hoch zu lagern, auf Atmung und Herztätigkeit zu achten und bei Bedarf mit künstlicher Beatmung zu beginnen. Besonders bei einer großflächigen Vernesselung ist es wichtig, mit starken Mitteln die Schmerzen zu lindern, weil sie ansonsten zur Bewußtlosigkeit führen können.

#### Verhinderung von Unfällen:

Die einzige sichere Vorbeugungsmaßnahme ist das Tragen von Taucheranzügen auch in warmen Meeresgebieten. Wichtig ist es, darauf zu achten, daß oft an den Ärmeln anhaftender Schleim nicht versehentlich ins Gesicht und in die Augen gebracht wird. Taucher sollten es sich prinzipiell zur Angewohnheit machen, die oft farbenprächtigen Tiere nicht zu berühren.

Diadem-Seeigel (Diadema setosum), aus UNDERHILL, 1987

#### 3.7 Stachelhäuter

Stachelhäuter sind ein Tierstamm mit über 6000 ausschließlich marin lebenden Arten, deren Körper meist eine fünfstrahlige Radiärsymmetrie aufweist. Alle Stachelhäuter besitzen ein im Unterhautbindegewebe gebildetes Kalkskelett aus zahlreichen Einzelelementen. Durch die Poren des Kalkskeletts treten füßchenförmige Tentakel an die Oberfläche. Die sogenannten Ambulacralfüßchen können auf hydraulischem Weg ausgefahren und durch Muskeln wieder eingezogen werden. Sie dienen dem Nahrungserwerb und der Fortbewegung.

Stachelhäuter sind getrenntgeschlechtlich. Die Eier entwickeln sich zunächst zu zweiseitig symmetrischen Schwimmlarven, die erst nach einer tiefgreifenden Metamorphose zur fünfstrahligen Symmetrie der erwachsenen Tiere umgebildet werden. Zu ihnen gehören die festsitzenden Seelilien und die freibeweglichen Seesterne, Schlangensterne, Seeigel und Seegurken.

Die zu den Seelilien zählenden Haarsterne sind häufig bunt gefärbt und in den tropischen und subtropischen Meeren weit verbreitet, vor allem in den Korallenriffen der Karibik und des Pazifiks. Sie haben zwar keine ausgesprochenen Gifte entwickelt, doch verfügen sie über



eine Reihe von Substanzen, die noch in hoher Verdünnung abschreckend auf Fische wirken.

Seegurken sind Erdfresser und leben von organischem Material, das sich im Meeresboden befindet. Gegen Freßfeinde wird in Hautdrüsen ein giftiges Sekret erzeugt; bei akuter Gefahr können aber von vielen Arten klebige Schläuche - die Cuvierschen Organe - aus der Leibeshöhle ausgestoßen werden.

Die meisten Vergiftungen treten beim Verzehr unsachgemäß zubereiteter Seegurken auf (besonders in Ostasien als "Trepang" geschätzt). In leichten Fällen kommt es zu Verdauungsstörungen, in schweren Fällen zu Lähmungserscheinungen und zum Tod. Eine zuverlässige Behandlungsmethode ist nicht bekannt.

Das Hautdrüsensekret kann zu brennenden Schmerzen und Hautentzündungen führen, die symptomatisch behandelt werden. Seeigel sind am häufigsten von allen Stachelhäutern in Unfälle verwickelt. Etliche giftige Arten finden sich in den Küstenbereichen aller Meere. Während der Fortpflanzungszeit produzieren die meisten Arten giftige Substanzen in ihren Genitaldrüsen, weshalb von einem Verzehr abzuraten ist.

Die häufigste Unfallursache ist das Eintreten der Stacheln, deren schmerzhafte Wunden meist nur aus der mechanischen Reizung resultieren. Einige Familien besitzen aber Gift in den hohlen Stacheln, das sich beim Abbrechen in die Wunde entleert und intensive Schmerzen verursacht und zu Lähmungserscheinungen und auch unregelmäßigen Puls führen kann. Bei den besonders giftigen Toxopneustes-Arten kann es außerdem noch zu Atembeschwerden und sogar Todesfällen kommen. Die Behandlung erfolgt symptomatisch.

Seesterne sind schon seit langem für ihre Giftigkeit bekannt. In ihren Hautdrüsen produzieren sie ein schleimiges Sekret, mit dem sie ihre Beute, Muscheln, Schnecken und Garnelen lähmen, bevor sie diese mit ihrem ausstülpbaren Magen verdauen. Außerdem sind die Gifte sehr wirksam gegen salzwasserresistente Mikroorganismen — der Seestern produziert sich sein eigenes Antibiotikum, das als zusätzlicher Schutz in den Geschlechtsprodukten besonders konzentriert ist. Auf der Schleimhaut und in offenen Wunden höherer Tiere verursacht das Gift Schwellungen und Entzündungen. Bei Berührungen sollte man daher vorsichtig sein, um sich an den Stacheln nicht zu verletzen.

#### 3.8 Weichtiere

#### Jagd mit Giftpfeilen - die Kegelschnecken

Die bei Sammlern wegen der prächtigen Zeichnung ihrer Gehäuse sehr beliebten Kegelschnecken sind lebend nur mit Vorsicht zu behandeln. Von den mehr als 500 Arten, die in tropischen und subtropischen Meeren vorkommen, sind einige so giftig, daß ein Stich sogar für den Menschen tödlich enden kann. Die feinen Zähnchen der Raspelzunge (Radula) sind bei den Kegelschnecken zu einige Millimeter langen, hohlen und mit Widerhaken versehenen Pfeilen umgewandelt, leweils einer dieser Pfeile ist mit der Giftdrüse verbunden und mit Gift geladen. Bei Annäherung eines Beutetieres wird der umgewandelte Radulazahn mit Hilfe der Schlundmuskulatur abgeschossen. Sollte er sein Ziel verfehlen, kann sofort ein neuer Zahn nachgeladen werden. Die gelähmte Beute wird mit Hilfe eines ausstülpbaren Schlundfortsatzes vollständig verschlungen.

Die meisten Kegelschnecken-Arten machen Jagd auf Würmer, eine kleinere Gruppe stellt anderen Schnecken oder Fischen nach. Die Gifte besitzen eine hohe Spezifität für das jeweilige Beutetier. So werden Würmer durch Gifte der würmerjagenden Kegelschnecken in

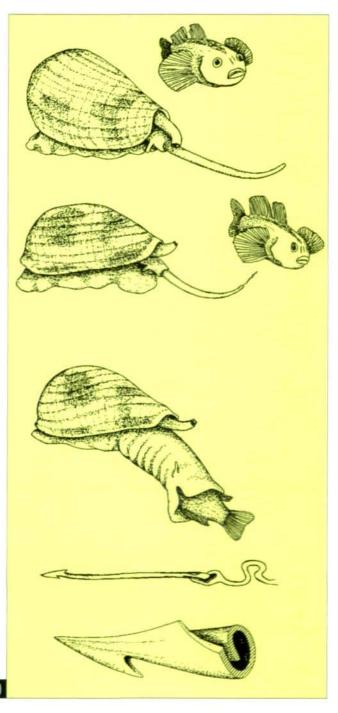
wenigen Sekunden gelähmt, nicht jedoch Schnecken oder Wirbeltiere. Ebenso wirkt das Gift der auf Schnecken bzw. Wirbeltiere spezialisierten Kegelschnecken nur auf deren jeweilige Beutetiere. Nur die fischjagenden Arten können dem Menschen gefährlich werden. Unfälle sind aber sehr selten und beschränken sich weitgehend auf unvorsichtige Sammler. Die hohe Giftigkeit der Kegelschnecken ergibt sich aus der Notwendigkeit, relativ große Beutetiere zu überwältigen und deren Flucht sofort zu verhindern. Außerdem wird durch eine rasche Lähmung des Opfers die Verletzungsgefahr für die Kegelschnecke vermindert und das Anlocken anderer Räuber vermieden.

Die Gifte der Kegelschnecken stellen eine der

Kegelschnecke (Conus geographus) aus UNDERHILL (1987)



Eine Kegelschnecke nähert sich einem Fisch und schießt durch den röhrenförmigen Schlundfortsatz einen Giftpfeil in das Opfer, das sofort gelähmt und getötet wird. Der Fisch wird anschließend vollständig verschlungen. Zu einem Giftpfeil umgewandelter Radulazahn einer Kegelschnecke. Durch Muskeldruck des Schlundrohres wird der hohle, mit Gift gefüllte Pfeil abgeschossen. Verändert nach MEBS (1989)



wirksamsten Toxinmischungen dar, die man kennt. Die sehr rasch einsetzenden Lähmungserscheinungen werden durch verschiedene Toxine hervorgerufen, die jeweils spezifische Punkte der Nervenimpulsleitung blockieren. Die Toxine weisen eine relativ geringe Molekülgröße auf, wodurch eine rasche Diffusion zum Wirkungsort ermöglicht wird.

Vergiftung: Der Stich der Kegelschnecken erzeugt eine punktförmige Wunde, von der starke Schmerzen ausgehen. Die Stichstelle schwillt an, die Schmerzen gehen allmählich in Taubheit über, die bald den ganzen Körper, vor allem Lippen und Mund, erfaßt. In schweren Fällen tritt Muskellähmung auf. Die Todesursache ist Herzversagen.

Behandlung: Da kein spezifisches Gegenmittel existiert, erfolgt eine rein symptomatische Behandlung. Künstliche Beatmung kann erforderlich werden. Die Erholungszeit schwankt zwischen mehreren Tagen und Wochen.

Nacktkiemerschnecke (Glaucilla sp.) Verändert nach MEBS (1989)

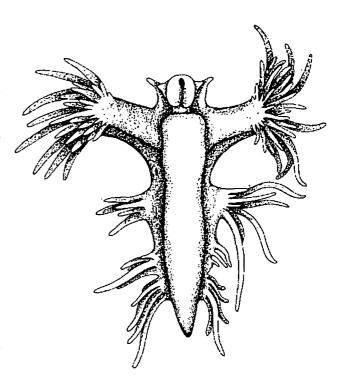
#### Nacktkiemerschnecke (Glaucilla)

Die Nacktkiemerschnecke hat in ihren fransenartigen Hautfortsätzen Nesselkapseln von Quallen — ihrer bevorzugten Nahrung — eingelagert. Wird sie angegriffen, so werden die Nesselkapseln gegen den Feind eingesetzt. Da die Nesselkapseln nicht selbst produziert worden sind, sondern von anderen Organismen stammen, werden sie als Kleptocnidien (klepto, griech. = stehlen) bezeichnet.

#### Blaugefleckte Krake (Hapalochaena maculosa)

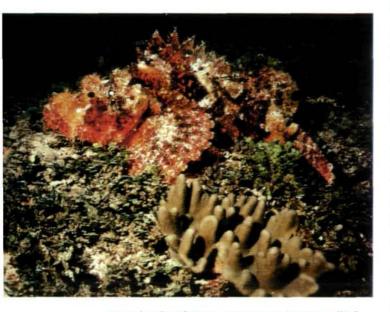
Verbreitung: Australisches Barriere-Riff, Neu Guinea, von den Salomoninseln bis zu den Philippinen.

Der Biß des Octopus ist schmerzlos, in seiner Folge entstehen jedoch schwere Störungen, wie Taubheit der Glieder, Erbrechen, vorübergehende Blindheit und Verlust der Muskelkoordination. Der Tod tritt durch Lähmung der Atemmuskulatur und darauffolgendes Ersticken ein. Das Gift wird in den vorderen Speicheldrüsen gebildet und dient zum Beutefang (meist kleine Krabben). Es ist identisch mit Tetrodotoxin, das erstmals in Kugelfischen entdeckt wurde.



#### 3.9 Fische

Von mehr als 500 Fischarten ist bekannt, daß sie mehr oder weniger giftig sind. Es ist zwischen passiv und aktiv giftigen Fischen zu unterscheiden. Das Vorkommen passiv giftiger Fische erstreckt sich vorwiegend auf die tropischen Meere. Es gibt Fischarten, die nur zu bestimmten Jahreszeiten giftig sind und



Drachenkopf (Scorpaena sp.). Foto: I. Illich

solche, bei denen nur bestimmte Organe betroffen sind.

