

Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 15 (1958)
Heft: (1): Kleine Tropenzoologie

Artikel: Kleine Tropenzoologie
Autor: Hediger, H.
Kapitel: C. Spezielle Tropenzoologie : c. Tropische Gifftiere
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-310759>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Magen. Normalerweise sind das runde Steine; kleine Exemplare finden sich ja bekanntlich in jedem Hühnermagen. Nun kommt es aber vor, daß Strauße anstelle von Steinen andere Fremdkörper, z. B. Eisenteile, verschlucken. Von einer Verdauung solcher festen Gegenstände ist natürlich keine Rede; sie können jedoch – sofern sie eine gefährliche Form mit scharfen Kanten, Spitzen usw. besitzen – dem Strauß verhängnisvoll werden. Namentlich in Farmen und Menagerien, wo allerlei Eisenteile aus Fahrlässigkeit liegen gelassen oder weggeworfen werden, gelangen solche Dinge in den Straußmagen und werden dann bei der Autopsie gefunden und irrtümlich für normalen Mageninhalt angesehen. L. Heck (1929, S. 335) berichtet z. B. von einem Strauß des Berliner Zoologischen Gartens, in dessen Magen man einen Kaffeelöffel und ein halbes Hufeisen fand. „Letzteres war die Todesursache, weil seine scharfe Bruchkante Magen und Darm fortwährend ritzte und reizte, dadurch dauernden Blutverlust und schließlich völlige Entkräftung des Tieres zur Folge hatte. Das Hufeisenstück stammt jedenfalls von einem Pferde der Somalischau. Der Kaffeelöffel mit dem Stempel des Zoo-Restaurants muß dem Tier aber törichterweise von einem Besucher gereicht worden sein . . .“. Im Tiergarten hat man leider oft genug Gelegenheit, feststellen zu müssen, daß Eisenteile für Strauße recht wenig bekömmlich sind!

c) TROPISCHE GIFTTIERE

1. Vom Sinn der Gifigkeit

Im Abschnitt über den tropischen Lebensraum (S. 30) ist bereits erwähnt worden, daß die Tropen die eigentliche Heimat der Gifttiere darstellen. In unseren Breiten bekommen wir nur gewissermaßen letzte Ausstrahlungen der reichen tropischen Gifttierwelt in Gestalt einiger weniger giftiger Tierarten zu spüren. Es scheint mir daher angebracht, die kurze Übersicht über die vielen tropischen Gifttiere mit einer Betrachtung über den Sinn des in den Tieren vorkommenden Giftes einzuleiten. Das erscheint mir um so notwendiger, als selbst Biologen und Mediziner die Giftigkeit beim Tier oft ausschließlich vom anthropozentrischen, vom Standpunkt der Menschbezogenheit aus, beurteilen, anstatt vom biologischen Standpunkt aus.

Zunächst sei angedeutet, wie unerhört schwer es ist, den Begriff „Gift“ und „Gifttier“ überhaupt zu definieren. Wir wollen in unserem Zusammenhang unter Gift ganz einfach chemische Substanzen verstehen, die schon in verhältnismäßig kleinen Mengen im menschlichen oder tierlichen Körper schwere Schädigungen verursachen können. Gifttiere sind für uns solche, welche derartige Stoffe nicht nur enthalten, sondern sie durch die Oberfläche oder besondere Übertragungseinrichtungen auch leicht auf andere Lebewesen einwirken lassen können. Keine dieser beiden Definitionen ist ganz sauber und ganz genau; sie genügen jedoch einigermaßen, um das, was in unserem Zusammenhang wichtig erscheint, ohne allzu komplizierte Umschreibungen ausdrücken zu können.

Niemandem würde es im normalen Sprachgebrauch einfallen, z. B. Kochsalz als Gift zu bezeichnen. Fehlt diese Substanz einmal im Brot, so wird das von uns recht unangenehm empfunden. Ein Zuviel an Salz kann jedoch giftig wirken; bei manchen Tieren können schon sehr kleine Dosen gefährlich werden (z. B. Amphibien). Glasstaub oder ganz feine kurze Härchen, wie sie gewisse Raupen oder Spinnen von sich geben, wirken zwar nicht chemisch, aber mechanisch unter Umständen recht unangenehm, indem sich diese Teilchen in unsere Haut oder Schleimhaut einbohren und Reizzungen, Entzündungen usw. verursachen, also ähnlich wie ein chemisches Gift wirken.

Zu den stärksten Giften gehören z. B. die im menschlichen Organismus vorkommenden Substanzen Adrenalin und Acetylcholin. Selbst in winzigen Mengen können diese Stoffe stärkste Wirkungen hervorrufen. Aber wem würde es einfallen, den Menschen deswegen als Gifttier zu bezeichnen? Mit diesen beiden Beispielen sollte lediglich die Schwierigkeit der Definition angedeutet werden, bevor wir die Bezeichnung Gift und Gifttier notgedrungen ständig anwenden müssen.

Wie extrem anthropozentrisch die Gifttiere bisher vielfach betrachtet worden sind, geht z. B. aus der Einteilung hervor, die sich in einem der bedeutendsten diesbezüglichen Werke findet, nämlich auf Seite 10 von E. N. Pawlowskys Werk über „Gifttiere und ihre Giftigkeit“ (1927):

1. Tiere, welche den Menschen verwunden, um das abgesonderte Gift einzuverleiben (d. h. ins Blut einzuführen):

Der Mensch wird vermittels Gifthaare, Mundteile oder Flossenstrahlen *gestochen* durch: Brennraupen, Diptera (Tabanidae, Stomoxys, Mücken), Wanzen, Fische mit giftigen Hautdrüsen.

Der Mensch wird vermittels eines Stachels gestochen durch: Skorpione, Bienen, Wespen, Hummeln.

Der Mensch wird *gebissen* durch: Spinnen, Tausendfüßler, Milben, Schlangen.

Der Mensch wird „*gebrannt*“ durch: Nesseltiere.

2. Tiere, welche der Stechapparate entbehren und deren Gift auf unverletzte Haut, Schleimhaut oder die Oberfläche der Atmungsorgane des Menschen einwirkt:

Insekten, welche *Blut ausspritzen*.

Insekten und Tausendfüße mit *schützenden Stinkdrüsen*.

Amphibien – Salamander, Triton, Kröte mit Hautdrüsen . . .

3. Tiere, welche den Menschen vergiften, wenn sie von ihm *aufgegessen* werden: Canthariden.

Fische: Schizothorax, Barbus, Tetraodon (giftig ist vorzugsweise der Rogen).

Von den zufällig (sekundär) giftigen Tieren können beim Essen gefährlich sein: Mollusken (Austern, Midien).

Fische mit „*Fischgift*“ (hauptsächlich Edelfische).

4. Tiere, welche im Menschen leben (parasitieren) und ihn durch die Produkte ihres Stoffwechsels, welche vom Organismus resorbiert werden, vergiften können:

Parasitische Protozoa.

Dibothriocephalus latus (u. a. parasitische Würmer).

Eine solche Einteilung der Gifttiere, wie sie hier von Pawlowsky durchgeführt worden ist, hat selbstverständlich ihre Berechtigung; sie ist jedoch absolut einseitig, ausgesprochen anthropozentrisch und daher unbiologisch: Aus der Gifttier-Literatur muß man als Biologe den Eindruck gewinnen, daß viele Autoren vor lauter Gift die Tiere gar nicht mehr sehen, jedenfalls sehen sie die Tiere nicht mehr als lebende Subjekte, sondern lediglich als bewegliche Giftampullen mit Kanülen und anderen Stechapparaten, die alle gegen den Menschen ausgerichtet sind. So selbstverständlich ist diese Menschbezogenheit der Gifttiere und ihrer körperlichen Besonderheiten manchen Forschern geworden, daß sie dieselbe sogar in Gift-Definitionen verwenden – als ob die tierlichen Gifte im Hinblick auf den Menschen entstanden wären! So braucht z. B. Schnakenbeck in seiner Arbeit über Giftfische und Fischvergiftungen (1943, S. 150) zur Definition „eines typischen Giftes, d. h. eines besonderen, für einen Fisch eigentümlichen

Stoffes, der durch eine Wunde in den Körper des Menschen gelangt und Schädigungen hervorruft“ ausdrücklich wiederum diese Menschbezogenheit.

Es ist klar, daß eine derartige Behandlung der Gifttiere, wie sie sich üblicherweise in der Literatur findet, geradezu zu der verfehlten Auffassung führen muß, die Gifttiere seien in erster Linie dazu da, den Menschen zu stechen und zu beißen und auf alle Arten zu plagen. In dieser sonderbaren Beleuchtung präsentieren sich die Gifttiere als eine besondere Kategorie von schädlichen oder gar bösen Tieren. Ihr Gift erscheint sozusagen als konzentrierte, gegen den Menschen gerichtete Bosheit. Natürlich werden den Tieren bei dieser Betrachtungsweise unwillkürlich auch ähnliche Motive unterschoben wie menschlichen Giftmischern.

Demgegenüber ist nun doch festzustellen, daß auch noch eine objektivere Betrachtung der Gifttiere möglich ist. Neben der anthropozentrischen gibt es auch noch eine biologische Beurteilung der Gifttiere. In dieser kleinen Einführung in die Tropenzoologie geht es ja vor allem darum, dem Reisenden eine vernünftige, adaequate Einstellung gegenüber der tropischen Tierwelt zu ermöglichen. Gegenüber den Gifttieren der Tropen tut eine gesunde Einstellung doppelt not.

Ganz abgesehen davon, daß viele tierlichen Gifte keineswegs nur schädlich auf den menschlichen Organismus wirken, sondern neuerdings in rasch wachsender Zahl auch zur Herstellung wertvoller Heilmittel verwendet werden, gilt es, endlich einmal ein neutrales Bild über die biologische Bedeutung, über den Sinn des tierlichen Giftes zu gewinnen, auch um das Verhalten der Gifttiere richtig verstehen zu können. Dabei dürfte es sich als vorteilhaft erweisen, folgende drei Punkte der Reihe nach zu berücksichtigen:

1. Das Vorkommen der Giftigkeit in den einzelnen Gruppen des Tierreiches;
2. Die Herkunft des Giftes und die Entstehung der Giftübertragungsapparate;
3. Die Art und Richtung der Giftverwendung durch das Tier (Die Funktionskreise).

Natürlich kann es sich hier nicht um eine umfassende Untersuchung, sondern lediglich um einen orientierenden Überblick handeln, bei dem wir uns in erster Linie an die giftigen Vertreter der Wirbeltiere halten.

Vorkommen der Giftigkeit

Betrachten wir auf der Suche nach Gifttieren den Stamm der Wirbeltiere, an seinem unteren Ende beginnend, so finden wir in der äußerst artenreichen Klasse der Fische sehr viele giftige Vertreter, und zwar stellt sich heraus, daß gerade die gefährlichsten unter diesen, die nicht nur ein Gift enthalten, sondern die auch mit Giftübertragungseinrichtungen ausgestattet sind, in den meisten Fällen schlechte Schwimmer sind; es sind vorwiegend Bodenfische (Stechrochen) oder langsam schwimmende, plumpe Formen (Feuerfische). Unter den eleganten Schwimmern, die sich schnell und ausdauernd in allen drei Dimensionen zu bewegen vermögen, sind giftige Vertreter auffallenderweise viel seltener.

In der nächst höheren Klasse, bei den Amphibien, die eine nackte, empfindliche Haut besitzen, finden sich sehr viele, die mit giftigen Hautdrüsen ausgerüstet sind. Bei starker Reizung entlassen diese ihr Gift, seltener bei bloßer, leichter Berührung.