Etwa 250 Fischarten sind aktiv giftig und besitzen einen Giftapparat, der zur Verteidigung oder zum Angriff benützt wird. Stachelrochen leben vorwiegend in flachen Meeresteilen und besitzen einen Stachel mit sägezahnartigen Widerhaken. Dadurch entstehen relativ große, sehr schmerzhafte Wunden. Die Verletzungen sind aber nur selten tödlich. Zu empfehlen sind rasche Wundreinigung und Behandlung mit heißem Wasser.

Petermännchen kommen auch in der Adria vor. Ihr Giftapparat besteht aus Kiemen- und Rückenstacheln. Unfälle passieren mit gefangenen Fischen oder durch Badende, die auf den Fisch treten. Auch hier empfiehlt sich die Behandlung mit heißem Wasser.

Weitverbreitete und zum Teil sehr giftige Meeresfische sind die Skorpionsfische oder Drachenköpfe. Skorpionsfische verursachen vor allem bei Fischern häufig Unfälle. Der Giftapparat besteht aus den Rückenstacheln.

Zu den gefährlichsten Giftfischen zählen die gut getarnten Steinfische. Sie besitzen große Giftdrüsen und Stacheln mit einem Giftkanal. Das Gift besteht aus einem Proteingemisch und verursacht extreme Schmerzen, Schwellungen und nekrotische Wunden. Todesfälle sind nicht selten, wobei der Tod innerhalb von 8 Stunden eintritt. Die beste Behandlung ist die Anwendung eines sehr gut wirksamen Antivenins.

Auch zahlreiche Welse aus dem Meer und Süßwasserbesitzen Brust- und Rückenstacheln mit Giftdrüsen. Tödliche Unfälle sind aus Südamerika und dem indopazifischen Raum bekannt.

Als passiv giftig werden Fische bezeichnet, deren Verzehr beim Menschen zu Vergiftungserscheinungen führt.

Nach den Symptomen lassen sich einige Gruppen unterscheiden. Über die Ciguatera-Vergiftung wird in einem eigenen Kapitel berichtet. Die Gifte reichern sich sekundär über deren Nahrung vor allem in den Eingeweiden der Fische an. Da es sich z. B.: bei Barrakudas, Seebarschen, Doktorfischen, Schnappern und Papageifischen häufig um Speisefische handelt, kommt es immer wieder zu Vergiftungen. Ebenfalls gesondert abgehandelt werden die Tetrodotoxine, die bei Igelfischen, Sonnenfischen und Kugelfischen seit langem bekannt sind. Weiters unterschieden werden ichthyotoxische Fische, bei denen Toxine nur auf die Gonaden beschränkt sind und ichthyohämotoxische Fische mit toxischem Blutserum. Bei Vergiftungen durch Haifischleber dürfte es sich um Vitamin-A-Hypervitaminosen handeln.

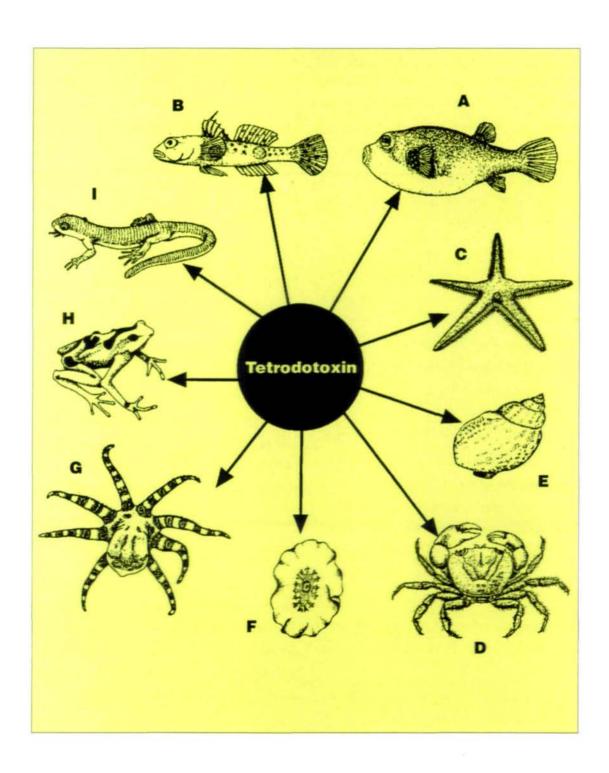
Aus diesen Beispielen geht deutlich hervor, daß bei Fischen eine Vielzahl von Vergiftungsformen auftreten können, die dadurch kompliziert werden, daß es sich häufig um Sekundärgifte handelt, die von den Fischen über die Nahrung aufgenommen werden. Dadurch lassen sich auch lokale und jahreszeitlich begrenzt auftretende Vergiftungen erklären.

#### Gefährlicher Gaumenkitzel

Fugu ist eine exklusive Delikatesse in Japan. Das in hauchdünne Scheiben geschnittene Fleisch eines Kugelfisches wird roh gegessen. Nur besonders ausgebildete Köche dürfen Fugu zubereiten, wobei mit besonderer Sorgfalt die Eingeweide des Fisches entfernt werden. Der Genuß erzeugt ein prickelndes Gefühl auf Zunge und Gaumen und eine gewisse Taubheit im Mundbereich. Zuviel oder falsch zubereitetes Fugu führt zu schweren, meist tödlich endenden Vergiftungen.

Kugelfische sind schon lange für ihre Giftigkeit, die den ganzen Fisch, vor allem aber die Eingeweide betrifft, bekannt. Für die Giftwirkung ist das sogenannte Tetrodotoxin verantwortlich, das die Fortleitung der Nervenimpulse innerhalb weniger Minuten blockiert. Erstaunlicherweise findet man Tetrodotoxin nicht nur in Kugelfischen. Es konnte sowohl in den Eiern eines kalifornischen Molches, in

Tetrodotoxin kommt sowohl bei marinen Tieren wie den Kugelfischen (A, Spaeroides sp.), Grundeln (B, Gobius sp.), einem Seestern (C, Astropecten sp.), in diversen Krabben (D, Atergatis, Zosimus sp.), in Meeresschnecken (E, Charonia, Tufufa sp.), einem Strudelwurm (F, Planocera sp.), in den Speicheldrüsen des australischen Octopus (G, Hapalochlaena maculosa), als auch bei Landtieren wie Fröschen (H, Atelopus sp.) und Molchen (I, Taricha torosa) vor. Verändert nach MEBS (1989)



Grundeln, in einer Gattung von Fröschen, einigen Meeresschnecken, in einem Strudelwurm, einem Seestern, einer Reihe von Krabbenarten und einem australischen Kraken nachgewiesen werden. Normalerweise verleiht das Gift eine Schutzfunktion, nur der Octopus kann damit über seinen Speichel Beutetiere töten. Tetrodotoxin ist ein sehr kompliziert aufgebauter Stoff und daher ist es unwahrscheinlich, daß es von so vielen verschiedenen Tiergruppen selbst gebildet wird.

Neueste Forschungen haben ergeben, daß das Gift von verschiedenen marinen und landlebenden Bakterien produziert wird. Erst wenn diese Bakterien über die Nahrung aufgenommen werden und dann Tetrodotoxin produzieren, sind die jeweiligen Tiere giftig. Tiere, die das Tetrodotoxin enthalten, weisen eine sehr hohe Resistenz (angeborene Widerstandsfähigkeit) gegenüber diesem Stoff auf, was die Voraussetzung für die Vermeidung einer Selbstvergiftung darstellt.

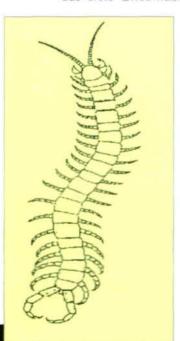
Lanzenotter, Foto: M. Henzl



## Gifte und Giftwaffen bei Landtieren

#### 4.1 Tausendfüßler

Sie bilden mit den Insekten die Antennaten oder Tracheaten, einen Unterstamm der Gliederfüßer, die durch Röhrentracheen atmen und als vorderste Kopfgliedmaßen ein Paar Fühler (Antennen) tragen. Der langgestreckte Körper ist 1 mm - 30 cm lang, drehrund oder abgeplattet, die Glieder des Rumpfes sind ziemlich gleichförmig und tragen bis über 300 Beinpaare. Die Tiere sind lichtscheu und ernähren sich, mit Ausnahme der räuberischen Hundertfüßler, meist von pflanzlichen oder abgestorbenen tierischen Stoffen. Bei der Klasse der Hundertfüßler trägt das erste Gliedmaßenpaar als Kieferfußpaar



durchbohrte Klauen, in die eine Giftdrüse mündet. Mit dem Gift lähmen die gewandten nächtlichen Räuber ihre Beute. Der Biß einiger tropischer Formen kann auch für den Menschen ernste Folgen haben.

Skolopender (Scolopendra sp.), aus REMANE,ET AL. (1976)

#### 4.2 Insekten

#### Hautflügler

Hautflügler sind eine weltweit verbreitete Insektenordnung mit mehr als 110000 Arten: Sie besitzen zwei durchsichtige Flügelpaare, die im Flug miteinander gekoppelt sind. Die Entwicklung dieser Tiere verläuft vom Ei über ein Larven- und Puppenstadium zum erwachsenen Tier.

Man unterscheidet zwei Unterordnungen:

- 1. <u>Pflanzenwespen:</u> Ihr Hinterleib setzt breit am Bruststück an. Sie stechen nicht, z. B.: Buschhornblatt-, Holz-, Halm- und Blattwespen.
- 2. <u>Taillenwespen:</u> Sie besitzen die sogenannte Wespentaille, hierher gehören z.B.: Schlupf-, Brack-, Gall-, Grab- und Faltenwespen sowie Ameisen und Bienen. Der Legeapparat vieler Stechimmen ist zu einem kurzen Giftstachel umgebildet.

Viele Schlupfwespen sind als Parasiten an Schadinsekten für den Menschen sehr nützlich und werden im Rahmen biologischer Schädlingsbekämpfung gezüchtet. Hummeln und Bienen sind wichtige Blütenbestäuber.

Bienen sind eine weltweit verbreitete Überfamilie der stacheltragenden Hautflügler mit über 20000 etwa 2 — 40 mm langen Arten. Hauptmerkmale sind die starke Körperbehaarung, ein verbreitertes erstes Fußglied

#### Sandwespe (Ammophila heydeni) mit gelähmter Schmetterlingsraupe. Foto: P. Westrich

der Hinterbeine und die Haarbürsten zum Pollensammeln. Die Oberkiefer sind beißend, die Unterkiefer und die Unterlippe bilden ein Saugrohr. Der Wehrstachel der Weibchen steht mit einer Giftdrüse in Verbindung, die Männchen stechen nicht. Die Brutfürsorge oder Brutpflege erfolgt in verschiedenen Nestbauten: unterirdisch, in hohlen Bäumen oder Stengeln oder als Freibauten. Die Baustoffe - verschiedenartige Fremdkörper - werden oft mit körpereigenen Stoffen oder mit Harzen vermengt.

Nach der Lebensweise unterscheidet man: Solitärbienen, meist ohne Arbeiterinnen (fortpflanzungsunfähige Weibchen) mit Brutfürsorge, z. B.: Pelz-, Grab-, Hosen-, Holz-, Mauer- und Prachtbienen.

Soziale Bienen, staatenbildende Arten mit Männchen, Weibchen (Königinnen) und Arbeiterinnen, z. B.: Honigbienen, Hummeln.

Schmarotzer- oder Kuckucksbienen, ohne Arbeiter und ohne Sammelapparate oder Sammelinstinkte.

Als Bienengift bezeichnet man das Sekret der Giftdrüsen der weiblichen Honigbiene, das beim Stechen in die Wunde entleert wird.

Das Bienengift ist hoch wirksam, bereits 0,5 ml bewirken die bekannten Symptome wie scharfen Schmerz, Schwellung und anhaltenden Juckreiz. Der Schmerz wird durch den



Hauptbestandteil des Giftes, das Melittin verursacht, die Schwellung hingegen durch Phospholipasen und Hyaluronidasen, die die Auflösung von Zellen und Ödemen bewirken. Melittin kommt offenbar nur im Gift der Honigbiene, nicht aber in den anderen Hautflüglern vor.

Bienengift wird bereits seit dem Altertum gegen Muskelrheumatismus, Neuralgien und Gelenksbeschwerden eingesetzt. Die Wirkung beruht vermutlich auf der Anregung von Hypophyse und Nebennierenrinde, die mit einer ACTH- bzw. Cortisonausschüttung reagieren. Gewonnen wird das Gift, indem man die Bienen durch eine elektrische Reizung in eine Unterlage stechen läßt und es anschließend reinigt. Pro Stich erhält man etwa 0,3 mg Gift. Die Anwendung erfolgt vor allem in Form von Salben.

#### Schmetterlinge

Bei Schmetterlingen kann man zwei Arten von Giftigkeit unterscheiden. Einerseits gibt es passiv giftige Larven, Puppen oder erwachsene Tiere, die über die Nahrung aufgenommene Giftstoffe in ihrem Körper gespeichert haben und dadurch selbst giftig sind. Zum anderen besitzen die Raupen einiger Arten spezielle Giftdrüsen, die mit Gifthaaren in Verbindung stehen. Die hohlen giftgefüllten Haare der oft auffällig gefärbten Raupen verursachen auf der Haut oder den Schleimhäuten Rötung, Entzündung, Schwellung und Schmerzen. Eine symptomatische Behandlung erweist sich als ausreichend. Bekanntestes Beispiel für giftige Raupen sind die Prozessionsspinner, die besonders im Mittelmeerraum häufig auftreten und charakteristische Nester spinnen.

#### Käfer

Mit mehr als 350000 Arten stellen die Käfer die umfangreichste Insektenordnung dar. Zu Verteidigungszwecken scheiden sie aus Giftdrüsen Sekrete aus, deren chemische Zusammensetzung äußerst unterschiedlich ist.

#### Schwarzkäfer

Alle (mit Ausnahme des Mehlkäfers) sondern bei Bedrohung ein leicht flüssiges Sekret ab, das verschiedene Chinone enthält.

#### Laufkäfer

Die oft metallisch glänzenden Laufkäfer, von denen etwa 1000 Arten in Mitteleuropa vorkommen, sondern bei Gefahr ein stark riechendes flüssiges Sekret ab. Die meist nächtlichen Jäger und guten Läufer fressen Würmer, Nacktschnecken und Insekten.

#### Schwimmkäfer

Der bekannteste heimische Schwimmkäfer ist der Gelbrandkäfer. Er besitzt eine Reihe von Substanzen, die offensichtlich dem Schutz vor Befall durch Mikroorganismen, besonders während des Winterschlafes im Schlamm von stehenden Gewässern dient. Bemerkenswert ist darüberhinaus die Synthese des sonst nur bei Wirbeltieren vorkommenden Hormons Cortexon, das in den Kalium-Natrium Haushalt von Wirbeltieren eingreift. Frißt ein Fisch einen Gelbrandkäfer, fällt er dadurch nach kurzer Zeit in tiefe Narkose. Über die Mundwerkzeuge werden giftige Verdauungssäfte in die Beute gebracht, die aus kleinen Fischen, Kaulguappen, kleinen Fröschen und Molchen bestehen kann.

#### Bockkäfer

Bockkäfer sind Holzbewohner, die man an ihren sehr langen Fühlern erkennen kann. Sie besitzen eine Reihe unterschiedlich zusam-

Ölkäfer (Meloe violaceus). Foto: F. Schremmer

mengesetzter Wehrsekrete, die häufig einen charakteristischen Geruch aufweisen, z. B.: beim Moschusbock.

#### Marienkäfer

Die meisten heimischen Arten leben räuberisch von Blatt- und Schildläusen, sowohl der Käfer als auch die Larve. Die leuchtenden Farben, vor allem gelb, rot und schwarz, sind Warnfarben, die auf den bitteren Geschmack hinweisen. Bei starker Beunruhigung tritt vor allem an den Gelenkhäuten gelbe Blutflüssigkeit als Wehrsekret aus.

#### Ölkäfer

Der deutsche Name bezieht sich auf die Fähigkeit der Tiere, bei Störung ölige Tropfen an den Beingelenken austreten zu lassen. Bei diesem sogenannten Reflexbluten wird auch das in vielen Arten enthaltene Gift Cantharidin freigesetzt. Seit dem Mittelalter wird diesem Stoff die Eigenschaft eines Aphrodisiakums zugeschrieben. Der als "Spanische Fliege" bezeichnete Käfer hat jedoch aufgrund seiner hohen Toxizität viele Todesopfer gekostet.

#### Aaskäfer

Viele werden auch als Totengräber bezeichnet, da sie kleine Kadaver eingraben, um ihre



Eier darin abzulegen. Die meisten Totengräber sind auffällig rot-schwarz gezeichnet und benutzen Ammoniak-Gas als Abwehrwaffe.

#### Wanzen

Viele der etwa 55000 Wanzenarten sind passiv giftige Tiere, da die von ihnen abgegebenen Sekrete nur zur Verteidigung dienen. Solange sie nicht in den Verdauungstrakt gelangen, stellen sie für den Menschen keine Gefahr dar. Vergiftungen sind bis jetzt nicht beobachtet worden. Das Sekret ihrer Stinkdrüsen gibt den Tieren und den Pflanzen, auf denen sie leben, einen widerlichen Geschmack, wirkt aber auch als Kontaktgift gegen Insekten und Spinnen.

#### Sekundär giftige Insekten

Neben den aktiv giftigen Insekten gibt es eine

Sekungär giftiger Osterluzeifalter (Zerynthia hypsipyle) und dessen Nahrungspflanze, die Osterluzei (Aristolochia sp.). Fotos: A. Pürstinger



große Anzahl sekundär giftiger Arten, die sich zum Schutz vor Freßfeinden mit Giftstoffen aus Pflanzen versorgen, von denen sie leben. Viele Arten leben als Raupen auf und von giftigen Pflanzen und nehmen dabei Alkaloide oder Herzglycoside auf, die im Organismus gespeichert werden. Die Larven und auch die geschlüpften erwachsenen Tiere bleiben so giftig und vor möglichen Feinden geschützt. Die Giftwirkung kann sich sogar häufig noch auf die Schalen der gelegten Eier erstrecken, sodaß auch noch die Eier einen Schutz erhalten.



#### Skorpion (Euscorpius italicus). Foto: A. Pürstinger

## 4.3 Spinnen und Skorpione

#### Skorpione

Die Skorpione gelten als die ursprünglichsten der heute lebenden Spinnentiere. Im Gegensatz zu den Spinnen erfährt der Körper hier eine andere Aufteilung. Der Vorderkörper (=Prosoma) ist mit dem Hinterkörper (=Opisthosoma) in ganzer Breite verbunden, das letztere unterteilt sich jedoch in ein breites Mesosoma und ein schmales, sehr bewegliches Metasoma, welches mit einer Giftblase und einem Stachel endet. Einige der tropischen Arten verfügen über gefährliche, zum Teil auch für den Menschen lebensbedrohliche Gifte.

Die erste Extremität wird als Cheliceren bezeichnet, sie sind bei den Skorpionen klein und scherenförmig, die zweite Extremität nennt sich Pedipalpen, die die typischen großen Skorpionscheren tragen. Mit diesen wird die Beute, meist sind es Gliedertiere, ergriffen, durch den weit nach vorne gebogenen Giftstachel getötet und zur Bearbeitung den Cheliceren übergeben.

Die Paarung ist bei dieser Spinnenordnung mit einem amüsanten Tanz verbunden. Das Männchen ergreift die Pedipalpen des Weibchens, führt es hin und her und setzt dann gezielt eine



kompliziert gebaute Samentasche ab. Dann dirigiert es das Weibchen solange, bis dieses das Spermienpaket mit seiner Genitalöffnung aufnehmen kann. Die jungen Skorpione werden lebend geboren, besteigen den Rücken der Mutter und beteiligen sich dort an deren Nahrungsaufnahme. In Österreich kommen Skorpione nur in den südlichen wärmebegünstigten Gebieten vor. Der Stich dieses etwa 3,5 cm großen Tieres ist harmlos und entspricht etwa einem Wespenstich.

#### Pseudoskorpione

Die Pseudoskorpione sind Zwergformen von 1-4,5 mm Größe. Da das zweite Extremitätenpaar Scheren trägt, erscheinen die Tiere skorpionsähnlich. Im Gegensatz zu diesen fehlt jedoch das schwanzartige, schmale Metasoma mit dem Giftstachel. Doch auch die Pseudoskorpione besitzen Giftdrüsen. Sie münden in die Scherenfinger. Mit diesen ergreifen und töten sie ihre Beute (kleine Springschwänze, Staubläuse, etc.). Pseudoskorpione leben auch bei uns, z. B.: am Waldboden, unter Bruchweiden, in Vogelnestern oder in Häusern. Wie bei echten Skorpionen führen auch Pseudoskorpione einen Paarungstanz aus.

Spinnen

Spinnen bilden eine Ordnung der Spinnentiere mit meist langbeinigen Formen von 1 mm - 9 cm Rumpflänge.

Kopfbruststück und Hinterleib sind ungegliedert und durch einen tiefen Einschnitt getrennt. Das Kopfbruststück trägt eine Gruppe von ein bis vier Paaren Einzelaugen und vier Beinpaare. Das Grundglied der Kieferfühler hat eine einschlagbare, durchbohrte Klaue, in die eine Giftdrüse mündet. Auf der Unterseite des Hinterleibes liegen kurz vor dem After ein bis vier Paare Spinnwarzen. Darin münden Spinn-

drüsen, deren Sekret an der Luft zu Seide härtet.

Spinnen leben räuberisch von Insekten und anderen Kleintieren, die sie mit ihrem Gift lähmen und dann mit ihrem dehnbaren Saugmagen aussaugen. Viele Spinnen (z.B. Springspinne, Vogelspinne, etc.) belauern ihre Beute und fangen sie im Sprung oder Lauf. Sie benutzen ihr Spinnvermögen nur bei der Brutpflege oder zum Austapezieren ihrer Verstecke

Radnetzspinne (Argiope bruennichi). Foto: A. Pürstinger



#### Schwarze Witwe (Latrodectus sp.)



(Tapezierspinne). Die Weberspinnen lauern in oder bei ihren Fangnetzen auf Beute. Zur Fortpflanzungszeit kommt es vielfach zu Balztänzen. Die Eier werden mit einem Seidenkokon umgeben, der entweder irgendwo festgeheftet oder auch mitgetragen wird. Das Wachstum (mehrere Häutungen) dauert meist ein Jahr, bei der Vogelspinne mehrere Jahre.

Spinnengifte: Das bei den meisten Arten ungefährliche Sekret ist ölig, stark sauer und schmeckt bitter. Das Gift mancher Arten (z. B.: Tarantel) wirkt beim Menschen zersetzend auf die roten Blutkörperchen (hämolytisch) und ruft örtlich begrenzte Reizungen wie Entzündungen und Schmerzen hervor, während das Gift der Schwarzen Witwen (Latrodectus-Arten) und der Kammspinnen (Ctenus-Arten) auf das Nervensystem und in weiterer Folge auf die Kreislauforgane wirkt und den Gesamtorganismus schwer schädigt (Herzklopfen, Fieber, kalter Schweiß, Atemnot, Gelenkschmerzen, Lähmungen, Krämpfe, Tod). Die Behandlung erfolgt wie bei Schlangenbissen mit Präparaten und Nebennierenrindenhormonen, neuerdings auch mit Serum.