In der Klasse der Reptilien fällt auf, daß es unter den gepanzerten Arten, also unter den Krokodilen und Schildkröten, keinen einzigen giftigen Vertreter gibt, wohl aber gibt es solche bei den bloß beschuppten Formen, bei den Schlangen und Eidechsen. Hier sind es in erster Linie die Schlangen, also beinlose Geschöpfe: ihnen fehlt die Möglichkeit, mit den Extremitäten eine Beute zu zerkleinern, wie das größere Echsen zu tun pflegen. Schlangen müssen ihre Beute daher unzerteilt verschlucken; das bedingt eine besonders leichte und dehbare Konstruktion der Kiefer. Sie besitzen daher auch nicht das kräftige Zangengebiß, welches vielen Eidechsen zukommt.

Unter den Vögeln, die in den meisten Fällen drohenden Gefahren in den freien Luftraum auszuweichen vermögen, gibt es bezeichnenderweise keinen einzigen giftigen Vertreter. Auch unter den Säugetieren fehlen – vom Schnabeltier abgesehen – giftige Arten vollständig. Ihnen stehen andere Waffen zur Verfügung: Zähne, Krallen, Hufe, Hörner usw.

Schon aus dieser knappen und groben Übersicht ergibt sich mit aller Deutlichkeit eine Beziehung zwischen Giftigkeit und Wehrhaftigkeit. Unter Wehrhaftigkeit verstehen wir hier einerseits aktive Bewaffnung (Gebiß, Stirnaufsätze usw.) und andererseits passive Einrichtungen der Abwehr und der Feindvermeidung: Panzerung und Fluchtfähigkeit, die ihrerseits zu einander wiederum in einer Wechselbeziehung stehen in dem

Sinne, daß die Fluchtfähigkeit umso geringer ist, je stärker die Panzerung. Bei dieser Betrachtungsweise erscheint die Giftigkeit deutlich als *eine* der im Tierreich überhaupt denkbaren Waffen. Sehen wir genauer zu, so stellt sich heraus, daß nirgends im Tierreich eine übermäßige Häufung von Waffen bei einer Tierart auftritt, nirgends aber auch ein vollständiger Mangel. Vielmehr ist jede Tierart von der Natur mit so viel Waffen ausgerüstet worden, als sie zu ihrer Erhaltung in ihrem Lebensraum nötig hat. Überall begegnen wir einer angemessenen Verteilung der verschiedenen Waffen; es gibt keine absolute Überlegenheit, sondern eine harmonische Abgestimmtheit in Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse, unter denen jede einzelne Art existiert.

Überblicken wir das Waffenarsenal des Tierreiches, so lassen sich unschwer folgende vier Kategorien von Waffen unterscheiden: mechanische, elektrische, chemische und psychologische.

Mechanische Waffen

Dazu gehören z. B. die Zähne, Krallen, Hufe, Hörner, Gewehe der Säugetiere, wobei zu bedenken ist, daß z. B. die Zähne in sehr verschiedener Weise wirken können: die Stoßzähne der Elefanten wirken als furchtbare Stoßwaffe, die Eckzähne der Affen als Dolche, die Schneidezähne der Pferdeartigen als stumpfe, die Nagezähne der Nager als perforierende Spitzzange usw. Ähnlich ist die Vielgestaltigkeit in der Funktion der hornigen Zehenbekleidung: die katzenartigen Raubtiere setzen mit ihren stark gebogenen, rückziehbaren und fast durchweg infizierten Krallen tiefe Reißwunden, während etwa die Zebras mit ihren eisenharten Hufen schmetternde Schläge auszuteilen vermögen. Auch viele Paarhufer schlagen mit den vorderen und hinteren Hufen, z. B. Antilopen, Rinder, Hirsche, ebenso die Schwielenfüßer (Kamel, Dromedar). Das Geweih der Hirschartigen, das bekanntlich jedes Jahr abgeworfen und wieder neu gebildet wird, ist nur während einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne funktionstüchtig, nämlich vom Fegen bis zum Abwurf; es wird dann als Schlag- und Stichwaffe gebraucht. Während seiner Wachstumsperiode dienen die Vorderläufe als Waffe. Recht verschiedenartig ist die Verwendungsweise der Hörner. Manche Rinderarten (Gaur, Gayal) benützen jeweilen nur ein Horn zum Dreinschlagen, die Steinböcke und Schafböcke hämmern frontal, z. T. auch seitlich, die Säbelantilope ficht blitzartig mit horizontal geführten Schlägen, während z. B. die Gemse ihre spitzen Krummen nach kurzem Einhaken als Reißwaffe verwendet.

Die meisten gehörnten Tiere schlagen von oben nach unten, die indische Nilgauantilope hingegen lässt sich auf die Handgelenke nieder und schlägt ihre kurzen Hörner von unten nach oben. Eine einzigartige Schlagwaffe stellt der Rüssel des Elefanten dar, gewissermaßen einen riesigen Gummiknüttel, der einem Menschen mit Leichtigkeit einen Schädelbruch setzt. Der ungeheuer muskulöse Schwanz der Krokodilartigen wirkt ähnlich. Igel benützen ihren Stachelpanzer nicht nur zur rein passiven Abwehr, sondern auch zum „boxen“. Die Stachelschweine gehen überraschend rückwärts gegen ihren Feind vor.

Auch die Vögel weisen sehr viele mechanische Waffen auf, z. B. die stilettartigen Schnäbel der Störche und Reiher, die meistens gegen die Augen der Kampfpartner vorgeworfen werden; dann die nadelspitzen, oft infizierten Krallen der Raubvögel, die Zangenschnäbel der Papageien, die meißelartigen der Spechte usw. Die Straußen mit ihren über 100 Kilo Gewicht können manchen Widersacher einfach umrennen oder mit schmetternden Fußtritten bearbeiten. Aber auch Vögel ohne spitze Schnäbel und Krallen sind keineswegs unbewaffnet: bei Gänsen, Schwänen, Pfauen u. a. stellt der Flügel eine oft unterschätzte Waffe dar. Ein einziger Schlag auf den Kopf kann einen Menschen ohnmächtig werden lassen oder genügt, um eine Armfraktur zu erzeugen, trotzdem die Armknochen des Menschen wesentlich dicker sind als etwa die eines Schwanes.

Manche Vögel besitzen am Flügelbug spitze, scharfkantige Fortsätze, welche die Gefährlichkeit ihrer Flügelschläge noch bedeutend steigern, so z. B. die afrikanische Sporengans (*Plectropterus*), der Sporenkiebitz (*Hoplopterus*), die südamerikanischen Wehrvögel (*Chauna*) usw. Verschiedene Fasanen haben im männlichen Geschlecht einen oder sogar zwei und noch mehr spitze Sporen an den Beinen, die in der Tiergartenpraxis zuweilen auch dem Menschen unheimlich werden können. Kraniche, Sekretäre (*Serpentarius*) u. a. vermögen sehr wirksame Fußtritte auszuteilen.

Auch die Reptilien verfügen über eine erstaunliche Auswahl an mechanischen Waffen, vor allem natürlich über ein Gebiß, das bei den Krokodilartigen und bei vielen Eidechsen oft unheimlich ausgebildet ist und als Zange wirkt. Die zahnlosen aber messerscharfen Kiefer mancher Schildkröten (z. B. *Macrochelys*) wirken als Schneideinstrumente. Der Schwanz der Krokodilartigen ist bereits erwähnt worden; einzelne Waranarten benützen ihren Schwanz gleichfalls als Waffe, indem sie damit peitschenartige Hiebe austeilen. Die Dornschwänze (*Uromastix*) schlagen mit ihrem stacheligen Schwanz um sich.

Selbst bei den Amphibien, die auf den ersten Blick als völlig nackt und unbewaffnet erscheinen, finden sich mechanische Abwehrwaffen, und zwar gerade bei solchen, denen große Giftdrüsen fehlen. Der auf den Salomonen beheimatete Zipfelfrosch (*Ceratobatrachus guentheri*) weist an den Mundwinkeln nach vorn gekrümmte Knochenhaken auf, welche nackt aus der Haut ragen. Der Kameruner Haarfrosch (*Trichobatrachus robustus*) besitzt an der zweiten, dritten und vierten Zehe knöcherne Krallen, die aus der Haut herausgestreckt werden und einem Menschen die Hände sofort blutig kratzen, wenn man ihn packen will. Bei dem in Marokko und weiter südlich vorkommenden Rippenmolch (*Pleurodeles waltlii*) ragen seitlich die spitzen Enden der Rippen als Stacheln aus dem Körper heraus.

Manchen Fischen steht ein äußerst kräftiges und scharfes Gebiß als mechanische Waffe zur Verfügung (Haie, Pyranhas) oder Garnituren von einzelnen Stacheln oder auch ganze Stachelpanzer wie z. B. beim Igelfisch. – Im Reiche der Wirbellosen sei nur etwa auf die gewaltigen Scheren von Krebsen, auf die Kneifzangen der Hirschkäfer, auf die Klemmeinrichtungen gewisser Gespenstheuschrecken, auf die papageischnabelartigen Gebisse vieler Tintenfische usw. hingewiesen. Es kann sich ja hier nur darum handeln, anhand weniger Beispiele den Reichtum an mechanischen Waffen in allen Tiergruppen anzudeuten.

Bei der Beurteilung der Gifttiere sollte das Riesenarsenal an mechanischen Waffen, das sich im Tierreich vorfindet, nie übersehen werden. Es ist ganz sicher, daß viel mehr Menschen durch mechanische Waffen von Tieren verletzt und getötet werden, als durch Giftwaffen.

Elektrische Waffen

Diese kommen in wirksamster Ausbildung bei gewissen Fischen vor, z. B. beim Zitterrochen (*Torpedo*), einem marinem Vertreter, oder beim westafrikanischen Zitterwels (*Malapterurus electricus*), der Spannungen von 350 Volt zur Abwehr von Feinden verwendet. Die Schaltung erfolgt willkürlich, nicht etwa automatisch bei jeder Berührung; zahme Zitterwelse im Aquarium lassen sich sogar gerne streicheln, wie ich jahrelang bei einem Exemplar beobachten konnte (1944) und wie das auch von Buhk (1943, S. 121 ff.) ausführlich geschildert wird. Nur bei Störungen wird ihre recht unangenehme elektrische Waffe eingesetzt. Seit vielen Jahrhunderten treiben übrigens Eingeborene in Westafrika (Nigeria) mit dem Zitterwels eine Art primitiver Elektrotherapie, indem sie diese Fische lebend auf

schmerzhafte rheumatische oder gichtische Stellen ihres Körpers bringen und sie durch Reizung zum Applizieren elektrischer Schläge veranlassen.

Der in Südamerika vorkommende Zitteraal (*Electrophorus electricus*) erzeugt sogar über 600 Volt; er benützt diese höchst wirksame elektrische Waffe nicht nur zur Abwehr von Feinden, sondern auch zum Beuteerwerb und zur Orientierung. Frösche oder Fische in seiner nächsten Umgebung können durch den elektrischen Schlag nicht nur betäubt, sondern auch getötet werden, so daß sie der – übrigens zu den Messerfischen (*Gymnotidae*) gehörende sogenannte elektrische – Aal mühelos ergreifen kann. – Schwächere elektrische Waffen kommen z. B. auch beim Nagelrochen (*Raja clavata*) vor, ferner beim Nilhecht (*Gymnarchus electricus*) und bei mehreren anderen. Ursprünglich steht diese Waffe wohl im Dienste der Feindabwehr oder der Orientierung; auf den höheren Entwicklungsstufen tritt sie jedoch in den Funktionskreis der Beute ein.

Chemische Waffen

Unter den chemischen Waffen sind die offensiven und defensiven Giftwaffen zu verstehen, wobei man sich darüber klar sein muß, daß sich die Defensive gegen artfremde Feinde, die sogenannte Offensive hingegen durchweg gegen die Beutetiere richtet. Genau genommen gibt es also offensive Giftwaffen im Tierreich nicht. Bei der Behandlung der bedeutsamsten Gifttiere wird auf die Einzelheiten der chemischen Waffen noch zurückzukommen sein; hier sei lediglich auf zwei Sonderfälle unter den Säugetieren hingewiesen, nämlich auf das australisch-tasmanische Schnabeltier (*Ornithorhynchus anatinus*) und auf das amerikanische Stinktier, den Skunk der Pelzhändler (*Mephitis*).

Das eierlegende Schnabeltier, eines der primitivsten und sonderbarsten Säugetiere, das neuerdings auf Kangaroo Island in einem Reservat gepflegt und seit 1943 auch in Gefangenschaft gezüchtet wird, besitzt im männlichen Geschlecht an den Gelenken der Hinterfüße je einen gegen innen gerichteten Sporn, der hohl ist und mit einer Giftdrüse in Verbindung steht, ähnlich wie der Giftzahn einer Schlange. Nur wenn das Tier außerordentlich stark gereizt wird, setzt es diese Waffe in Funktion, der Stich dieser giftführenden Sporen ist äußerst schmerhaft.

Das Stinktier (*Mephitis* in Nordamerika, *Conepatus* in Südamerika) vermag aus seinen Analdrüsen ein scheußlich stinkendes giftiges Sekret (Butyl-

merkaptan) rückwärts gegen seine Gegner zu schießen, so daß es höchstens noch von unerfahrenen Tieren, etwa von frisch eingeführten oder jungen Hunden, angegriffen bzw. anzugreifen versucht wird. Gewitzigte Tiere und Menschen gehen ihm aus dem Wege; das Stinktier kann es sich deshalb leisten, sehr wenig scheu zu sein, d. h. eine äußerst geringe Fluchtdistanz (= Schußweite seiner Drüsen) zu haben. Den in Pelztierfarmen oder von Liebhabern gepflegten Stinktieren werden die Stinkdrüsen in jugendlichem Alter prophylaktisch auf operativem Wege entfernt.

Psychologische Waffen

Sie sind im Tierreich viel weiter verbreitet, als gewöhnlich angenommen wird. Bei Säugetieren beispielsweise gehört dazu die überraschende Vergrößerung des optischen Aspektes etwa durch das Seitwärtsklappen der riesigen Ohrfächer beim afrikanischen Elefanten, das Aufrichten der Haare bei Wolf, Dachs oder Stachelschwein, oder bestimmter Haargruppen (Mähnen) bei Wildschwein, Antilopen und vielen anderen. Bei vielen Vögeln kommt es zu entsprechendem Abspreizen des Gefieders (Uhu) oder einzelner Federgruppen (Federhauben der Kakadus). Auch Reptilien haben reiche Möglichkeiten der plötzlichen Vergrößerung ihrer Körperumrisse, sei es z. B. durch Aufrichten der Halsrippen wie beim berühmten Hut der Kobra, oder durch Aufblähen wie beim Chamäleon oder durch lokalisiertes Aufblähen wie bei gewissen Schlangen usw. Bei zahlreichen Amphibien ist Aufblähen in bedrohlichen Situationen ebenfalls sehr häufig, in grotesker Weise z. B. beim südamerikanischen Hornfrosch (*Ceratophrys*) und selbst Fische wenden diese Taktik an, in einem erstaunlichen Ausmaß etwa der südamerikanische Igelfisch (*Colomesus psittacus*) oder der Kugelfisch (*Tetraodon*).

Außer solchen Mitteln der schlagartigen Körpervergrößerung gibt es das weitere – oft gleichzeitig angewandte – Mittel der verblüffenden Körperhaltung, z. B. die Stelzenstellung bei Fröschen und Kröten, das Sichducken, Sichafrichten beim Schuhschnabel (*Balaeniceps rex*) bzw. Känguru. Die amerikanische Hakennatter (*Heterodon*) dreht sich plötzlich auf den Rücken, reißt das Maul weit auf und läßt die Zunge heraushängen. Der afrikanische Steppenwaran (*Varanus exanthematicus*) krümmt sich in Rückenlage stark zusammen und beißt in eines der Hinterbeine (Barbour 1934, S. 96). Viele Schlangen ballen sich zu einer kompakten Kugel zusammen, so z. B. die Königsschlange aus Florida (*Lampropeltis getulus*) oder die westafrikanische Königsschlange (*Python regius*). Während sich die

Hakennatter im Zustand dieser merkwürdigen Abwehr immer wieder auf den Rücken dreht, wenn sie künstlich in Normallage gebracht wird, so gibt es andere Tiere, die in jeder Stellung wie tot liegen bleiben, so z. B. die in Äquatorial-Afrika vorkommende Kröte (*Bufo superciliosa*); sie dreht sich selbst mit gefalteten Händen zuweilen auf den Rücken. Der im Kongo lebende Frosch *Leptopelis karissimbensis* krümmt den Rücken hohl durch und zieht alle Beine auf der Oberseite wie im Krampf zusammen, wobei er noch sein großes Maul aufreißt und unter Umständen auch so in der Rückenlage verharrt.

Oft sind akustische Wirkungen kombiniert mit den angedeuteten optischen Überraschungen: Fauchen und Zischen bei Reptilien, Schnabelklappen bei Vögeln usw. Das bekannte Klappern der Klapperschlangen, das Rascheln der Stachelschweine usw. sind Beispiele besonderer akustischer Einrichtungen dieser Art. – Alle Sinnesorgane des zu verblüffenden Kampfpartners werden beeindruckt, häufig auch der Geruchssinn durch Entladung von Drüsen mit Stinksekreten und Flüssigkeiten. Viele Säugetiere wie Marderartige, Halbaffen u. a. verbreiten abscheuliche Gerüche. Die amerikanische Krötenechse (*Phrynosoma*) lässt feine Strahlen ihres Blutes aus Kapillaren der Augenwinkel austreten. Auch verschiedene tropische Stabheuschrecken spritzen Flüssigkeiten im Bogen gegen hinten aus der Kopfregion. – Hier gibt es alle denkbaren Übergänge von psychologischer, d. h. auf Grund des Überraschungsmomentes wirksamer Sekretion bis zur physiologischen Wirkung, wie z. B. bei den giftspuckenden Schlangen, von denen noch ausführlich die Rede sein wird.

Verblüffung und damit Überwindung des Kampfpartners wird im Tierreich auf tausenderlei Weise erreicht. Über Droh- und Warnfärbungen bei Vögeln hat Julian S. Huxley (1939) eine umfassende Zusammenstellung gegeben. Bei Reptilien ist die Fülle derartiger Erscheinungen eher noch größer. R. Mertens (1946) hat den Warn- und Droh-Reaktionen dieser Gruppe eine umfangreiche Abhandlung gewidmet. Einen Extremfall stellt die malayische Rotschlange (*Cylindrophis rufus*) dar. Bei ihr – und bei einigen anderen Arten wie *Proteria*, *Rhinocalamus*, *Calamaria* – ist der Kopf schwanzartig und der Schwanz kopfartig ausgebildet, und zwar nicht nur hinsichtlich Färbung und Zeichnung, sondern auch in bezug auf das Verhalten; während sich der Kopf duckt, erhebt sich der Schwanz und stößt zu. Natürlich kann diese merkwürdige Kopfschwanzverkehrtheit beim Kampfpartner Unsicherheit und Verwirrung stiften.

Eine eigentümliche, oft lebensrettende Verblüffungstaktik wenden viele Eidechsen an: sie opfern in bedrohlichen Situationen einen Teil ihres

Schwanzes durch Autotomie, d. h. durch willkürliche Abtrennung an präformierten Stellen. Das nach der Abtrennung noch lange zappelnde Bruchstück fesselt die Aufmerksamkeit des Feindes derart, daß die Eidechse vielfach Gelegenheit findet, zu flüchten. Jedenfalls fand ich in den Mägen vieler Schlangen im Bismarck-Archipel nur die Schwänze von Eidechsen (1934). Die Fähigkeit der Schwanzautotomie fehlt natürlich den Eidechsen, die ihren Schwanz als mechanische Waffe benützen, z. B. den Waranen.

Bei vielen Wirbellosen, aber auch bei Wirbeltieren (Brillenschlange, Pfau) tritt als ein immer wiederkehrendes Motiv die Augenzeichnung auf. Nachweislich hat diese für viele Tiere eine unheimliche Wirkung, so daß die Träger des Augenmusters nicht gefressen werden. Die augentragende Pfauenfeder hat selbst für gewisse Menschen eine unheimliche Wirkung!

Diese paar Beispiele mögen genügen, um das Wesen der psychologischen Waffen zu skizzieren. Sie alle haben wohl den Sinn, den drohenden Feind wenigstens einen Augenblick zu verblüffen, aus der Fassung zu bringen, so daß er nicht in der sonst üblichen Weise handelt. Das kann auf ganz verschiedene Weise erreicht werden, sowohl durch ein maximales Fesseln seiner Aufmerksamkeit (ungewöhnliche Veränderungen von Umriß, Farbe, Geruch, Verhalten), durch Ablenkung der Aufmerksamkeit (Schwanz-Detachierung) oder durch völliges Erlahmenlassen der Aufmerksamkeit, d. h. Darbietung eines Minimums an Reizen (Sichttotstellen).

Das Vikarieren der Waffen

Die knappe Übersicht über mechanische, elektrische, chemische und psychologische Waffen wird genügen, um zu zeigen, daß die chemischen, d. h. die Giftwaffen nur eine Kategorie der im Tierreich überhaupt möglichen Bewaffnung darstellen. Die Giftigkeit ist also lediglich eine der vielen verschiedenen Waffen, die unter sich vikarieren: wo viel mechanische, elektrische oder psychologische Wirkung ist, wird in der Regel nicht auch noch die Giftwaffe hinzukommen. Die Riesenschlangen beispielsweise, denen zur Überwältigung ihrer Beute und zur Abwehr ihrer Feinde gewaltige Muskelkräfte zur Verfügung stehen, sind durchweg ungiftig. Andererseits gehört keine einzige Giftschlange zu den sogenannten Konstriktoren, d. h. sie ist nicht imstande, eine Beute mit Hilfe ihrer Muskulatur durch Umenschlingung zu töten. Die brasilianische, ausschließlich schlängenfressende Schlange *Mussurana* (*Clelia clelia*) bedient sich zuweilen der Konstriktion, ist aber nur schwach giftig (opisthoglyph).

Bei den Landschildkröten stellt der Panzer eine bedeutende Abwehrwaffe dar. Nun gibt es eine einzige Landschildkröte, die ostafrikanische Spaltenschildkröte (*Malacochersus tornieri*), der ein wirksamer Panzer fehlt, d. h. er ist so dünn, daß er jede Atembewegung des Tieres mitmacht. Gewissermaßen zur Kompensation besitzt die Spaltenschildkröte eine regelrechte Fluchtreaktion: bei drohender Gefahr läuft sie in einem bei Schildkröten völlig überraschenden Tempo davon und verbirgt sich blitzschnell in einer Felsspalte. Das Beispiel illustriert die Wechselbeziehung zwischen Fluchtfähigkeit und Bewaffnung, die bei den Schildkröten in einer Panzerung besteht. Bei Fischen bestehen ähnliche Beziehungen; denn je schwerer der Panzer, desto geringer die Fluchtmöglichkeit und umgekehrt.

Einige klassische Beispiele für das Vikarieren von chemischen und mechanischen Waffen finden sich bei den Wirbellosen. Die Seeigel unter den Stachelhäutern (Echinodermen) zeichnen sich aus durch einen festen Panzer aus Kalkplatten und durch die typische Stachelbewaffnung, die ihnen den Namen eingetragen hat. Eine Art fällt nun gänzlich aus dem Rahmen dieser Gruppe heraus, nämlich der „Basler Seeigel“ (*Asthenosoma urens*), der von den beiden berühmten Basler Naturforschern Paul und Fritz Sarasin an der Küste von Ceylon entdeckt worden ist. Dieser große Seeigel ist im Gegensatz zu seinen Verwandten so weich, daß er seine Form verliert, wenn er aufs Trockene gelegt wird. Als Kompensation für den fehlenden Panzerschutz besitzt *Asthenosoma* als einziger Seeigel eine zusätzliche Giftwaffe, nämlich Giftstacheln, die zweifellos einen wirksamen Schutz gegenüber Raubfischen bieten. Die einzigen Giftorgane, welche sonst bei Seeigeln auftreten, sind die überaus feinen Giftpedizellarien, die jedoch nicht imstande wären, größere Feinde abzuwehren.