#### Vogelspinnen

Völlig unbegründet ist die weit verbreitete Furcht von den bis zu 25 cm (einschließlich Beine) groß werdenden Vogelspinnen. Sie beißen selten und dann nur meist als Verteidigungsreaktion. Der Biß ist kaum schwerer als ein Hornissenstich, allerdings sind die Wunden entsprechend der starken Giftklauen größer.

Da Vogelspinnen nicht besonders reinlich sind, ist die Gefahr von Sekundärinfektionen besonders groß, was bei einer Behandlung beachtet werden muß. Normalerweise verbringen viele der giftigen Vogelspinnen die meiste Zeit ihres Lebens in ihren trichterartigen Gespinnsten, doch zur Paarungszeit gehen sie auf Wanderschaft und kommen dabei auch in menschliche Behausungen. Werden sie aufgestöbert, so nehmen sie eine drohende Angriffsstellung ein und nicht selten springen sie ihr Opfer an. Andere Arten wiederum sind ausgesprochen friedlich und harmlos. Neben den Giftdrüsen wissen sich viele Vogelspinnen auch auf andere Weise zu verteidigen und zwar auf folgende Art: Der Hinterleib weist oft eine Stelle auf, an der die Behaarung fehlt. Diese "Glatze" entsteht durch Darüberstreichen mit den Hinterbeinen. Die Haare splittern ab, werden einem Angreifer entgegengeweht und bewirken eine starke Reizung der Schleimhäute, vor allem der Atemwege.

Pfeilgiftfrosch (Allobates femoralis). Foto: W. Hödl

#### 4.4 Lurche

Lurche oder Amphibien zählen zu den Gifttieren, da sie über die ganze Körperoberfläche verteilt giftige Hautdrüsen besitzen. Daraus werden ständig geringe Mengen von Toxinen sezerniert, die primär dem Schutz von Mikroorganismen dienen. Die vom Schleim bedeckte Haut würde ohne Giftschutz einen idealen Nährboden für die verschiedensten Kleinstlebewesen darstellen und bei Befall zum raschen Tod der Lurche führen. Werden Amphibien von großen Freßfeinden verzehrt, kann das Mahl häufig einen tödlichen Ausgang nehmen, weshalb die besonders giftigen tropischen Arten häufig grelle Warnfarben besitzen.

#### Froschlurche

Sie stellen eine Ordnung der Lurche dar, mit gedrungenem Körper, kurzen, vierzehigen Vorder- und stets stärker entwickelten fünfzehigen Hintergliedmassen, die den meisten Arten eine springende Fortbewegung erlauben. Die Zehen sind meist durch Schwimmhäute verbunden oder tragen Haftballen. Als Nahrung dienen Insekten, Schnecken, Würmer, die größeren Arten fressen auch kleine Wirbeltiere. Die Männchen haben oft Schallblasen zur Verstärkung der Paarungsrufe. Die



Eier werden meist als Laich im Wasser abgelegt und dort befruchtet. Die anfangs beinlosen Larven (Kaulquappen) atmen durch Kiemen und haben einen Ruderschwanz. Im Verlauf der Entwicklung wachsen zuerst die Hinter- dann die Vorderbeine aus, schließlich beginnt die Lungenatmung. Kiemen und Schwanz werden ganz zurückgebildet. Danach leben die meisten Arten an Land. Brutpflege ist häufig, bei zahlreichen Arten entwickeln sich die Larven in Bruttaschen der Eltern. Froschlurche, mit Ausnahme polnaher Gebiete und einiger ozeanischer Inseln, sind mit rund 2700 Arten weltweit verbreitet.

#### Schwanzlurche

Sie bilden eine Ordnung der Lurche mit etwa 300 meist echsenförmigen Arten, die besonders auf der nördlichen Halbkugel leben. Sie haben stets Beine, im Gegensatz zu den Froschlurchen sprießen bei den Larven aber zuerst die Vorderbeine und der Schwanz wird nicht zurückgebildet. Über die Gifte einzelner Arten siehe Anhang (Artenbeschreibungen).

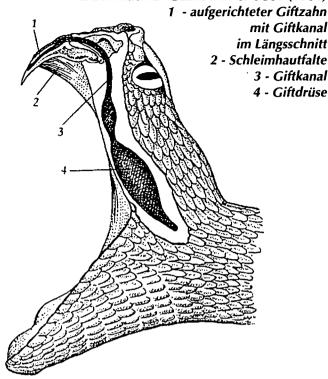
### Lage der Giftdrüse im Schlangenkopf Verändert nach ENGELMANN & OBST (1981)

mit Giftkanal im Längsschnitt 2 - Schleimhautfalte 3 - Giftkanal

### Schlangen

#### Warum gibt es Giftschlangen?

Wie alle Wirbeltiere ohne Extremitäten stammen auch alle Schlangen von ursprünglich beintragenden Vorfahren ab. Die Rückbildung der Arme und Beine ist als Anpassung dieser Tiere an ein Leben in dichter Bodenstreu, in Schlamm oder Sand etc. zu sehen, da durch den verringerten Widerstand die Fortbewegung wesentlich erleichtert wurde. Der Verlust der Gliedmaßen bedeutete allerdings gleichzeitig auch den Verlust der Werkzeuge, die zum Ergreifen und Festhalten von Beutetieren notwendig waren. Mit ihren spitzen, nach hinten gebogenen Zähnen vermag eine Schlange ihre Beute nur festzuhalten, nicht aber zu zerkleinern. Der Schlange steht für den Angriff auf die Beute und den Kampf gegen Feinde nur der Kopf zur Verfügung, der aber das Gehirn und die wichtigsten Sinnesorgane trägt, wo jede Verletzung katastrophale Folgen haben kann. Große Schlangen können ihre Opfer durch Umschlingen töten, die kleinen aber kaum. Die ungiftige heimische Schlingnatter hält beispielsweise Eidechsen durch Umwinden fest und muß sie ganz- oder halblebend verschlingen. Dabei wird sie auch häufig gebissen. Die ebenfalls ungiftige Ringelnatter, mit

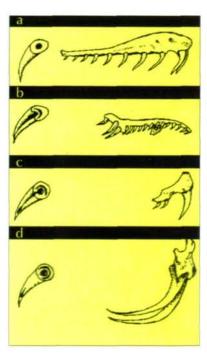


einem noch weniger muskulösen Körper, muß ihre Beute lebend verschlingen und diese stirbt erst nach einiger Zeit im Magen. In diesen Fällen handelt es sich meist um Opfer, die sich nur durch Zappeln wehren können. Wenn eine Schlange nun aber ein wehrhaftes Tier, z.B. eine Maus oder gar eine Ratte packen muß, kann die Jagd für den Jäger lebensgefährlich werden. In diesem Fall bedeutet der Besitz eines Giftapparates einen unschätzbaren Vorteil. Blitzschnell wird dem Opfer das tödliche Gift eingespritzt. Da sich die Schlange sofort zurückzieht und regungslos verharrt, wird sie gar nicht weiter beobachtet. Nach kurzer Flucht bleibt das Beutetier gelähmt liegen und wird von der Schlange mit Hilfe ihres ausgezeichneten Geruchsinnes gefunden. Die wehrhaften Nagetiere mit ihren meißelartigen Schneidezähnen bilden weltweit die Hauptbeute der

#### Formen von Schlangenzähnen:

- a) aglyphe Zähne
- b) hinterständige Furchenzähne opistoglyphe Zähne
- c) vorderständige Furchengiftzähne proteroglyphe Zähne
- d) vorderständige Röhrengiftzähne solenoglyphe Zähne

Verändert nach ENGELMANN & OBST (1981)



Giftschlangen. Durch ihre schlanke Gestalt sind sie darüber hinaus befähigt, auch in die unterirdischen Nest- und Wohnbauten der Nagereinzudringen und deren Junge zu erreichen. Giftschlangen sind daher ein wichtiger bestandsausgleichender Faktor der fort pflanzungsfreudigen Nagetiere.

Den effektivsten Giftapparat haben die Vipernartigen, unter ihnen vor allem die Grubenottern, im Lauf der Evolution ausgebildet und stellen wohl einen Höhepunkt in der Entwicklung der Schlangen, ja der Reptilien überhaupt dar. Die Existenz von Giftschlangen sollte uns daher nicht mit Angst und Abscheu erfüllen, sondern das Interesse und die Bewunderung für die raffinierten Mechanismen und Zusammenhänge in Evolution und Ökologie wecken.

Nur etwa ein Fünftel der ungefähr 2700 Schlangenarten ist giftig. Das Gift wird in den Giftdrüsen produziert, die im Kopf hinter den Augen liegen und über je einen giftleitenden Kanal mit den Giftzähnen im Oberkiefer in Verbindung stehen. Neben den glatt und gleichmäßig geformten Zähnen (aglyphe Zähne) der ungiftigen Echten Nattern können drei Typen von Giftzähnen unterschieden werden:

Hinterständige Furchenzähne (opistoglyphe Zähne): Die hinteren Zähne des Oberkiefers sind vergrößert und gefurcht. Sie stehen mit einer Giftdrüse in Verbindung, deren Sekret aber meist nur relativ schwach wirksam ist. Außerdem sind durch die weit hinten liegenden Giftzähne Vergiftungen bei Bissen selten. Solche Zähne besitzen alle Trugnattern (z. B. Eidechsennatter, Katzennatter).

Vorderständige Furchengiftzähne (proteroglyphe Zähne): Vorne im Oberkiefer sitzen zwei feststehende, vergrößerte Fangzähne, die mit einer teilweise oder fast vollständig geschlossenen Längsfurche versehen sind, durch die das Gift beim Biß geleitet wird. Seeschlangen und Giftnattern (z. B.: Kobras) besitzen solche.

Vorderständige Röhrengiftzähne (solenoglyphe Zähne): In der vorderen Oberkieferhälfte stehen zwei oder mehrere große Fangzähne auf je einem klappbaren Knochen (Maxillarknochen), der beim Biß recht-bis stumpfwinkelig nach vorne aufgestellt werden kann. Die Fangzähne sind als geschlossene Röhren ausgebildet und wirken beim Biß wie Injektionsnadeln.

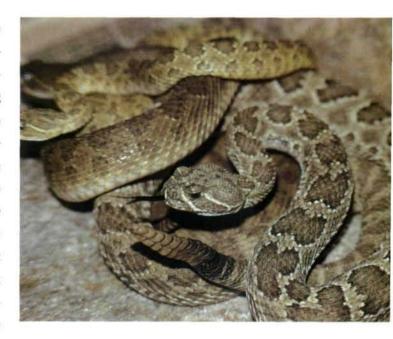
#### Prärieklapperschlange (Crotalus viridis) Foto: H. Schwammer

Die Austrittöffnung für das Gift befindet sich außen über der Zahnspitze, wodurch ein Verstopfen vermieden und eine bessere Injektionswirkung erreicht wird. In der Ruhestellung liegt der Maxillarknochen mit dem Giftzahn nach hinten eingeklappt in einer Schleimhautfalte. Hinter den funktionsfähigen Giftzähnen befinden sich immer mehrere Ersatzzähne in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Die Giftzähne werden in regelmäßigen Abständen erneuert, aber auch wenn einer abbricht tritt ein Reservezahn an seine Stelle und wird erst dann an den Giftkanal "angeschlossen". Vorderständige Röhrengiftzähne (solenoglyphe Zähne) besitzen Vipern und Grubenottern (z. B.: Kreuzotter und Sandviper).

Schlangengifte sind komplizierte Gemische von Eiweißstoffen, die entweder einzeln giftig sind oder in ihrem Zusammenspiel eine Giftwirkung erzeugen. Das in den Oberlippendrüsen der Schlangen synthetisierte Gift dient in mehrfacher Weise:

- a) zur Lähmung bzw. Tötung der Beutetiere
- b) zur Vorbereitung der Verdauung durch einen Anteil von Verdauungsfermenten
- c) zur Verteidigung gegen Feinde

Vereinfacht können als Bestandteile zwei verschiedene Eiweißgruppen unterschieden werden: die hochmolekularen Enzyme, die man



auch als Fermente bezeichnet, und die niedermolekularen, nicht fermentartigen Giftstoffe oder Toxine.