Ein weiteres, sehr anschauliches Beispiel für die Wechselbeziehung zwischen Gift- und mechanischen Waffen bildet die indische Krabbe *Melia tesselata*. Krabben (Brachyura) sind in der Regel ausgezeichnet durch den Besitz äußerst kräftiger Klemmzangen (Cheliceren), die gegenüber Feind und Beute eine wirksame mechanische Waffe darstellen. *Melia* hingegen fällt auf, weil sie nur ganz dünne, schwächliche Scheren trägt, die ihr keine irgendwie nennenswerte Gegenwehr gestatten. Nun stellt sich heraus, daß diese schwachen Zangen sozusagen nur die Halter für eine wirksame Giftwaffe bilden, die an sich nicht zur Krabbe gehört. Die Giftwaffe besteht nämlich aus einer lebenden Aktinie (*Bunodeopsis prehensa*); die Krabbe faßt mit jeder Schere eine solche nesselbewehrte Aktinie und hält sie im Bedarfsfalle ihren Feinden entgegen.

In gewissem Sinne das Gegenstück dazu bildet ein in Panama vorkommender Skorpion (*Opisthacanthus lepturus*). Skorpione besitzen – ähnlich wie die Krebse – mechanische Waffen in Gestalt von Scheren; diese bestehen hier allerdings aus den Pedipalpen, nicht aus den Cheliceren. Außerdem besitzen die Skorpione bekanntlich einen Giftstachel als chemische Waffe. Der erwähnte *Opisthacanthus* verfügt über geradezu athletische Scheren, die alle übrigen Skorpionscheren in den Schatten stellen. Ausgerechnet bei ihm fehlt das sonst für Skorpione so typische Giftorgan am hinteren Körperende, d. h. äußerlich ist es wohl vorhanden; aber die in der Giftblase enthaltene Flüssigkeit hat sich als ungiftig erwiesen und zudem kann dieser Skorpion überhaupt nicht dazu gebracht werden, seinen Stachel in Betrieb zu setzen.

Diese paar Beispiele mögen genügen, um das Vikarieren der verschiedenen Waffen zu dokumentieren. Das Gift ist im Tierreich eine Waffe, wie irgend eine; es tritt dort auf, wo andere Waffen fehlen und es fehlt dort, wo eine hinreichende andere Bewaffnung vorhanden ist.

Die Herkunft des Giftes

Wie alles in der organischen Welt, so haben sich auch die Giftapparate des Tierreiches im Laufe der Stammesgeschichte allmählich entwickelt und vervollkommenet. Es darf behauptet werden, daß das Gift, wie wir es heute bei den Gifttieren finden, nicht primär vorhanden war; Giftwaffen sind vielmehr etwas Sekundäres. Im Hinblick auf unsere Frage nach dem Sinn der Giftigkeit lohnt es sich, die Entstehungsgeschichte einiger Giftapparate wenigstens in großen Zügen zu verfolgen.

Es gibt hauptsächlich zwei Quellen, aus denen die Giftorgane ihren Ursprung nehmen, nämlich die Haut und der Verdauungskanal. Schon bei den allerkleinsten, mit Giftapparaten ausgerüsteten Lebewesen, gewissen Einzellern (Infusorien), befinden sich die mikroskopisch kleinen Giftnadeln, die gegen Feinde abgeschossen werden, die sogenannten Trichocysten und Nematocysten, nahe der Oberfläche des winzigen Zelleibes in Bereitschaftsstellung.

Die Haut ist schließlich der Teil des tierlichen Körpers, durch den der Kontakt mit der feindgefüllten Umgebung erfolgt, mit dem der Feind zuerst in Berührung kommt. Die Haut bildet die erste Verteidigungsfront,

gleichzeitig den entscheidenden Schutz gegenüber Feinden. Wird dieser durchbrochen, so ist das Tier schon verletzt. Daher ist es wohl verständlich, wenn diejenigen Gifteinrichtungen, die für artfremde Feinde bestimmt sind, sich in der Haut finden und im wesentlichen auch aus ihr hervorgegangen sind.

Bei den Hohltieren, den Aktinien, Quallen usw., die eigentlich nur aus zwei Zellschichten bestehen, finden sich die Giftapparate logischerweise in der äußersten Hautschicht (Ektoderm) und zwar in Gestalt der Nesselzellen (Cnidocysten). Auch bei den Stachelhäutern (Echinodermen) sind die Giftwaffen Hautgebilde, ebenso bei den Tausendfüßern (Chilognatha), welche aus kleinen Öffnungen – den Foramina repugnatoria – in Notfällen ein Giftsekret zu entlassen vermögen. Bei den giftigen Raupen sind die feinen Brennhaare ebenfalls Hautbildungen. – Die Wirbeltiere verhalten sich in dieser Hinsicht gleich: Viele Fische besitzen giftige Hautdrüsen, ebenso viele Amphibien (Kröten, Frösche, Salamander).

So wie die primitiven, gegen den artfremden Feind gerichteten Giftwaffen aus der Haut hervorgegangen sind, läßt sich zeigen, daß die für die Überwältigung der Beutetiere gebrauchten Giftwaffen ursprünglich vom Darmsystem abzuleiten sind. Weil sie aber sekundär auch gegenüber dem Feind zur Anwendung gelangen, ist diese Zweiteilung des Ursprungs und der Funktion nicht immer ohne weiteres ersichtlich.

Die Nesselbatterien der Hohltiere, obgleich sie jetzt auch zur Lähmung oder gar zur Tötung kleiner Fische oder Krebse und dergleichen dienen, standen ursprünglich im Dienste der Feindabwehr. Bei gewissen Polypenstöcken (z. B. *Podocoryne*), wo die einzelnen Polypen verschiedene Funktionen ausüben, sind diejenigen, die sich mit der Beute beschäftigen, die Freßpolypen, nessellos, während die der Feindabwehr dienenden Wehrpolypen die Nesselbatterien tragen.

Auch die eigentümlichen, im Meer lebenden Nacktschnecken aus der Gruppe der Aeolidier (Opisthobranchier) sprechen dafür, daß die Nesselzellen vor allem der Feindabwehr dienen. Diese kleinen Schnecken bringen es fertig, bestimmte nesselbesitzende Hohltiere zu verzehren, ohne daß diese Gelegenheit finden, von ihrer Waffe Gebrauch zu machen und ohne daß die scharf geladenen Nesselzellen verdaut oder irgendwie beschädigt werden. Vielmehr gelangen diese völlig intakt in führerartig aussehende Ausstülpungen eines Darmanhanges und werden von dort aus in der Haut der Schnecke eingepflanzt, um nötigenfalls – wie bei einem echten Hohltier – verwendet zu werden. Dieser einzigartige Fall einer natürlichen

Heterotransplantation, d. h. der Verpflanzung lebender Gewebsteile von einem Organismus auf einen ganz andersartigen, zeigt deutlich die Abgestimmtheit der Nesselwaffe auf Feinde und nicht auf Beutetiere. Auch hier findet das elementare Gesetz Ausdruck, daß überall im Tierreich die Feindvermeidung bzw. Feindabwehr vor allen anderen Funktionen wie Nahrungsaufnahme, Fortpflanzung usw. kommt.

Sehr schön läßt sich die Beziehung zwischen Haut und Feindwaffe einerseits, Darmsystem und Beutewaffe andererseits innerhalb der Gruppe der Tausendfüßer (Myriapoden) zeigen. Die Vertreter der ersten Untergruppe, die Diplopoden oder Chilognathen, die zwar nicht tausend, aber doch sehr viele – bis über hundert – Beine haben, einen runden Körperquerschnitt aufweisen und ausschließlich Vegetabilien verzehren, besitzen als Waffe gegen Feinde die schon früher erwähnten Foramina repugnatoria, Saftlöcher, an beiden Körperseiten. Es handelt sich dabei um die Öffnungen von Hautdrüsen, deren Sekret Feinde abzuhalten vermag.

Die Vertreter der zweiten Untergruppe, die Skolopender (Chilopoden), die viel weniger Beine und einen abgeflachten Körperquerschnitt besitzen, sind durchweg Raubtiere. Ihre Giftwaffe – die Kieferfüße (Maxillipeden) – besteht aus einer Hohlzange, deren kanülenartige Spitzen das Gift aus einer an der Zangenbasis gelegenen Drüse in die gebissene Beute leiten. Diese, aus den Mundgliedmaßen, also eigentlich aus dem Verdauungssystem hervorgegangene Apparatur ist zwar in erster Linie ein Organ der Beuteüberwältigung und -verdauung; sie wird aber auch gegenüber Feinden eingesetzt. Das dem Beutetier einverlebte Gift hat bereits verdauende bzw. vorverdauende Wirkung; der Biß ist gewissermaßen schon ein Akt der Beuteverarbeitung, der außerkörperlichen (extrakorporellen) Verdauung. Ganz entsprechendes gilt für die Giftschlangen; auch das Schlangengift ist im Prinzip eine verdauungsfördernde oder verdauungserleichternde Vorbereitung. Da aber Verdauung – grob ausgedrückt – Gewebszerstörung und -auflösung bedeutet, kann das ursprünglich der Beute zugesetzte Verdauungsgift vom Skolopender und von vielen Schlangen sekundär auch als wirksames Abwehrgift gegenüber artfremden Feinden Verwendung finden.

Die meisten tierlichen Gifte, die nicht dermatogen, d. h. nicht in der Haut entstehen, können geradezu als Verdauungssekrete charakterisiert werden, so das der Chilopoden, der Spinnen und erst recht das der Schlangen. Die Giftdrüsen der Schlangen sind denn auch nichts anderes als umgebildete, in bestimmter Richtung entwickelte Speicheldrüsen; ihr Gift ist demnach nichts anderes als modifizierter Speichel. Für die subjektive Be-

urteilung der Gifttiere ist das wesentlich: ihr Gift ist nicht *a priori* ein für den Menschen schädlicher Stoff, sondern ein für das Tier nützlicher. Um es noch simpler auszudrücken: die Tiere wollen mit ihrem Gift nicht dem Menschen schaden. Dieser banale Tatbestand kann nicht deutlich genug unterstrichen werden; denn in Unkenntnis desselben haben viele Menschen ein Vorurteil gegen die Gifttiere, und für den Tropenreisenden ist es sehr wesentlich, eine vernünftige, gesunde Einstellung zu allen Tieren, auch zu den Gifttieren, zu haben.

Viele Gifttiere, z. B. die Schlangen, sind nicht in der Lage, ihre Beute zu zerkleinern, sondern sie müssen sie unzerlegt verschlingen, es stehen ihnen keine Extremitäten oder Zähne mit Schneidewirkung zur Verfügung. Damit so große Nahrungsbrocken verdaut werden können, braucht es begreiflicherweise besonders wirksame Verdauungssäfte und mit der chemischen Bearbeitung des verhältnismäßig riesigen Beutestückes muß möglichst früh, nicht erst im Magen, nicht erst in der Mundhöhle, sondern noch früher begonnen werden, d. h. schon außerhalb der Mundhöhle. Es kommt zur extrakorporellen Verdauung. Das ist nur möglich mit Hilfe einer raschen Injektion einer möglichst starken Verdauungsflüssigkeit in die noch außerhalb der Mundhöhle befindliche Beute. Dieses Prinzip findet seine vollkommenste Verwirklichung bei den Solenglyphen (Vipern, Grubenottern). Diese verfügen über die technisch hervorragendste Einrichtung: Sie spritzen ihren Opfern mit derartiger Geschwindigkeit eine tödliche Dosis einer hochwirksamen Verdauungsflüssigkeit, d. h. Gift, ein, daß das menschliche Auge dieser blitzschnellen Injektion in den Einzelheiten überhaupt nicht zu folgen vermag. Nur der Zeitlupenfilm kann diesen Prozeß in seine einzelnen Phasen zerlegen und so dem Beobachter offenbaren.