Da diese Toxine das Nervensystem angreifen, werden sie als Neurotoxine bezeichnet. Sie unterbinden die Weiterleitung von Nervenimpulsen aus dem Zentralen Nervensystem zu den Muskeln. Durch Lähmung der Rippenund Zwerchfellmuskulatur können sie zum Tod durch Ersticken führen, was als tödliche Atemlähmung bezeichnet wird. Neurotoxine bilden den Hauptbestandteil der Gifte bei Seeschlangen und Giftnattern.

Enzyme sind Eiweißstoffe, die als Katalysato-

ren wirken und an anderen Stoffen oder Organen Veränderungen hervorrufen, ohne sich selbst zu verändern bzw. ohne sich selbst zu verbrauchen. Diese Enzyme wirken zerstörend auf Zellbestandteile, Gewebe und das Kreislaufsystem und stellen den Hauptbestandteil der Gifte von Vipern und Grubenottern dar.

Durch das Zusammenwirken der verschiedenen Bestandteile der Schlangengifte können folgende Wirkungen auftreten:

- Schädigung des Nervensystems
- Lähmungserscheinungen
- Schädigung des Herzmuskels
- Zerstörung der Gefäßwände (Hämorrhagien)
- Zerfall der roten Blutkörperchen (Hämolyse)
- Muskel- und Nierennekrosen
- Auslösung der Blutgerinnung (Thrombosenbildung)
- Hemmung der Blutgerinnung

Im wesentlichen ist die Giftwirkung natürlich von der Artzugehörigkeit des jeweiligen Gifttieres abhängig, aber auch von der Lage der Bißstelle (Kopf-, Rumpfbereich oder Extremitäten), von der Menge des verabreichten Giftes (die beträchtlich schwanken kann) und nicht zuletzt von der Größe und Konstitution des Opfers (Kinder sind stärker gefährdet als Erwachsene).

#### Was tun bei einem Giftschlangenbiß?

Wird ein Mensch von einer Giftschlange gebissen, so gilt es,

- a) möglichst viel Gift aus der Wunde wieder herausschaffen,
- b) die Ausbreitung des Giftes im K\u00f6rper verz\u00f6gern,
- c) das im Körper verbliebene Gift neutralisieren.

Als sicherstes Erkennungszeichen dient hierbei das sogenannte "Bißmal". Ungiftige Schlangen hinterlassen auf der Haut einen halbkreisförmigen Abdruck ihres Zahnkranzes im Oberkiefer. Bei Giftschlangen sind lediglich ein oder zwei Einstichpunkte der Giftzähne zu erkennen.

Für die ersten Hilfsmaßnahmen nach dem Biß einer Giftschlange hat das Schweizerische Tropeninstitut in Basel in Zusammenarbeit mit Fachärzten ein Merkblatt herausgegeben, dem hier im wesentlichen gefolgt werden soll:

## Hilfsmaßnahmen

- Ruhe bewahren, keine Angst aufkommen lassen. Den Patienten beruhigen und nach Möglichkeit in den Schatten setzen oder legen. Schock- und Angstzustände wirken manchmal gefährlicher als die Vergiftung selbst!
- 2. Stauung der Bißstelle, die schnellstens zum Herzen hin abgebunden werden sollte. Dafür kann man elastische Binden, zusammengedrehte Taschentücher, Kleidungsteile, Hosenträger oder Gürtel verwenden. Die Stauung darf nicht vollständig abgeschnürt sein, sondern der Puls muß fühlbar bleiben — das abgebundene Glied darf blau, aber nicht weiß werden. Die Stauung soll eine allzu rasche Ausbreitung des Giftes verhindern.
- Die Bißstelle mit Merfen, Jod oder ähnlichen Mitteln desinfizieren. Dies erschwert eine Wundinfektion und dient überdies dazu, eventuell auf der Haut verbliebene Giftreste zu entfernen.
- Das betroffene Glied mit einer Schiene oder Tuchschlinge ruhigstellen, damit eine stärkere Durchblutung bei unnötigen Bewegungen verhindert wird.
- Den Gebissenen möglichst rasch zum nächsten Arzt oder Krankenhaus trans-

- portieren. Dabei muß der Patient jede Anstrengung vermeiden (tragen oder fahren!), allenfalls darf er langsam zur nächsten Transportmöglichkeit gehen niemals schnell laufen! Auf dem Weg zum Arzt muß die Stauung alle 15 Minuten für etwa zwei Minuten gelokkert werden, denn bei einer unsachgemäßen Stauung von mehr als 1,5 Stunden besteht die Gefahr eines Verlustes der verletzten Extremität!
- Schnelle und genaue Information des Arztes:
- Ort und Zeit des Bißunfalles,
- möglichst genaue Beschreibung der Schlange (Größe, Färbung, Zeichnungsmuster),
- Maßnahmen mitteilen, die als erste Hilfe ergriffen wurden,
- angeben, ob schon zu früheren Zeitpunkten Serumbehandlungen durchgeführt wurden,
- besteht eventuell eine Allergiebereitschaft?

Diese Hilfsmaßnahmen sind übrigens auch bei den meisten anderen Kontakten mit Gifttieren zu ergreifen.

#### Schlangenserum

Antiseren stellen das wichtigste Heilmittel bei schweren Vergiftungen durch tierische Gifte dar. So ist es heute möglich, die weitaus meisten Schlangengifte einer bestimmten Gegend durch Antiseren zu neutralisieren. Monovalente Seren richten sich gegen das Gift einer einzigen Art, polyvalente Seren sind Serummischungen gegen die Gifte mehrerer Arten eines bestimmten Gebietes. Monovalente Seren wirken zwar besser, es ist aber notwendig, die Schlangenart zu erkennen von der der Biß stammt. Ist das nicht der Fall, ist man gezwungen, polyvalente Seren zu verabreichen.

Das Prinzip der Serumbehandlung beruht auf der Fähigkeit des Körpers, Schutzstoffe, die sogenannten Antikörper, zu erzeugen, die eingedrungene Fremdkörper — zu denen auch tierische Gifte zählen — neutralisieren. Zur Serumgewinnung werden normalerweise Pferde herangezogen, die sich aufgrund ihrer Größe und Langlebigkeit hierfür besonders eignen.

Zur Immunisierung werden ihnen immer höher werdende Dosen des jeweiligen Giftes verabreicht, bis eine volle Immunität erreicht ist, d. h. bis im Blut des Pferdes entsprechend viele Antikörper gegen das Gift vorhanden sind. Dann entnimmt man den Pferden Blut, gewinnt davon das Serum oder Antiserum — wie wir es jetzt nennen dürfen —, reinigt es, konzentriert es und füllt es in Ampullen, um es dann den Opfern von Gifttieren injizieren zu

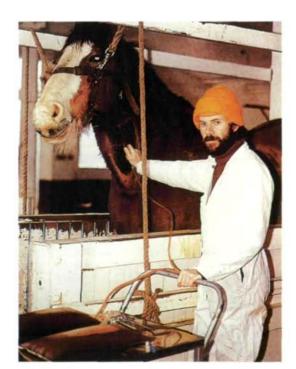


Schlangenfarm Foto: W. Hödl

#### Giftabnahme bei Schlangen, aus UNDERHILL (1987)

können. Pferdeserum ist die Basis für alle Schlangengifte, Steinfischgift und das Gift der Schwarzen Witwe. Schafe liefern Antiseren gegen das Nesselgift von Seewespen (Quallen), von Hunden stammen solche gegen bestimmte Zecken. Diese verschiedenen Tierarten werden verwendet, da Pferde nicht auf alle Stoffe eine ausreichende Immunreaktion zeigen, oder weil die verfügbaren Serummengen zu gering sind.

Der auf diese Weise erlangte Schutz wird als "passive Immunität" bezeichnet, weil die betroffene Person mit fertigen Antikörpern vom Pferd versorgt wird. Durch die heute erfolgen-





de gute Reinigung des Pferdeserums wird auch eine allergische Reaktion, die dieses eventuell hervorrufen könnte, minimiert.

Die Gifte, die man den Pferden zur Immunisierung injiziert — meist handelt es sich um Schlangengifte — müssen zunächst entnommen werden. Schlangen kann man "melken", was vor allem auf Schlangenfarmen geschieht, wo diese Tiere gehalten werden. Die Tiere werden dabei gezwungen durch eine Gummimembran, die über ein Glasgefäß gespannt ist, zu beißen. Dabei werden die Giftdrüsen massiert, um sie möglichst vollständig zu entleeren. Heute erfolgt dieser Vorgang zum Teil schon halb- oder vollautomatisch. Nach der Abnahme wird das Gift haltbar gemacht und seine Toxinstärke bestimmt, danach kann es weiterverwendet werden.

Blutentnahme von einem immunisierten Pferd zur Serumgewinnung, aus UNDERHILL (1987)

## 4.6 Säugetiere

Von den Wirbeltieren weisen die Vögel überhaupt keine, die Säugetiere nur ganz wenige giftige Vertreter auf. Dabei handelt es sich um das Schnabeltier, einen Vertreter der Kloakentiere, und um einige Spitzmäuse, Insektenfresser aus der ursprünglichsten Ordnung der Höheren Säugetiere.

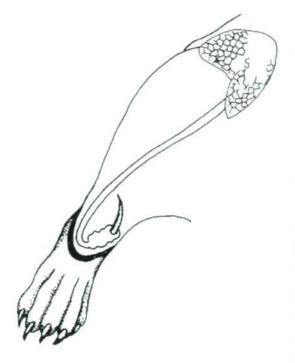
#### Das Schnabeltier (Ornithorhynchus anatinus)

Die Schnabeltiere (nur eine Art) bilden zusammen mit den Ameisenigeln die Ordnung der Kloakentiere. Dieser Name stammt von der gemeinsamen Öffnung, in die Harn- und Geschlechtswege und Enddarm münden, der sogenannten Kloake, die sonst nur bei Reptilien und Vögeln vorkommt. Auch in ihrer Fortpflanzung läßt sich die Abstammung von den Reptilien noch deutlich - anhand der lederhäutigen Eier, die diese Tiere legen erkennen. Sie werden vom Weibchen bebrütet, das nach dem Schlüpfen die Jungen säugt. Allerdings besitzt das Weibchen keine Zitzen, sondern ein Milchdrüsenfeld, das die Milch in einer Hautfalte am Bauch ausscheidet. Die Kloakentiere stellen kein Bindeglied zwischen Reptilien und Säugetieren dar, sondern repräsentieren eine frühe evolutionäre Seitenlinie der Säugetiere. Schnabeltiere sind hervorragend an das Leben im Wasser angepaßt. Sie haben ein dichtes, wasserabstoßendes Fell und Schwimmhäute zwischen den Zehen. Die Nasenlöcher liegen an der Oberseite des Schnabels, die Augen sind klein, Ohrenmuscheln fehlen. Augen und Ohren können beim Tauchen in Hautfalten verborgen werden. Der Schnabel ist wie ein Entenschnabel am Rand mit Hornplatten und Querrillen als Quetschund Seihvorrichtung versehen. In Flüssen und Bächen suchen die Schnabeltiere nach Würmern, Krebsen, Insektenlarven und Kaulquappen, die sie in Backentaschen sammeln können.

Erst seit 1985 ist bekannt, daß im weichen Schnabel Sinneszellen zum Orten elektrischer Felder von Beutetieren vorhanden sind. So kann die Nahrung auch im Schlamm und unter Steinen erkannt werden. Der Nahrungsbedarf ist übrigens enorm: bei einer einzigen Mahlzeit wird bis zur Hälfte des eigenen Körpergewichtes an Wassertieren aufgenommen.

Schnabeltiere graben eigene Baue von der Wasserlinie aufsteigend in Uferböschungen. Der Haupttunnel, der normalerweise 5 - 10 m lang ist, führt zu einer trockenen Schlaf- oder Bruthöhle.