Bei einer südamerikanischen Grubenotter (*Bothrops jararacussu*) wurde nach Böker (1937, S. 212) festgestellt, daß die Verdauungszeit für eine Ratte nur 4 bis 5 Tage beträgt, wenn die Ratte durch einen Giftbiß getötet, also extrakorporell vorverdaut worden ist, 12 bis 14 Tage hingegen, wenn die getötete Ratte von der zahmen Schlange ohne Zuhilfenahme ihres Giftapparates verschlungen wurde.

So betrachtet, präsentiert sich das Gift der Schlangen, wie erwähnt, als ein hochwirksames, vor der Magen- und Darmverdauung angewandtes Speicheldrüsensekret. Entsprechend dieser extremen Spezialisierung des Speichels finden wir in der Stammesgeschichte die damit parallel gehende Spezialisierung des Gebisses. Vom primitiven, mühsamen Verschlungen der noch lebenden, zappelnden Beute bis zum sozusagen eleganten Einverlei-

ben der durch Giftbiß vorbehandelten Beute in frischtotem Zustande finden sich bei den verschiedenen Schlangengruppen alle Übergänge.

Im einfachsten Fall, z. B. bei den harmlosen Nattern (Aglyphe Colubriden) oder bei den Riesenschlangen (Boiden) besteht der Oberkieferknochen (Maxillare) aus einer langgezogenen Spange, an deren Unterseite zahlreiche (10 bis 30) solide spitze Zähne befestigt sind. Der Maxillarknochen hat also eine kammähnliche Form. Während seiner Entwicklung zu einem geeigneten Injektionsinstrument hat dieser Zahnkamm folgende Veränderung erfahren: Die Zahl der Zähne wurde stark reduziert, bis auf einen Zahn, den Giftzahn (und seine hinter ihm vorgebildeten Ersatzzähne). Aus dem langgestreckten Zahnkamm, der viel länger als hoch war, wurde ein kurzer Halter für den Giftzahn, wesentlich höher als lang und sehr beweglich mit dem Schädel verbunden.

Aber auch der einzelne Zahn hat im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung eine wesentliche Umwandlung erfahren. Der primitive Zahn ist ein solider spitzer Kegel ohne jede Einrichtung zur Giftführung. Der erste Entwicklungsschritt, wie er heute etwa bei den Giftnattern (Elapiden) verwirklicht ist, bestand darin, daß der verlängerte und leicht gebogene Zahn vorn, also auf der äußeren Kurvatur, eine Furche erhielt, in welcher das Gift der Länge nach von der Zahnbasis nach der Spitze und in den Körper des gebissenen Beutetieres fließen konnte. Diese mehr oder weniger offene Rinne, die heute den opisthoglyphen (Boiginae) und proteroglyphen Nattern (Elapidae) zukommt, wurde weiter entwickelt zu einer geschlossenen Röhre, welche die Giftführung wesentlich verbessert. Solche Röhrenzähne – im Gegensatz zu den eben genannten Furchenzähnen – finden sich bei den Röhrenzähnern (Solenoglypha), d. h. bei den Viperiden und Crotaliden, also bei den höchstentwickelten Giftschlangen.

Ein Röhrenzahn gleicht einer gebogenen Kanüle; die Ausflußöffnung für das Gift befindet sich nicht direkt an der Spitze, sondern etwas näher der Basis und zeigt die Form eines längsgerichteten Schlitzes. Daß diese Öffnung an der äußeren Biegung angebracht ist und nicht auf der inneren, hat – wie Böker (1937, S. 122) ausführt – seinen besonderen Sinn: Nach dem Zubeißen bewegt sich der Zahn bzw. der ihm als Sockel dienende Oberkiefer nach hinten, das gebissene Tier aber versucht nach vorn, d. h. von der Schlange weg zu flüchten. Die konkave Hinterseite des Zahnes wird also gegen das Gewebe der Beute gedrückt, an der konvexen Vorderseite hingegen entsteht eine Sogwirkung, ein luftverdünnter Raum, der den Abfluß des Giftes begünstigt. Gleichzeitig erfolgt auch noch ein Druck auf

die Giftdrüse, der von verschiedenen Muskeln ausgeübt wird. Beim künstlichen „Melken“ von Giftschlangen zur Giftgewinnung wird dieser Muskeldruck durch Druck mit den Fingern ersetzt.

Der Giftapparat der Schlangen besteht aus folgenden drei Teilen:

1. Giftproduzierender Teil (Drüse);
2. Giftleitender Teil (Ausfuhrgang der Drüse);
3. Giftübertragender Teil (Furchen- oder Röhrenzahn).

Jeder einzelne Teil dieses Apparates sowie ihr Zusammenwirken lassen erkennen, daß hier eine hochspezialisierte, im Laufe einer langen Entstehungsgeschichte allmählich entwickelte Einrichtung vorliegt, deren einzelne Etappen bei verschiedenen Schlangen der heutigen Schöpfung noch nachzuweisen sind. So wie es heute noch Arten mit soliden oder gefurchten Zähnen gibt, kennt man solche, die zwar eine giftproduzierende Drüse, aber noch keine Verbindung mit dem Gebiß besitzen, z. B. die zentral-amerikanische, spitzköpfige, lianengleiche Baumnatter (*Oxybelis* = *Uromacer*) oder die ganz gewöhnliche europäische Ringelnatter (*Natrix natrix*). Bei den im Laufe der Stammesgeschichte beobachteten, sozusagen schrittweise hinzugekommenen „technischen“ Verbesserungen des Giftapparates handelt es sich bei den Schlangen in erster Linie um Spezialisierungen im Funktionskreise der Beute, d. h. im Dienste des Beuteerwerbes. Sekundär kommt die Verwendungsmöglichkeit gegenüber dem artfremden Feind, also im Funktionskreis des Feindes hinzu, und – bis zu einem gewissen Grade – auch im Funktionskreis des Artgenossen.

Der biologische Sinn der Giftigkeit ist, wenn wir die bisherigen Ausführungen nochmals überblicken, offenbar der, Tieren mit ungenügender mechanischer, elektrischer und psychologischer Bewaffnung zum Ausgleich dieser Schwäche eine neue, wirksame Waffe zu sein zum Schutz gegenüber artfremden Feinden (Nesseltiere, Chilognatha, Fische, Amphibien) oder zur Beschaffung und Überwältigung der Beute (Chilopoda, Spinnen, Schlangen). Der Mensch, der aus einer biologisch völlig verfehlten Vorstellung heraus, die Waffen aller Giftiere in erster Linie gegen sich gerichtet sieht, hat bei der Entstehung der Giftwaffen sicher nicht die geringste Rolle gespielt, und er bekommt heute diese Giftwaffen grundsätzlich nur dann zu spüren, wenn er in der Bedeutung eines Feindes auftritt. Als Beute wird er von den hier behandelten Tieren in keinem Fall gebissen

oder gestochen, die blutsaugenden Insekten und anderen wirbellosen Tiere fallen hier, wie einleitend betont, außer Betracht.

Die Funktionskreise

Im vorausgegangenen Abschnitt wurde gezeigt, daß es für die Giftwaffe zwei Hauptanwendungsgebiete gibt: den Feind und die Beute. Noch eine dritte Möglichkeit kommt – selten – vor: der Artgenosse in der Gestalt des geschlechtsgleichen Rivalen. Wahrscheinlich ist diese Anwendung schon deshalb nur selten zu beobachten, weil das Gift beim eigenen Artgenossen in vielen Fällen nicht wirkt, ebensowenig wie im eigenen Körper. Höchstens wenn ganz empfindliche Stellen getroffen werden, z. B. das Zentralnervensystem, kann es zu fatalen Wirkungen kommen; dabei ist aber zuweilen sehr schwer zwischen der mechanischen und der Giftwirkung des Bisses zu unterscheiden. Nach Pope (1937, S. 161) soll es vorkommen, daß Klapperschlangen einander durch Giftbisse töten und eine Klapperschlange, die sich in den eigenen Schwanz gebissen hat, sei nach 27 Stunden gestorben. Derartige Beobachtungen scheinen mir einer sorgfältigen Nachprüfung zu bedürfen. Einstweilen liegen nur wenige Anhaltspunkte dafür vor, daß z. B. Giftschlangenmännchen einander mit ihren Giftwaffen bekämpfen und es wäre außerordentlich erwünscht, daß zu dieser Frage weiteres Tatsachenmaterial geliefert würde. Die normale Kampfmethode rivalisierender Klapperschlangen-Männchen besteht in einer Art Ringkampf unter Verzicht auf die Giftwaffe (Hediger 1954, S. 262 ff.). Bei den berühmten Drohnenschlachten unter den Bienen, wenn die überzähligen Männchen von den Arbeiterinnen aus dem Stock gezerrt und vielfach sogar umgebracht werden, gelangen bezeichnenderweise weniger die Giftstacheln der Arbeiterinnen, sondern viel mehr ihre mechanisch wirksamen Kieferzangen zur Anwendung.

Das Anwendungsgebiet der Giftwaffen liegt also – soweit sich gegenwärtig beurteilen läßt – nicht oder nur höchst selten im Funktionskreis des Artgenossen, sondern recht eigentlich in dem des Feindes und der Beute. In vielen Fällen besteht zwischen beiden Anwendungsmöglichkeiten eine grundsätzliche Trennung, wovon sich jedermann schon überzeugt hat: Der Mensch kann beispielsweise eine Stechmücke oder eine Bremse ohne jedes Risiko mit der bloßen Hand fangen und darin festhalten. Unter keinen Umständen wird er von solchen Tieren mit den Mundgliedmaßen gestochen werden, weil hier der giftige Injektionsapparat ausschließlich

im Funktionskreis der Beute in Aktion tritt und weil der Mensch in dieser Situation eben ganz gewiß nicht Beute-, sondern Feindbedeutung für das Tier hat. Ganz anders verhält es sich aber, wenn wir eine Biene oder eine Wespe mit der Hand fangen und festhalten; auch dann hat der Mensch Feindbedeutung und weil der Stachel ein Giftapparat im Funktionskreis des Feindes ist, kann er gegen den Menschen angewandt werden.

Entsprechend liegen die Verhältnisse bei den anderen Gifttieren, auch bei gewissen Schlangen. Es gibt im indomalayischen Gebiet giftige Seeschlangen (Hydrophiiden), die vom Menschen oft unbedenklich in die Hand genommen werden, weil sie ihren Giftapparat nur – oder in der Regel nur – im Funktionskreis der Beute, d. h. gegenüber Fischen in Funktion setzen. Analoges ist auch anderen Waffenkategorien bekannt: der Giraffenbulle wird nicht mit den Hörnern gegenüber Löwen vorgehen, sondern mit seinen Vorderläufen; diese bilden die Waffe im Funktionskreis des Feindes. Die Hörner sind die Waffen gegenüber den arteigenen Rivalen, also im Funktionskreis des Artgenossen.