Die männlichen Schnabeltiere besitzen am Fußgelenk der Hinterbeine einen hohlen Sporn,



Männliche Schnabeltiere besitzen im Bereich der Knöchel der Hinterbeine je einen hohlen gebogenen Sporn, der mit einer Giftdrüse verbunden ist. Während der Fortpflanzungsperiode sind die Drüsen vergrößert und produzieren das meiste Gift. Die giftführenden Gänge sind an der Basis des Sporns erweitert und dienen als Giftreservoire. Verändert nachSTRAHAM (1983)

der mit einer Giftdrüse in der Leistengegend verbunden ist. Auch Ameisenigel haben einen derartigen Sporn, jedoch ist bei ihnen die Verbindung zur Giftdrüse im Lauf der Entwicklungsgeschichte verlorengegangen. nicht harmlos, Todesfälle sind nicht bekannt. Stiche sind äußerst schmerzhaft, der betroffene Körperteil kann um das zwei- bis dreifache seiner ursprünglichen Größe anschwellen. Bis zur Gesundung vergehen Wochen, ja Monate. Direkte Kontakte zu den scheuen Tieren sind aber selten; sie verfangen sich gelegentlich in Fischnetzen, Reusen und an Angelhaken. Ihre Befreiung muß dann mit äußerster Sorgfalt geschehen.

Die Weibchen weisen nur in ihrer Jugend solche Sporne auf und verlieren sie später. Während der Fortpflanzungsperiode im Frühjahr sind die Giftdrüsen der Männchen besonders aktiv und vergrößert. Bei Rivalenkämpfen werden junge Männchen gelegentlich mit dem Sporn verletzt und tödlich vergiftet. Während der Kopulation dient der Sporn zum Festhalten der Weibchen.

Die Verbreitung der Schnabeltiere erstreckt sich fleckenhaft entlang der Ost- und Südküste Australiens und über Tasmanien.

Verletzungen durch die Sporne sind für Menschen durchaus

#### Schnabeltier aus GRZIMEK (1966)



#### Wasserspitzmaus (Neomys fodiens)



#### Die Wasserspitzmaus (Neomys fodiens)

Sie ist die größte europäische Spitzmaus und wird gemeinsam mit den Igeln und Maulwürfen zur Ordnung der Insektenfresser gereiht. Wie der Name schon andeutet, besitzt die Wasserspitzmaus spezielle Anpassungen ans Schwimmen und Tauchen im Wasser. So tragen die Seiten von Hand, Fuß und Zehen, Säume aus verlängerten, steifen Haaren, die beim Schwimmen die Zwischenräume zwischen den Zehen schließen und die Antriebsfläche vergrößern. Der Schwanz besitzt einen Borstenkiel und wird dadurch ruderartig verbreitert. Das Fell ist dicht und samtig und auch beim Tauchen mit Luft gefüllt. Der dadurch erzeugte Auftrieb muß durch heftige Ruderbewegungen der Arme und Beine ausgeglichen werden. Die Färbung der Oberseite ist schiefer- und glänzendschwarz, die der Unterseite meist silbrigweiß.

Die Verbreitung erstreckt sich von Nordspanien über Nord- und Mitteleuropa bis nach Mittelsibirien, in Südeuropa sind nur die Gebirge besiedelt.

Wasserspitzmäuse kommen in Ufer- und Verlandungsgebieten sowie in Auen von Still- und Fließgewässern vor. Die Wasserqualität bestimmt das Nahrungsangebot, das einen wesentlichen begrenzenden Faktor für das Vorkommen der Wasserspitzmaus darstellt. Sie

kann daher als Biotopgüteanzeiger für Uferhabitate herangezogen werden.

Die großen unterirdischen Nester werden oft in Mauslöchern oder Maulwurfsbauten angelegt und sind durch selbstgegrabene Gänge mit der nächstgelegenen Wasseroberfläche verbunden. In den weich ausgepolsterten Nestern werden zwei- bis dreimal jährlich vier bis acht Junge geboren, die meist noch im selben Sommer fortpflanzungsfähig werden. Die Lebenserwartung beträgt bei freilebenden Wasserspitzmäusen 10 bis 19 Monate.

Die einzelgängerischen Wasserspitzmäuse erbeuten fast alle kleinen Tierarten, die im und am Wasser leben: verschiedene Würmer, Schnecken, Krebse, Spinnen, Insekten und deren Larven, Fische und Amphibien und deren Laich bzw. deren Larven und sogar kleine Vögel und Säugetiere. Wird die Beute unter Wasser ergriffen, bringt sie die Wasserspitzmaus sofort an Land und verzehrt sie in einem ruhigen Versteck. Um die Beutetiere, die zum Teil größer als die Wasserspitzmaus sind, leichter zu überwältigen, wird von der Unterkieferdrüse giftiger Speichel produziert, der die Opfer lähmen oder töten kann. Beim Menschen ruft der Biß ein ziemlich lang andauerndes Jucken, Brennen, ein leichtes Anschwellen und eine Hautrötung in der nächsten Umgebung der Bißwunde hervor. Auch bei verschiedenen

anderen Spitzmäusen konnte eine gewisse Giftigkeit festgestellt werden. Die ebenfalls bei uns vorkommende Sumpfspitzmaus (Neomys anomalus) zeichnet sich durch geringere Giftwirkung aus. Hingegen wirkt das Gift der nordamerikanischen Kurzschwanzspitzmaus (Blarina brevicauda) doppelt so stark wie das der Wasserspitzmaus. In der Wirkungsweise ähneln die Gifte der Spitzmäuse denen der Giftnattern (Elapidae; z. B.: Kobras).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

# Mimikry

Ungiftiger Bockkäfer (Clytentus varius), der eine Wespe nachahmt. Foto: A. Pürstinger

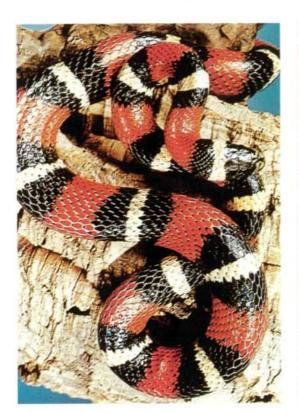


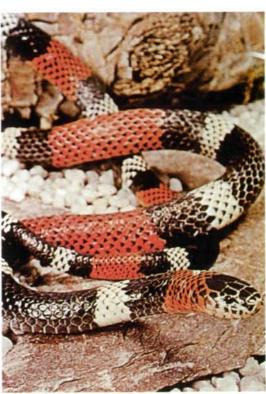
Mimikry oder Signalfälschung ist die Nachahmung eines Gifttieres oder von Teilen eines Tieres für bessere Überlebenschancen. Mimikry umfaßt sowohl körperliche Merkmale als auch Verhaltensweisen (z. B.: bestimmte Verteidigungsstellungen).

Die Übereinstimmung in Form, Farbe oder Verhalten bringt harmlose Tiere mit anderen ungenießbaren oder wehrhaften Arten in eine besondere Beziehung. Bei der Bates'schen Mimikry ahmt das an sich harmlose und als Beute geeignete Tier eine giftige, wehrhafte oder unschmackhafte Art derselben Region nach. Ein Beispiel dafür sind ungiftige Schmetterlinge, die giftigen Monarch-Schmetterlinge nachahmen, Hornissen und Hornissenschwärmer sowie Korallenschlangen.

Bei der Müller'schen Mimikry wird eine gleichartige Warntracht von verschiedenen ungenießbaren Arten benutzt. Jeder hat einen Vorteil vom anderen, nachdem Freßfeinde schlechte Erfahrungen mit bestimmten Farben oder Körperzeichnungen gemacht haben.

Links: ungiftige Königsnatter (Lampropeltis sp.); rechts: die eine extrem giftige Korallenschlange (Micrurus sp.) nachahmt. Aus KUNDERT (1974)





© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

# Anhang

### Beschreibung der Arten

#### Gewöhnliche oder Grüne Mamba

(Dendroaspis angusticeps)

Länge: 200 cm, selten bis 270 cm

Verbreitung: Kenia, Tanganyika, Mozambique, Nyasaland, Rhodesien, Natal, Sansibar

Lebensweise: Lebt hauptsächlich in der Ebene auf immergrünen Bäumen und Büschen. Sie ist scheu und kaum aggressiv und zieht sich bei Bedrohung ins Blattwerk zurück.

Nahrung: Als Baumschlange ernährt sich die Gewöhnliche Mamba hauptsächlich von Vögeln und deren Eier, aber auch von kleinen Säugetieren und Echsen.

Gift: Das Gift ist etwa halb so wirkungsvoll wie das der Schwarzen Mamba.

#### Jamesons Mamba (Dendroaspis jamesoni)

Länge: selten über 240 cm, ausnahmsw. bis 360 cm Verbreitung: West-, Zentral- und westliches Ostafrika

Lebensweise: Sie bewohnt in der Ebene und im Gebirge feuchtwarme Vegetationszonen, wie Regen- und Flußwälder. Die gute Schwimmerin sonnt sich gern im Geäst liegend, bei Gefahr flieht sie gewöhnlich nicht ins Astwerk sondern gleitet auf den Erdboden herab.

Nahrung: Vögel und Kleinsäuger

Gift: Starkes Nervengift, das nach einem unbehandelten Biß meist in kurzer Zeit zum Tode führt.

#### Schwarze Mamba (Dendroaspis polylepis)

Länge: 300 cm, selten bis 420 cm; längste Giftschlange Afrikas Verbreitung: Weite Teile Mittel- und Südafrikas

Lebensweise: Die sehr ortstreuen Schwarzen Mambas bewohnen trockenes Buschland von der Ebene bis ins Gebirge auf ca. 1200 m. Sie hält sich mehr am Boden auf als auf Bäumen und lebt in Höhlen, Felsspalten, unter Baumstümpfen und verlassenen Termitenbauten. Beim Schlüpfen sind die Jungen ca. einen halben Meter lang, nach einem Jahr können sie bereits bis 180 cm messen.

Nahrung: Vögel und Kleinsäuger

Gift: Große Mengen von sehr wirksamem Nervengift werden in den Giftdrüsen produziert. Bereits zwei Tropfen genügen, um einen erwachsenen Menschen zu töten. Einzig wirksames Gegenmittel ist monovalentes Schlangenserum.

#### Uräusschlange (Naja haje)

Länge: 150 - 200 cm, zuweilen über 240 cm

Verbreitung: Afrika, Teile Arabiens und Palästinas

Lebensweise: Sie bevorzugt trockene Örtlichkeiten, die von niedrigem Gestrüpp durchsetzt sind. Bei Gefahr zieht sie sich unter Felsblöcke oder in Erdlöcher zurück, ohne Fluchtmöglichkeit nimmt sie eine charakteristische Drohstellung - mit aufgerichtetem Vorderkörper und ausgebreiteter Halsregion - ein. Hauptsächlich nacht- und dämmerungsaktiv.

Nahrung: Kleinsäuger, Vögel, Eier, Eidechsen, Schlangen, Frösche, Kröten

Gift: tödliches Nervengift

#### Schwarzweiße Hutschlange (Naja melanoleuca)

Länge: 200 - 270 cm

Verbreitung: Je nach Unterart in den Waldgebieten

Zentralafrikas bzw. in den Savannen bis nach Angola und Zululand.

Lebensweise: Sie ist hauptsächlich an tropische und subtropische Regenwälder gebunden. Lebt in der Nähe von Gewässern und Erdlöchern, hohlen Bäumen, im dichten Unterholz und unter Termitenhügeln. Diese schnelle und aktive Giftschlange spreizt, wenn in die Enge getrieben, die lose Nackenhaut, bei aufgerichtetem Oberkörper, zu einem engen Hut. 10 - 15 Eier werden versteckt abgelegt.

Nahrung: Kleinsäuger, Vögel, Eidechsen, Schlangen, Kröten, Frösche, teilweise auch Fische

Gift: Äußerst starkes, neurotoxisch wirkendes Gift. Ein Biß führt in der Regel zum Tode, wenn er nicht sofort mit Serum behandelt wird.