Sehr oft kommt es indessen auch vor, daß eine bestimmte Waffe (sekundär) in mehreren Funktionskreisen verwendet werden kann. Primär ist wohl jede Waffe entweder auf den Feind oder auf die Beute ausgerichtet; aber in vielen Fällen erfahren die Waffen – ob es sich jetzt um mechanische, elektrische, chemische oder psychologische handelt – einen Funktionswechsel bzw. eine Funktionserweiterung. Das Gebiß manchen Säugetieres mag ursprünglich der Nahrungszerkleinerung gedient haben und wurde dann auch in den Dienst der Feindabwehr oder des Kampfes mit arteigenen Rivalen gestellt (z. B. Flußpferd, Affen). Die elektrische Waffe mancher Fische diente ursprünglich zweifellos der Feindabwehr und – nach weiterer Entwicklung – auch dem Beuteerwerb. Der Giftapparat der Gifschlangen stand ursprünglich zweifellos im Dienste des Beuteerwerbes und wurde erst im Laufe der Stammesgeschichte zu einer gefährlichen Waffe der Feindabwehr. Das geht übrigens auch schon daraus hervor, daß die Gifte der einzelnen Schlangenarten vielfach spezifisch für ihre bevorzugten Beutetiere sind, d. h. auf diese ganz besonders stark wirken.

Die Kenntnis der drei Funktionskreise (Feind, Beute, Artgenosse) und ihre Beziehung zu den Waffen ist von entscheidender Bedeutung für die richtige Beurteilung der Giftwaffen der Tiere und ihrer Gefährlichkeit gegenüber dem Menschen. Denn der Mensch wird von allen wirklich gefährlichen Gifttieren (Schlangen, Echsen, Kröten, Fischen, Spinnen, Skor-

pionen usw.) niemals als eine Beute, sondern ausschließlich in seiner Bedeutung als Feind bedroht. Diese Feindbedeutung zu vermeiden, hat der Mensch weitgehend in der Hand! Praktisch heißt das: Gifttiere soll man nicht unnötig stören, sondern ihnen möglichst aus dem Wege gehen; sie werden dem Menschen nur gefährlich, wenn sie sich von ihm bedroht fühlen – und das läßt sich in vielen Fällen vermeiden!

Spontane Angriffe, d. h. ein gänzlich unmotiviertes Losstürzen auf den Menschen, gibt es normalerweise nicht. Für das Tier ist der Angriff immer motiviert; aber für den Menschen sind die Motive nicht immer ohne weiteres ersichtlich. Grundsätzlich hat jedes Gifttier – wie irgendein anderes Tier – die Tendenz, sich vor dem Menschen als einem Feind zurückzuziehen; auch das Gifttier folgt dem Gesetz der Flucht. Nur erfolgt seine Flucht oft langsamer als die Annäherung des Menschen – z. B. bei den afrikanischen Bitis-Arten, die sich nur schwerfällig fortbewegen können – so daß es zur Wehr- bzw. zur Kritischen Reaktion kommt (siehe S. 18). Dem Gifttier kommt ferner eine zweite grundsätzliche Tendenz zu, nämlich die, sein Gift nicht unnütz zu verspritzen, sondern möglichst sparsam damit umzugehen. Es braucht seine Giftwaffe im Feindeskreis daher nur in Situationen der Notwehr und gewiß nicht aus „reiner Angriffslust“, die es gar nicht gibt. Was uns beim Gifttier als Angriff imponiert, ist in Wirklichkeit immer ein Akt der Verteidigung, der Notwehr. Zu scheinbar spontanen Angriffen kommt es zuweilen dann, wenn das Brutrevier einer Schlange, also ihr Territorium, unversehens betreten wird, was natürlich jedem Reisenden zustoßen kann. In dieser Situation fühlt sich die um ihre Nachkommenschaft besorgte Schlange bedroht und geht zur Verteidigung über, d. h. sie versucht, den Eindringling aus dem Territorium zu vertreiben. So sind wohl die Verhaltensweisen zu verstehen, die besonders von der südostasiatischen Königshutschlange (*Naja* = *Ophiophagus hannah*) und von den afrikanischen Mambas (*Dendroaspis*) berichtet werden.

Fassen wir die kurzen Ausführungen über die Gifttiere zusammen, so gelangen wir zu der keineswegs selbstverständlichen Formulierung, daß die tierlichen Gifte nicht in erster Linie etwas für den Menschen Schädliches, sondern vor allem etwas für das Tier Nützliches, ja Lebensnotwendiges sind. Eine Giftschlange, die aus irgendeinem Grund kein Gift mehr besitzt, ist weder imstande, Beute zu erwerben, noch sich wirksam gegen Feinde zu verteidigen. Diese Tatsache kann gar nicht genug betont werden. Das Gift der Gifttiere ist nur zu allerletzt auch für den Menschen da, und nur dann, wenn der Mensch in der Rolle eines Feindes dem Gifttier gegenübertritt.

2. Die einzelnen Gifttiergruppen

Wie schon mehrfach hervorgehoben, kann diese Übersicht über die große Zahl von tropischen Gifttieren nur sehr dürftig sein; sie ist auf die Bedürfnisse der Praxis des Tropenreisenden abgestimmt und soll nach Möglichkeit vom Wesentlichen das Wichtigste vermitteln. Auf die Giftigkeit der Einzeller (Protozoen) kann beispielsweise überhaupt nicht eingegangen werden. Unter den Schwämmen (Parazoen) kommen gefährliche Arten nicht vor. Im übrigen ist hier in erster Linie nur von den sogenannten aktiv giftigen Tieren die Rede, d. h. von solchen, deren Giftigkeit man schon bei bloßer Berührung zu spüren bekommt oder die über besondere Verletzungs- und Giftübertragungseinrichtungen verfügen. Sie sind für den Tropenreisenden bedeutsamer als die passiv giftigen Tiere, die gegessen oder verletzt werden müssen, um eine Giftwirkung auszulösen.

Beginnen wir bei den besonders in den tropischen Meeren in unerhörtem Farben- und Formenreichtum entfalteten Hohltieren, also bei den Korallen, Aktinien, Polypen, Quallen, Medusen und wie die unendlich mannigfaltigen Erscheinungsformen der Hohltiere sonst noch genannt werden. Es sind durchwegs zarte, gallertige, schleimige, teils intensiv gefärbte, teils glasig durchsichtige, freischwimmende oder festsitzende, oft stern-, blumen- oder schirmförmige Lebewesen in der Größenordnung von einem Stäubchen bis zu einem Meter Durchmesser. Zum Teil sind diese Geschöpfe, deren genaue Beschreibungen Bände füllen, ohne feste Bestandteile, während andere astartig verzweigte, oft gewaltig auswachsende Kalkskelette enthalten (Korallen). Die riesigen, das Bodenrelief tropischer Küstengebiete oft entscheidend gestaltenden Korallenbänke bilden wegen ihrer Veränderlichkeit, d. h. wegen ihres dauernden und unberechenbaren Wachstums eine der Hauptgefahren für die tropische Küsten- und Inselschiffahrt.

Es ist klar, daß eine Tiergruppe von so enormer Vielgestaltigkeit und so eminenter Bedeutung Gegenstand einer umfangreichen Literatur ist. Hier müssen wir uns mit dem praktischen Ratschlag begnügen, nicht barfuß über Korallenbänke zu gehen und die Berührung mit allen Hohltieren nach Möglichkeit zu vermeiden wegen der Nesselbatterien, die dadurch zur Entladung gebracht werden und die auf der menschlichen Haut ein unangenehmes Brennen, lokale Entzündungen, in schweren Fällen sogar Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Fieber usw. hervorrufen können.

Die fast allen Hohltieren zukommenden Nesselbatterien stellen eine Vielheit, eine Häufung von Nesselzellen dar. Eine Nesselzelle oder Nessel-

kapsel (Nematoblast, Cnidoblast oder -cyste) besteht aus einer mikroskopisch kleinen, meist tropfen- oder birnförmigen Zelle, deren Inneres einen spiralförmig aufgewundenen, mit winzigen Stiletten und Häkchen versehenen Faden und eine giftige Flüssigkeit enthält. Bei Berührung des nach außen gerichteten Sinnesfortsatzes, gewissermaßen des Abzuges (Cnidocil) durch einen Feind oder eine Beute springt der Verschluß auf, der bewehrte Faden wird gestreckt, d. h. vorgesleudert und die austretende Flüssigkeit kann durch die vom Faden gesetzte Verletzung ins Gewebe eindringen.

Diese Nesselkapseln können in ungeheuerer Anzahl vorhanden sein. So enthält z. B. ein einziger Fangarm einer im Mittelmeer vorkommenden Aktinie (*Actinia mesembryanthemum*) über vier Millionen Nesselbläschen und die ganze Aktinie besitzt mehr als 100 Fangarme (Pawlowsky 1927, S. 19). Man darf sich indessen auch diese Waffe nicht als automatisch funktionierend vorstellen; nicht jede Berührung löst Entladung der Nesselbatterien aus. So lebt z. B. ein indo-australischer Korallenfisch (*Premnas biaculeatus*) mit einer großen Aktinie in einer eigentümlichen Symbiose: Ist Gefahr im Anzuge, so wühlt sich der Fisch förmlich in die nesselzellenstrotzenden Fangarme seiner Aktinie ein, ja er lässt sich sogar mit einstülpen. Es wird angenommen, daß der Fisch gegen das Nesselgift immun sei; wahrscheinlicher ist jedoch, daß diese Giftwaffe gegen ihn gar nicht eingesetzt wird, denn im Gegensatz zu anderen Reizen, bleibt die Aktinie völlig ruhig, wenn ihr Fisch zwischen ihren Tentakeln herumwühlt. Der Fisch genießt also zweifellos den Giftschutz der Aktinie; diese wird dafür vom Fisch gefüttert, er stopft ihr die Futterbrocken direkt in die Mundöffnung hinein. Gegenüber arteigenen Rivalen verteidigt der Fisch „seine“ Aktinie mit Hilfe der großen Stacheln, die unterhalb des Auges sitzen und die ihm den Namen *biaculeatus* (= der Zweistachlige) eingetragen haben. Die Entdeckung dieser einzigartigen Symbiose zwischen Aktinie und Fisch erfolgte merkwürdigerweise weder in Indien noch sonst in einem tropischen Korallenriff, sondern im Berliner Aquarium durch den Fischspezialisten Ernst Ahl (1926). Seither ist Entsprechendes von anderen Arten bekannt geworden.

Unter den Stachelhäutern (Echinodermen), d. h. den ausschließlich im Meer lebenden Seeigeln, Seesternen, Seegurken, Schlangensternen usw. finden sich mit Ausnahme des bereits erwähnten Seeigels *Asthenosoma urens* (siehe S. 142) keine Gifttiere von praktischer Bedeutung. Die meisten Stachelhäuter verfügen eben, wie es ihr Name andeutet, über einen hinreichenden mechanischen Schutz. – Aktiv giftige Würmer (von den Blutegeln abgesehen) und Mollusken, also Schnecken, Muscheln, Tintenfische,

spielen eine so geringfügige Rolle, daß sie hier vernachlässigt werden dürfen. Daß der Genuß von Muscheln, auch von solchen, die viel gegessen werden (Austern und Miesmuscheln) zuweilen Vergiftungserscheinungen von noch nicht restlos abgeklärter Art zur Folge haben kann, sei nur nebenbei erwähnt, da es sich um seltene Ausnahmefälle handelt.

Vielen Insekten kommt in den Tropen eine außerordentliche Bedeutung als Krankheitsüberträger zu, als Gifttiere sind sie weniger wichtig. Mit ihnen beschäftigt sich daher vor allem die Tropenmedizin und die medizinische Entomologie; hier ist es nicht möglich, auf diese Spezialgebiete einzugehen. Daß Stiche von Wespen, Ameisen usw. ebenso wie in der gemäßigten Zone zu vermeiden sind, ist selbstverständlich. Auch Schmetterlingsraupen sollten nicht berührt werden; denn unter ihnen gibt es in den Tropen viele, welche Brennhaare besitzen, d. h. winzige, meist nicht einmal millimeterlange, daher oft kaum sichtbare Härchen, welche leicht abbrechen und in die menschliche Haut eindringen, wo sie rein mechanisch lästige Entzündungen verursachen. Vielleicht werden diese zuweilen noch verstärkt durch die anhaftenden Spuren artfremden Eiweißes.

Außerdem besitzen viele Raupen tropischer Schmetterlinge eigentliche Giftstacheln, die oft zwischen längeren Haaren versteckt liegen. Sie wirken ähnlich wie eine winzige Injektionsspritze und können – wie die Brennhaare – unangenehme Hautentzündungen (Dermatitiden) hervorrufen, die unter Umständen mehrere Tage lang andauern und sich durch starke Färbung (Rötung) und Juckreiz auswirken. In schweren Fällen kann es zu Kratzen im Hals, Hustenreiz und Schluckbeschwerden kommen, zu Nasenbluten, Zahnfleischschwellungen usw. Besonders unangenehm wirken Raupenhaare in den Augen, wo sie Bindehautentzündungen (Konjunktivitis) von wochenlanger Dauer und sogar schwere Schädigungen (Ophthalmia nodosa) hervorrufen können.

Spinnen

Im Gegensatz zu den Insekten kommt den tropischen Spinnen als Gifttieren eine sehr große Bedeutung zu; es ist nicht übertrieben zu behaupten, daß die Spinnen neben den Schlangen die wichtigsten Gifttiere darstellen. Während aber die Schlangen aller Erdteile recht befriedigend erforscht sind, herrscht hinsichtlich der Spinnen noch verhältnismäßig wenig Klarheit. Sie treten in einer wahrhaft unüberschaubaren Formenfülle auf,

in vielen Tausenden von Arten, so daß sie von der zoologischen Systematik viel schwerer zu erfassen sind als die rund 2500 Schlangenarten. Nur ein Spezialist, der sein ganzes Leben dem Studium der Spinnen widmet, ist einigermaßen in der Lage, eine Übersicht zu gewinnen. Und diese Spezialisten sind heute sehr selten; man kann sie an den Fingern einer Hand aufzählen und die Museen, in deren Magazinen sich riesige Mengen unbestimmter Spinnen aufstauen, schreien förmlich nach ihnen. Junge Zoologiestudenten sucht man verzweifelt zu überreden, sich dem Studium der Spinnen zuzuwenden – meist ohne Erfolg. So befindet sich die Spinnenkunde zweifellos in einem Krisenstadium, das um so bedauerlicher ist, als die exakte systematische Kenntnis der Spinnen die unerlässliche Grundlage für die Erforschung ihrer Giftwirkung bildet, die immerhin alljährlich nicht wenigen Menschen schwere Leiden bringt oder ihnen sogar das Leben kostet.

Eine weitere Schwierigkeit in der Erforschung der Spinnengifte besteht darin, daß Spinnen im Vergleich zu den Schlangen verschwindend kleine Mengen Gift produzieren und daß sie sich nicht „melken“ lassen, d. h. es kann ihnen nicht, wie bei den Giftschlangen, das zum Experimentieren notwendige Gift einfach ausgepreßt werden, sondern man muß die Spinne zur Gewinnung ihrer winzigen Giftmenge töten. Jedenfalls war das bis vor kurzem so. Im Sommer 1957 wurde mir jedoch im Institut von Butantan (Sao Paulo) eine überaus elegante Methode vorgeführt, welche es gestattet, Spinnen mit Hilfe einer schwachen elektrischen Reizung Gift zu entnehmen, ohne die Tiere zu verletzen. Dasselbe gilt auch für Skorpione.

Schließlich ist das Spinnengift viel labiler, flüchtiger, d. h. viel weniger haltbar als das Schlangengift. Alle diese Umstände erschweren die Erforschung der Spinnengifte und die Herstellung von Heilsera, wie sie zur Behandlung von Giftschlangenbissen längst üblich sind, in außerordentlicher Weise. – Während aus einer Spinne im Laboratorium nur ein halbes bis höchstens drei tausendstel Gramm Gift gewonnen werden kann, läßt sich durch Druck auf die Giftdrüsen, durch das sogenannte Melken z. B. bei einer Kobra oder bei einer Klapperschlange immerhin eine Menge von 100–400 Milligramm auspressen, und die Schlange bleibt am Leben und kann später noch wiederholt zur Giftgewinnung verwendet werden. Das gibt schon wesentlich brauchbarere Versuchsmengen.

Die Giftdrüsen sitzen bei den Großspinnen (Mygalomorphae) in der Basis ihrer röhrenzahnartigen Zangen (Cheliceren), bei den anderen, kleineren Arten (Araneimorphae) dagegen sind sie mehr oder weniger weit

in das Kopfbruststück (Cephalothorax) verlagert. Wie bei den Giftschlangen, so steht der Giftapparat der Spinnen primär im Dienste des Beuteerwerbes (Funktionskreis der Beute), sekundär aber auch im Dienste der Feindabwehr (Funktionskreis des Feindes). – Gewöhnlich fürchten sich die Menschen am meisten vor den größten Spinnen, während in Wirklichkeit die mittelgroßen und kleinen Arten die gefährlichsten sind. Es verhält sich hier also ähnlich wie bei den Haifischen; bei diesen sind die kleinsten und die größten Arten für den Menschen nicht schlimm.

Die populärsten Großspinnen sind die sogenannten Vogelspinnen (Aviculariidae, Mygalidae), von denen der Außenstehende gewöhnlich annimmt, daß es vielleicht etwa ein Dutzend verschiedene Arten gibt; in Wirklichkeit existieren von dieser einen Spinnengruppe allein ungefähr 1500 verschiedene Arten, etwa 200 kommen in Brasilien vor – und jedes Jahr wird der umfangreiche Katalog dieser Tiere noch ergänzt! (Vellard 1936, S. 115). Einzelne Arten, wie die brasilianische *Grammostola longimana*, erreichen eine Länge von 8 Zentimeter – die Beine natürlich nicht mitgerechnet. Die in Guayana vorkommende *Theraphosa blondi* bringt es auf 9 Zentimeter Körperlänge und die von U. Gerhardt 1933 in Halle (Saale) beschriebene, von einer Tierhandelsfirma eingeführte *Eurypelma halensis* wird sogar 11 Zentimeter lang und ist damit die größte bisher bekannt gewordene Spinne überhaupt.

Die Bezeichnung Vogelspinne beruht übrigens auf einem Mißverständnis und ist gänzlich irreführend; denn diese Riesenspinnen denken im allgemeinen nicht daran, Vögel zu fressen, ihre Nahrung besteht vielmehr aus Insekten und kleinen Reptilien wie Eidechsen und Schlangen. Jedenfalls gibt es keine einzige Vogelspinne, die Netze nach Art der Netzspinnen baut, in denen sich etwa kleine Vögel verfangen könnten!

Vielfach gelangen Vogelspinnen, die in allen Tropenregionen der Erde vorkommen, zufällig mit Bananentransporten nach Europa oder Nordamerika und werden dann den Zoologischen Gärten zugestellt, wo sie nicht nur vielbestaunte Schauobjekte, sondern gelegentlich auch recht interessante Forschungsobjekte bilden. So ließ sich in Gefangenschaft z. B. eine überraschend lange Lebensdauer feststellen: bis über 20 Jahre. Die Geschlechtsreife tritt bei gewissen Arten erst nach 10 Jahren ein – also etwa gleich spät wie beim Elefanten. Gerhardt (1933) konnte in Halle eigentümliche Verhaltensweisen bei der Fortpflanzungstätigkeit feststellen bzw. bestätigen. Die Besonderheit der Begattung bei den Spinnen liegt darin, daß die Männchen im Besitze von accessorischen Begattungsorganen sind,

d. h. es sind bei ihnen Organe für die Begattung ganz spezifisch ausgebildet, die ursprünglich mit den Sexualorganen, mit dem Funktionskreis des Geschlechts, gar nichts zu tun haben, nämlich die Kiefertaster, die das zweite Extremitätenpaar bei den Spinnentieren darstellen. Diese haben also – um auch hier die Ausdrucksweise der Uexküllschen Umweltlehre anzuwenden – einen Bedeutungswandel erfahren. An ihrem freien Ende tragen diese Taster einen Behälter, der mit einer feinen Öffnung nach außen mündet. Diese Gefäße werden an der Geschlechtsöffnung, die beim Männchen an der Bauchseite des Hinterleibes liegt, mit Samen gefüllt und ermöglichen so den Transport in die weiblichen Samentaschen. Bei der Vogelspinne hat nun das Begattungszeremoniell einen sehr hohen Grad der Kompliziertheit erreicht:

Das Männchen spinnt zunächst ein kleines deckenförmiges Gewebe (Spermanetz), kriecht unter diese Decke, wobei es mit seinen Kiefern ein Loch hineinbeißt und dreht sich so um, daß seine Geschlechtsöffnung unter den halbkreisförmigen Rand des angebissenen Gewebes kommt, an welchem der austretende Spermatropfen angehängt wird. Das Tier kriecht nun auf die obere Fläche des Gespinstes und schlägt mit den beiden Kiefertastern in raschem Rhythmus in den Tropfen, der im Verlaufe von etwa einer Stunde aufgesogen wird. Darauf zerstört das Männchen sein Gewebe und ist begattungsbereit. Die Begattung ist bei allen bisher untersuchten Vogelspinnen dadurch gekennzeichnet, daß die Männchen – welche übrigens bei dieser Gelegenheit bei anderen Arten vom Weibchen nicht selten aufgefressen werden – die gefährlichen Kieferklauen der Weibchen mit Hilfe eines an der Schiene ihres ersten Beinpaars angebrachten Hakens ergreifen und so nicht nur die Partnerin in Schach halten, sondern auch Halt gewinnen, um ihre Taster von vorn her unter den weiblichen Hinterleib an die Geschlechtsöffnung zu bringen.

Bei der Beobachtung von Vogelspinnen in Gefangenschaft hat sich auch gezeigt, daß reife Männchen sich nicht mehr häuten, während das bei den Weibchen noch ungefähr jedes Jahr ein- bis zweimal der Fall ist. Das Tier legt sich zu diesem Zwecke auf den Rücken und erscheint wie leblos; manchmal wird auch die Bauch- oder Seitenlage beibehalten. Meist während der Nacht löst sich ein deckelartiger Bezirk auf der Oberseite, durch welchen das frischgehäutete Tier aus der alten Haut aussteigt. Da sich dieser Hautdeckel in der Regel wieder schließt, gleicht die alte Haut oft zum Verwechseln einem lebenden Tier, ähnlich wie ein frisch abgestreifter Krebspanzer ein lebendes Individuum vortäuschen kann.

Nachdem bekannt geworden ist, daß Vogelspinnen trotz ihrer Größe nicht zu den gefährlichsten Spinnen gehören, ist da und dort die Behauptung aufgestellt worden, Vogelspinnen seien für den Menschen überhaupt völlig harmlos. Das ist sicher unrichtig; Bisse von Vogelspinnen können äußerst unangenehme, ja sogar ernsthafte Vergiftungserscheinungen zur Folge haben. Wie bei allen anderen Spinnen, so ist auch hier Vorsicht durchaus angezeigt. Wenn einmal ein Bißfall harmlos verläuft, so darf das unter keinen Umständen verallgemeinert werden; denn es kommt hier – wie auch bei anderen Gifttieren – sehr auf den jeweiligen physiologischen Zustand, auf Geschlecht, Jahreszeit und andere Faktoren an.