#### Brillenschlange (Naja naja)

Länge: 120 - 230 cm

Verbreitung: Mittelasien, Süd- und Südostasien,

Indoaustralisches Archipel

Lebensweise: Besonders in Südostasien kann die Brillenschlange überall auftreten, vom Dschungel über Reisfelder, Gärten, Dörfer bis in die Großstädte. Oft in der Nähe von Wasser. Sowohl tag- als auch nachtaktiv. Flieht stets vor dem Menschen; in der Dämmerung oft aggressiver als am Tag. Bei Erregung wird der Hals gespreizt, sodaß am Rückenteil eine mehr oder weniger deutliche Brillenzeichnung zum Vorschein kommt.

Nahrung: Ratten, Mäuse, Vögel, Frösche, Kröten, Echsen, Schlangen

Gift: Tödliches Nervengift

#### **Puffotter** (Bitis arietans)

Länge: 90 - 120 cm, in West- und Zentralafrika bis 183 cm

Verbreitung: von Süd-Marokko über ganz Afrika und Süd-Arabien, mit Ausnahme des tropischen Regenwalds

Lebensweise: In den verschiedendsten Biotopen von 0 - 3000 m, besonders häufig in Savannen und Steppen. Klettert und schwimmt gut. Nachtaktiv, untertags sehr träge und nicht aggressiv. In Nord- und Südafrika wird eine Winterruhe eingehalten. Die bis zu 80 Jungen werden lebend geboren.

Nahrung: Kleinsäuger, Vögel, gelegentlich Echsen, Frösche und Kröten

Gift: Tödliches Gift, das hämolytisch wirkt, d. h. Blut und Blutgefäße werden zerstört und es kommt zu heftigen Gewebsblutungen. Sie ist für die meisten Giftschlangenbisse in Afrika verantwortlich.

#### Gabunviper (Bitis gabonica)

Länge: 130 - 150 cm, selten 180 - 200 cm

Verbreitung: Südlicher Sudan, Uganda, Tanganyika, Gabun, Kongo, Angola, Sambia, Rhodesien, Mozambique, Zululand, in Westafrika von Guinea bis Togo

Lebensweise: Sie lebt in Regenwäldern bis in 2300 Meter Höhe. Offenes Gelände meidet sie. Nachtaktiv, sehr träge und wenig beißlustig. 20 bis 40 Junge werden lebend geboren.

Nahrung: Säugetiere, Vögel

Gift: Es werden relativ große Mengen an Gift produziert, die etwa gleich viel hämo- und neurotoxische Bestandteile enthalten. Ohne sofortige Maßnahmen verlaufen Bisse fast ausnahmslos tödlich. Gabunvipern besitzen besonders lange Giftzähne (bis zu 5 cm).

#### Nashornviper (Bitis nasicornis)

Länge: 90 - 120 cm

Verbreitung: Südlicher Sudan, West-Kenia, Uganda, Ruanda-Urundi, Kongo, tropisches Westafrika

Lebensweise: Sie bevorzugt feuchtwarme Tropenwälder von 0 - 2700 m Höhe, besonders zeitweilig überflutete Sumpfwälder und Flußufer. Die nachtaktive Nashornviper ist sehr standortstreu und träge, klettert gut und ist eine ausgezeichnete Schwimmerin. 20 - 40 Junge kommen lebend zur Welt.

Nahrung: vorwiegend Kleinsäuger, gelegentlich Frösche, Kröten und Fische

Gift: Die hämo- und neurotoxischen Bestandteile bewirken einen meist tödlichen Ausgang der Bisse.

#### Europäische Hornotter oder Sandotter

(Vipera ammodytes)

Länge: 60 - 80 cm, selten über 95 cm

Verbreitung: Südostösterreich, über den Balkan, Griechenland, und die Kykladen zur westlichen Türkei und südlichen UdSSR

Lebensweise: In trockenen Gebieten mit niederem Gebüsch, in Geröllhalden, Legesteinmauern u. ä., 0 - 2000 m Seehöhe. Tag- und dämmerungsaktiv, sonnt sich gerne und jagt meist in der Abenddämmerung. Hält eine Winterruhe. 4 - 20 Junge werden lebend geboren.

Nahrung: Mäuse, Vögel, Echsen, Schlangen

Gift: Giftigste Schlange Europas, das Gift wirkt vor allem hämotoxisch (auf das Blut- und Gefäßsystem). Eine Antiserumbehandlung ist notwendig, Todesfälle beim Menschen sind selten.

#### Kreuzotter (Vipera berus)

Länge: 60 - 70 cm, selten über 80 cm

Verbreitung: Mittel- und Nordeuropa bis über den Polarkreis, Polen, CSFR, Ungarn, nördliche UdSSR bis zur Insel Sachalin

Lebensweise: Sehr vielseitig, in Gebieten mit starken Tag- und Nachttemperaturschwankungen und hoher Luftfeuchtigkeit. In Mooren, Sümpfen, im Gebirge bis 3000 m, aber auch auf Heideflächen, Feld- und Waldrändern. Findet Zuflucht unter Wurzeln, Steinhaufen und in Nagetierbauten. Die tagaktive Kreuzotter ist heimlich und scheu; schwimmt gut. Die Winterruhe wird oft in Gemeinschaftsquartieren abgehalten. Im Spätsommer werden 5 - 15 lebende Junge geboren.

Gift: Wirkt in erster Linie auf Blut und Blutgefäße (cytotoxisch), Bisse sind sehr schmerzhaft, Todesfälle aber äußerst selten, eine Antiserumbehandlung ist anzuraten.

#### Mexikanische Mokassinotter

(Agkistrodon bilineatus)

Länge: 60 - 120 cm

Verbreitung: an der pazifischen Seite Zentral-Amerikas von Nikaragua bis nach Nord-Mexiko

Lebensweise: Hügelland zwischen 300 und 1500 Meter Höhe. Sie lebt an Stellen stets in unmittelbarer Wassernähe, ist tag- und nachtaktiv und von leichterregbarer Wesensart. Die Mexikanische Mokassinotter ist lebend gebärend.

Nahrung: Mäuse, Ratten, Vögel, Eidechsen, Frösche und Fische

Gift: Das Gift scheint stärker zu wirken als das der Wassermokassinotter und des Kupferkopfes. Trotzdem sind Todesfälle selten.

#### Kupferkopf

(Agkistrodon contortrix)

Länge: 60 - 90 cm, selten bis 134 cm

Verbreitung: von Massachusetts bis nach Nord-Florida, westlich bis ins Trans-Pecos-Gebiet und Texas

Lebensweise: Bewaldete Hügel, niedrige Berge, Viehweiden, sumpfige Wiesen, Auwälder. Selbst in größeren Städten ist der Kupferkopf wegen seine hauptsächlich nächtlichen Aktivität noch erhalten. Je nach Witterung überwintert diese Schlange 4 - 6 Monate zuweilen gemeinsam mit Klapperschlangen etc. Im August oder September werden 1 - 17 Junge geboren.

Nahrung: Weites Beutespektrum wie Kleinsäuger, Vögel, Echsen, Schlangen, Kröten, Frösche, Salamander, Insekten

#### Wassermokassinotter

(Agkistrodon piscivorus)

Länge: 75 - 120 cm, selten bis 180 cm

Verbreitung: In Nordamerika von Virginia bis nach Süd-Florida. Sie kommt fast im gesamten Mississippi-Gebiet vor und erreicht westlich Zentral-Texas.

Lebensweise: Bevorzugte Lebensräume sind Sümpfe, Teiche, Tümpel, tote Flußarme und Reisfelder. Bei warmen Wetter Dämmerungs- und Nachtaktivität. Bei Störungen bleiben sie oft liegen oder kriechen nur langsam weg. Bei echter Gefahr wird der Hals S-förmig verzogen und das Maul weit aufgerissen. Die Überwinterung dauert 3 - 5 Monate.

Nahrung: Fische, Frösche, Salamander, Eidechsen,

Schlangen, kleine Schildkröten, Vögel, Kleinsäuger und sogar junge Alligatoren

Gift: Bißunfälle sind relativ häufig, verlaufen aber nur ausnahmsweise tödlich.

#### Westliche Diamantklapperschlange

(Crotalus atrox)

Länge: 120 - 150 cm, im Ausnahmefall bis 213 cm Verbreitung: von Arkansas und Oklahoma über weite Teile der westlichen USA und südlich bis zum mittleren Mexiko

Lebensweise: bevorzugt trockenes, steiniges Gelände in der Ebene und im Gebirge; lebt auch in Vororten großer Städte. Keine andere Klapperschlangenart zeigt sich so wild und ungestüm wie Crotalus atrox. Abhängig von Jahreszeit und Witterung Tages- und Nachtaktivität. Zwischen Oktober und April Überwinterung. Die Jungen schlüpfen zwischen August und Oktober.

Nahrung: Kleinsäuger, hauptsächlich Mäuse, Ratten und Kaninchen

Gift: Ihre Größe, die langen Giftzähne und die große Giftmenge machen sie zu einer der gefährlichsten Grubenottern. In den USA verursacht sie die meisten Bißunfälle.

#### Mexikanische Westküsten-Klapperschlange

(Crotalus basilicus)

Länge: gelegentlich 200 cm überschreitend

Verbreitung: Die Nominatform bewohnt die westmexikanische Küstenzone von Sonora bis zum westlichen Michoacán.

Lebensweise: In Eichen- und Kiefernwäldern vom

Meeresspiegel bis über 1000 m Höhe. Aktivität am Tage und in der Nacht. Dem Mensch gegenüber zeigt sie sich nicht aggressiv und macht kaum von der Rassel Gebrauch. Sie bekommt 14 - 16 lebende Junge, mit durchschnittlich 33 cm Körperlänge.

Nahrung: Kleinsäuger und Vögel

#### **Tropische Klapperschlange**

(Crotalus durissus)

Länge: bis zu 180 cm

Verbreitung: Süd-Mexiko, Mittelamerika, größter

Teil Südamerikas

Lebensweise: Trockene, steinige und von niedrigem Dornengebüsch bedeckte Flächen bis 2000 Meter Seehöhe. Am Tag ist ihr Körper meist tellerartig eingerollt. Sie hat ein ruhiges Wesen und ist kaum aggressiv. Bei Störung reagiert sie oft nur durch lautes Rasseln. Die Tropische Klapperschlange, auch Cascabel genannt, setzt in einem Wurf oft über 40 lebende Junge ab (ca. 30 cm lang).

Nahrung: Vögel und kleine Säugetiere

Gift: Sie ist die giftigste aller Klapperschlangen. Das Gift wirkt stark hämorrhagisch und neurotoxisch zugleich. Der Tod tritt durch Nierenschädigung oft auch nach Tagen ein. Bei fehlender Verabreichung großer Serummengen nach dem Biß, sterben 75 % der von dieser Schlange gebissenen Menschen.

#### Weißlippen-Lanzenotter

(Trimeresurus albolabris)

Länge: 60 - 70 cm, ausnahmsweise bis 90 cm Verbreitung: Vorder- und Hinterindien, Nepal, SüdChina, Taiwan, Haiman, indoaustralisches Archipel

Lebensweise: In der Ebene und im Hügelland bis in 500 m Höhe. Buschiges und bewaldetes Gelände wird bevorzugt, zuweilen lebt sie auch in der Nähe menschlicher Siedlungen und an Rändern von Reisfeldern. Sie lebt auf niederen Bäumen und Büschen und klettert bei Nacht am Boden umher. Im November werden 3 - 16 Junge von ungefähr 15 cm Länge geboren.

Nahrung: Frösche, Eidechsen, Mäuse, kleine Vögel Gift: Sehr wirksam, führt beispielsweise zu Ödemen. Die meisten Bißunfälle nehmen jedoch einen gutartigen Verlauf.

#### Pope-Lanzenotter (Trimeresurus popeorum)

Länge: ca. 90 cm

Verbreitung: östliches Himalayagebiet, Assam, Burma, Thailand, Malayische Halbinsel, Sumatra, Borneo

Lebensweise: Bewohner des Regenwaldes in Höhen zwischen 1000 und 1700 m, häufig in Teeplantagen. Mit Hilfe ihres Greifschwanzes umwickelt die Schlange Äste und Zweige und lauert mit angezogenem Hals und Körper auf vorbeihuschende Beutetiere, wobei sie ungewöhnlich schnell und weit vorzustoßen vermag. Die Pope-Lanzenotter bekommt in der Regel 7 - 12 lebende Junge von 12 - 20 cm Länge.

Nahrung: Mäuse, Vögel, Eidechsen, Frösche Gift: Ihr blutzersetzendes Gift wirkt stärker als das der verwandten Arten.

#### Mangrovenviper

(Trimeresurus purpureomaculatus)

Länge: bis 100 cm

Verbreitung: Bengalen, Assam, Burma, Malayische Halbinsel, Andamanen, Nikobaren, Sumatra, Riou-Inseln

Lebensweise: Sie lebt sowohl auf dem Erdboden wie auf niederen Bäumen und im Gebüsch. In losen Körperringen liegt sie auf Ästen, die sie mit dem Greifschwanz umschlingt. Die Art ist sehr beißfreudig.

Nahrung: Eidechsen, Frösche, Mäuse, Vögel Gift: Das Gift ist sehr wirksam und schädigt hauptsächlich Blut und Blutgefäße. Todesfälle sind sehr selten, ein Biß verursacht in der Regel nur vorübergehende Beschwerden.

#### Feuersalamander (Salamandra salamandra)

Feuersalamander werden um die 20 cm lang und sind durch die auffallenden gelben Flecken auf schwarzem Grund leicht zu erkennen. Haut und Ohrdrüsen produzieren ein giftiges Sekret. Die Giftigkeit dieser Tiere ist seit altersher bekannt und spielte eine bedeutendere Rolle in Magie und Alchemie. Das Gift besteht aus dem Hauptalkaloid Samandarin, das auf das Zentralnervensystem wirkt und Krämpfe bzw. Atemlähmung auslöst.

#### Erdkröte (Bufo bufo)

Die Erdkröte ist mit bis zu 15 cm die größte europäische Kröte. Die warzige Haut und die Ohrendrüsen produzieren giftige Sekrete. Diese machen die Kröte nicht nur für Freßfeinde ungenießbar sondern schützen die empfindliche Haut vor Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen. Krötengifte sind bereits aus der alten chinesischen Medizin bekannt und werden in Europa im 17. und 18. Jahrhundert in der Herztherapie verwendet. Mittlerweile lassen sich Herzglykoside

einfacher aus Pflanzen (z. B.: Digitalis-Fingerhut) gewinnen. Die Gifte Bufogenin und Bufotoxin steigern die Kontraktionskraft des kranken Herzen und haben betäubende Wirkung.

#### Aga-Kröte (Bufo marinus)

Ursprünglich in Mittel- und Südamerika beheimatet, wurde die Aga-Kröte zur Insektenbekämpfung in Zuckerrohrplantagen u. a. in Hawaii und Australien angesiedelt, wo sie sich aufgrund ihrer raschen Vermehrung und Ausbreitung zu einer Plage entwickelte. Die bis über 20 cm großen Kröten besitzen gut sichtbare Giftdrüsen in der Ohrregion und können das Gift aktiv bis zu einem Meter weit versprühen. Das Toxin Bufothionen hat blutdrucksteigernde und gefäßverengende Wirkung und kann für potentielle Freßfeinde bis zur Größe eines Hundes tödlich sein.

#### Farbfrösche oder Pfeilgiftfrösche

(Dendrobatidae)

Die in Südamerika lebenden meist bunt gefärbten Pfeilgiftfrösche sind schon seit langem als sehr giftig bekannt. Von den Indianern in Kolumbien werden die Hautdrüsensekrete als Pfeilgifte verwendet. Die Indianer spießen die Frösche auf und halten sie ins Feuer, wodurch Drüsensekrete austreten. Diese Substanz wird in Gefäße abgestreift, wo es fermentiert und dann als Pfeilgift benützt wird. Bei diesem Gift handelt es sich um Alkaloide, wovon das Batrachotoxin am wirksamsten ist. Es wirkt auf das Zentralnervensystem, wo es den Ionentransport an den Zellmembranen blockiert. Der Tod tritt in wenigen Stunden durch Muskel- und Atemlähmung ein. Gegengifte sind auch den Indianern Kolumbiens nicht bekannt.

## Quantitative Wirkung von Tiergiften

Angegeben ist entweder die Dosis, die 50 % aller damit gespritzter Tiere tötet (LD<sub>50</sub>), oder die kleinste tödliche Dosis (DLM = dosis lethalis minima), jeweils berechnet auf 1 kg Körpergewicht der untersuchten Tierart (in Klammern).

Tierart DLM	LD <sub>50</sub>	mg Trockengift
		pro Biß
Hohltiere		
Hypsotoxin (aus Nesselkapseln		
der Staatsqualle Physalia) 2,0-2,5 mg (Maus)		
Thalassin (aus Nesselkapseln		
von Aktinien) 2,5-9 mg (Hund)		
Congestin (aus Nesselkapseln		
von Aktinien) 5 mg (Hund)		
Lophotoxin (aus Nesselkapseln		
der Hornkoralle Lophogorgia) 8 mg (Maus)		
Palytoxin (aus Nesselkapseln		
der Krustenanemone Palythoa)	0,01 μg (Maus)	
Weichtiere		
Murexin (Gift der Purpurschnecke) 8,5 mg (Maus)		
Gliederfüßler		
Skorpion (Buthus acutecarinatus) 0,27 mg (Ratte)		
Cantharidin (aus Ölkäfern) 0,5 mg (Mensch)		
Skorpion (Tityus bahiensis) 0,5-2,0 mg (Maus)		
Spinne (Lycosa raptoria) 0,9 mg (Maus)		
Spinne (Ctenus ferus)	0,34 mg (Maus)	
Gift der nordam. Ernteameise (Pogonomyrmex)	0,42 mg (Maus)	
Hornissengift	2,5 mg (Maus)	
Bienengift	3,0-4,0 mg (Maus)	
Vogelspinne (Atrax robustus)	4,5 mg (Maus)	
Fische		
Kugelfischgift (Tetrodotoxin) 0,014-0,09 mg (Maus)		
Steinfischgift (Tetrodoloxiii) 0,014-0,09 filg (Maus)	O 2 mg (Mayes)	
Stellinscright	0,2 mg (Maus)	
Amphibien		
Hautgift von Molchen 0,018-0,02 mg (Kaninchen)	· <del></del>	
Samandaridin (aus Salamandern) 0,1 mg (Kaninchen)	· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
Gift aus Wasserfroschhaut 6-12 mg (Kaninchen)		
Bufogenin (aus Krötenhaut)	0,13 mg (Katze)	
Batrachotoxin (aus Phyllobates aurotaenia)	2,0 μg (Maus)	
Pumiliotoxin (aus Dendrobates pumilio)	2,5 mg (Maus)	
Pfeilgift (aus Phyllobates bicolor)	2,7 mg (Maus)	
Homobatrachotoxin (aus Phyllobates aurotaenia)	3,0 µg (Maus)	
Bufotenin (aus Krötenhaut)	25 mg (Maus)	
Reptilien		
Gift der Krustenechse (Heloderma) 16 mg (Maus)		·-
Tigerotter (Notechis scutatus) 0,045 mg (Kaninchen)	0,04 mg (Maus)	70
Krait (Bungarus caeruleus) 0,04 mg (Kaninchen)	0,09 mg (Maus)	10
Kreuzotter 1-1,4 mg (Maus)	3, 3,,	
Korallenschlange (Micrurus fulvius) 1,5 mg (Maus)	0,97 mg (Maus)	2-6
Aspisviper 1-2 mg (Maus)		
1 - 118 V		<del></del>

Tierart	DLM	FD <sup>20</sup>	mg Trockengift pro Biß
Ruderschwanz-Seeschlange (Enhydrina schistosa)		0,01 mg (Maus)	7-20
Grüne Mamba (Dendroaspis angusticeps)		0,45 mg (Maus)	80
Kettenviper (Vipera russeli)		0,82 mg (Maus)	130-250
Klapperschlange (Crotalus durissus)		0,3 mg (Maus)	35
Indische Kobra (Naja naja)		0,4 mg (Maus)	170-325
Puffotter (Bitis arietans)		3,68 mg (Maus)	130-250
Buschmeister (Lachesis muta)		5,93 mg (Maus)	280-450
Kupferkopf (Agkistrodon contortrix)		10,5 mg (Maus)	52

#### Literatur

Anonymus, 1965: Poisonous Snakes of the World, 212 pp. United States Government Printing Office Washington, D.C.

ARNOLD, E.N. & J.A. Burton, 1978: Pareys Reptilienund Amphibienführer Europas, 270 pp. Verlag Paul Parey, ISBN 3-490-00318-7.

Brodmann, P., 1987: Die Giftschlangen Europas und die Gattung Vipera in Afrika und Asien, 148 pp. Verlag Kümmerly&Frey, Bern, ISBN 3-259-065202

CABELA, A. & F. TIEDEMANN, 1985: Atlas der Amphibien und Reptilien Österreichs (Stand 1984). - Neue Denkschr. Naturhist. Mus. Wien 4:3-80, ISBN 3-85028-168-10.

CONANT, R., 1975: A field guide to Reptiles and Amphibians of eastern/central N-America, 429 pp. Boston, ISBN 0-395-19977-8.

FLINDT, R., 1986: Biologie in Zahlen. Eine Datensammlung in Tabellen mit über 9000 Einzelwerten, 280 pp. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, ISBN 3-437-30521-2.

GRUBER, U., 1989: Die Schlangen Europas. Kosmos Naturführer, 248 pp. Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart, ISBN 3-440-05753-4.

Grzimek, B., 1966: Vierfüßige Australier, 292 pp., Kindler Verlag, München.

GRZIMEK, B. et. al., 1969-71: Grzimeks Tierleben. Enzyklopädie des Tierreiches, 1. Band Niedere Tiere, 613 pp, 2. Band Insekten, 627 pp, 4. Band Fische 1, 556 pp, 5. Band Fische 2, Lurche, 568 pp, 6. Band Kriechtiere 609 pp. Kindler Verlag AG., Zürich.

HABERMEHL, G. G., 1983: Gift-Tiere und ihre Waffen, 195 pp, 3. Auflage. Springer Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 0-387-12437-3.

KUHNERT, F., 1974: Faszination Schlangen und Echsen, 201 pp. Verlag F. Kundert, ISBN 3-85566-001-1.

Kundert, F., 1984: Das neue Schlangenbuch in Farbe, 167 pp. Albert Müller Verlag Rüschlikon-Zürich, ISBN 3-275-00823-4.

MARCUSE, G. & F. MARCUSE, 1981: Giftige und gefährliche Tiere der Meere, 231 pp. Landbuch Verlag GmbH., Hannover, ISBN 3-7842-0251-9.

MEBS, D., 1989: Gifte im Riff, Toxikologie und Biochemie eines Lebensraumes, 120 pp. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft Stuttgart, ISBN 3-8047-1053-0.

STRAHAM, R., (Hesg.), 1983: Complete book of Australian Mammals, 530 pp. Angus & Robertson Publishes, London, Sydney, Melbourne, ISBN 0-207-14454-0.

TRUTNAU, L., 1981: Schlangen im Terrarium. Haltung, Pflege und Zucht, Band 2 Giftschlangen, 200 pp. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, ISBN 3-8001-7052-3.

UNDERHILL, D., 1987: Australian dangerous creatures. Understand, identify, avoid, survive, 368 pp. Reader's Digest Services Pty. Ltd., ISBN 0-86438-0186.

WICKLER, W., 1971: Mimikry, Nachahmung und Täuschung in der Natur, 250 pp. Kindler Verlag, München, ISBN 3-463-00469-0.

## **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Kataloge des OÖ. Landesmuseums N.F.

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 0048

Autor(en)/Author(s): Aubrecht Gerhard, Gusenleitner Fritz Josef [Friedrich]

Artikel/Article: Gifttiere 1-72