Zuweilen ereignen sich Bißfälle – wie mit Schlangen – weit außerhalb der Tropen. So wurde mir von Dr. Heinz Rutz ausführlich über einen Bißfall berichtet, der sich am 6. November 1957 in Winterthur zugetragen hat: „Beim Ausladen einer Bananensendung aus Ecuador war eine ca. 37 Jahre alte Arbeiterin eben im Begriff, ein Stahlkabel an einem Bananenbüschel zu befestigen, als sie plötzlich einen starken Schmerz in der rechten Hand verspürte. Sie zog die Hand rasch zurück samt einer Vogelspinne, die sich in ihrem Mittelfinger festgebissen hatte. Ein energischer Ruck schleuderte das Tier dann zu Boden. – Nach Angaben der Frau schmerzte der Biß etwa wie ein kräftiger Wespenstich. Sie schenkte ihm vorerst keine besondere Aufmerksamkeit, doch nach etwa 30 Minuten machten sich bereits die ersten Giftwirkungen bemerkbar: Herzklopfen, Schwindel, Schwächegefühl. Die Frau suchte dann den Arzt auf, der ihr eine Calcium- und Synopenspritze verabreichte und sie im Auto nach Hause transportieren ließ. Die Frau blieb den ganzen übrigen Tag im Bett, bei ausgesprochenem Schwäche- und Schwindelgefühl und einer auf 39° C gesteigerten Körpertemperatur“. Am folgenden Tag waren die Symptome schwächer geworden, die Behandlung wurde noch einige Tage fortgesetzt.

Übrigens vermögen einzelne Vogelspinnen-Arten mit den Beinen feine, borstenartige Härchen vom Körper abzulösen und in die Luft aufzuwirbeln, so daß Teile dieser samartigen Behaarung in die Augen und Atemwege von Menschen gelangen können, die sich in der Nähe befinden. Auch in die Haut können die feinen Härchen eindringen. Die mechanische Reizung, die dadurch entsteht, kann Entzündungen, heftiges Jucken, Schmerzen usw. zur Folge haben. Auch deswegen empfiehlt es sich, Vogelspinnen oder abgestreifte Häute von solchen nur mit entsprechender Sorgfalt zu behandeln.

Weit bedeutsamer als die großen Vogelspinnen sind verschiedene kleinere Arten der Tropen, weil ihr Biß häufig zu schweren Vergiftungen, ja

zum Tod führen kann. Die Gifte der einzelnen Arten wirken ganz verschieden; es werden z. B. Störungen des Nervensystems hervorgerufen, Lähmungen oder Krämpfe, andere bilden Gangräne, zersetzen das Blut oder bringen das Gewebe zum Absterben usw. Diese ungleiche Wirkung erschwert natürlich die Herstellung eines einheitlichen Heilmittels außerordentlich. Vielfach haben die Bisse auch scheußliche, geradezu unerträgliche Schmerzen zur Folge.

J. Vellard (1936) hat in einem Band der „Monographies de l’Institut Pasteur“ mehr als 200 Publikationen über das Gift der Spinnen verarbeitet und unter besonderer Berücksichtigung von Amerika eine sehr wertvolle Übersicht über die gefährlichsten Spinnen der Welt gegeben. Eine der schlimmsten Spinnen der neuen Welt, mit einer Verbreitung von den USA bis Patagonien, ist die berühmte Schwarze Witwe (*Latrodectus mactans*). Diese ist nur 12 bis 15 Millimeter lang, seidenschwarz, mit vier oder fünf roten, oft gelb umrandeten Flecken auf dem Hinterleib. Im Gegensatz zu den großen, langlebigen Vogelspinnen besitzt diese Art eine maximale Lebensdauer von nur einem Jahr. In einigen Prozenten der Fälle kann der Biß beim Menschen einen tödlichen Verlauf nehmen. Ihr kleines Netz legt die Schwarze Witwe oft an der Basis von Sträuchern an, und verhältnismäßig häufig werden die Erntearbeiter in den Baumwollpflanzungen gebissen. Oft wohnt diese Spinne auch in tütenartig eingerollten trockenen Blättern; aber sie hat auch eine Vorliebe für die Nachbarschaft, ja für das Innere von Häusern und dort verbirgt sie sich – genau gleich wie ihre australische Verwandte (*Latrodectus hasselti*) – auffällig häufig unter den Klosetsitzen. Infolgedessen kommt es beim Menschen verhältnismäßig oft zu äußerst schmerhaften Bissen in die Genitalgegend. Krämpfe, Zittern, Zucken, Schweißausbrüche, Halluzinationen, Harn- und Stuhlverhalt, Erbrechen, Zyanose usw. können sich einstellen; hingegen kommt es gewöhnlich nicht zu Nekrosen. – Der ebenfalls in Amerika vorkommende *Latrodectus geometricus* ist wesentlich harmloser.

1934 war in Nordamerika ein gehäuftes Auftreten der Schwarzen Witwe (*Latrodectus mactans*) zu beobachten und die Öffentlichkeit beschäftigte sich intensiver als sonst mit dieser gefährlichen Spinne. Das brachte zwei interessierte Journalisten auf den Gedanken, sich näher mit dieser volkstümlichen Spinne zu befassen. Sie sammelten alle erreichbare Literatur, studierten über tausend Bißfälle und hielten sich Hunderte von Exemplaren zur Beobachtung zuhause. Ein Mediziner aus Los Angeles, Dr. Emil Bogen, unterstützte die beiden in bezug auf die medizinische Seite ihrer Bemühungen, und so entstand nach zehn Jahren die einzigartige Mono-

graphie über die Schwarze Witwe von R. L. Thorp und W. D. Woodson (1945). In der von den beiden Autoren erfaßten Zeitspanne von 1726 bis 1943 stießen sie auf 55 tödliche Bißfälle in 17 Staaten.

Ein überaus wertvolles Kapitel über die gefährlichen Spinnen (und übrigen Gifftiere) Südamerikas findet sich in dem vorzüglichen Werk von Flavio da Fonseca (1949) von dem berühmten Institut in Butantan (Sao Paulo).

Die Gattung *Lycosa*, die weltweite Verbreitung besitzt, ist in Südamerika durch etwa 50 Arten vertreten; sie sind vor allem an ihrem dicken Kopfbruststück (Cephalothorax) zu erkennen. Ihre Größe schwankt zwischen 8 und 40 Millimeter. Diese Spinnen verstecken sich oft in abgelegten Kleidern, und entsprechend ereignen sich die Bißfälle meistens beim Anziehen. Für sie sind umfangreiche Hautnekrosen, harte Oedeme, Verfärbungen typisch. Die Vernarbung kann Monate in Anspruch nehmen und bei ungenügender Wundpflege stellen sich leicht Sekundärinfektionen ein.

Ferner stellen verschiedene Arten der Gattung *Ctenus* sehr gefährliche Spinnen dar; wahrscheinlich verursachen sie von allen Spinnen die meisten Bisse mit tödlichem Ausgang. Die genaue Bestimmung dieser Spinnen, welche den *Lycosen* ähnlich sehen, ist oft sehr schwierig; darauf beruhen zweifellos bis zu einem gewissen Grade die widerspruchsvollen Resultate, zu denen die wenigen *Ctenus*-Forscher gelangt sind. Manche haben deswegen sogar resigniert auf die Veröffentlichung ihrer Untersuchungen verzichtet. Es handelt sich bei *Ctenus* um mittelgroße Spinnen (30–45 Millimeter), die äußerst reizbar sind und die unter Umständen ihren Feind aus über 20 Zentimeter Entfernung anspringen, wobei sie vorher oft eigentümliche Drohstellungen einnehmen.

Der *Ctenus*-Biß hat äußerst heftige, ausstrahlende Schmerzen zur Folge, Muskel- und Eingeweidekrämpfe, Aufregungszustände, Schwindel, Erbrechen usw., jedoch keinerlei Nekrose. Entsprechend der Eigentümlichkeit vieler *Ctenus*-Spinnen, sich nachts in den Schuhen zu verstecken, sind über 50 % der Bisse an den Füßen und Beinen des Menschen lokalisiert. Besonders *Ctenus nigriventer* und *Ctenus ferus* verursachen schwere, mitunter tödliche Bißfälle.

Diese paar Beispiele müssen genügen, um darzutun, daß Spinnenbisse in den Tropen nicht leicht zu nehmen sind und daß sich eine gewisse Vorsicht diesen unscheinbaren Gifftieren gegenüber empfiehlt. Auch sie grei-

fen ja den Menschen selbstverständlich nur in der Notwehrsituat ion an; wegen ihrer Kleinheit, ihrer versteckten und zumeist nächtlichen Lebensweise gerät der Mensch aber verhältnismäßig leicht in die verhängnisvolle Nähe, in der sie sich von ihm bedroht fühlen. Die typischen Situationen unter dem Klosetsitz, in den Kleidern oder gar in den Schuhen können für die Spinnen sehr leicht als bedrohlich empfunden werden.

Skorpione

Die Tropen sind die eigentliche Heimat der Skorpione, und innerhalb der Tropen verfügt Afrika über den größten Reichtum an diesen, den Spinnen verwandten, bei flüchtiger Betrachtung an Krebse erinnernden Geschöpfen, von denen etwa 500 Arten bekannt sind. Die rein äußerliche Ähnlichkeit mit den Krebsen beruht vor allem auf dem Vorhandensein von Scheren. Diese mechanischen Waffen bestehen indessen bei den Krebsen aus den Cheliceren, bei den Skorpionen aus den Pedipalpen (Kiefertastern). Beim Krebs ist der obere Teil der Schere beweglich, beim Skorpion dagegen der untere.

Der Hinterleib (Abdomen) ist beim Skorpion sehr lang und schlank ausgezogen (Postabdomen), über den Rücken hinweg oder seitlich nach vorn bis über den Kopf vorstreckbar und trägt am Ende den mit der Giftdrüse in Verbindung stehenden, giftzahnähnlichen Stachel. Im Gegensatz zum Röhrenzahn der Schlangen befindet sich die Ausflußöffnung hier an der Spitze selbst, und der Skorpionstachel kann – jedenfalls bei ausgewachsenen Tieren – nicht ersetzt werden; eine einmalige Beschädigung kann daher zeitlebens nicht wieder gutgemacht werden. Mit Hilfe dieses Giftapparates vermag der Skorpion seine Beute – vorwiegend Insekten und Spinnen – zu bearbeiten, falls die mechanischen Mittel, d. h. die Scheren, dazu nicht genügen. Auch gegenüber Feinden (Mensch) wird diese Giftwaffe in der Not verwendet. Ob sie primär in den Funktionskreis der Beute gehört, vermag ich nicht zu beurteilen.

Unter den Skorpionen, die teils an sehr trockenes Milieu (Wüstenskorpione), teils an das feuchte Urwaldmilieu angepaßt sind, gibt es kleine, nur wenige Zentimeter lange Arten, andererseits aber auch sehr große von 20 bis 22 Zentimeter Länge (z. B. Pandinus in Afrika). Ihre Giftwirkung ist zum Teil nicht größer als die einer Wespe, doch kann sie zuweilen für den Menschen auch lebensgefährlich sein. Der Tropenreisende wird gut tun,

Skorpione gegenüber vorsichtig zu sein. Es sind fast durchweg Nachttiere, die sich durch Licht und Feuerschein anlocken lassen; tagsüber sind sie in der Regel unter Steinen, in Ritzen usw. verborgen. Manche leben gerne in menschlichen Wohnungen und verirren sich gelegentlich in abgelegte Kleider und Schuhe, zuweilen fallen sie beim Klettern von Dachbalken usw. herunter. Den besten Schutz bietet eine hinreichende Beleuchtung so lange man irgendeine Tätigkeit ausübt, bei der riskiert werden muß, daß man unversehens mit einem Skorpion in Berührung kommen könnte. Herumtasten in dunkeln oder halbdunkeln Räumen sollte in den Tropen ohnehin tunlichst vermieden werden.

In bezug auf ihre Lebensweise sind Skorpione äußerst fesselnde Lebewesen, besonders auch hinsichtlich der Brutpflege. Das äußerst komplizierte Paarungszeremoniell ist außer von J.-H. Fabre bisher nur von ganz wenigen Menschen beobachtet worden. Diese Tiere haben eine überraschend lange Tragzeit: bis über ein Jahr! Die Jungen werden zuweilen von der Mutter unmittelbar nach der Ablage aus den Eihüllen befreit, diese werden verzehrt. Die winzigen reizenden Jungen sind zunächst noch ganz hell, weißlich und nehmen erst nach mehreren Tagen bzw. Wochen die Färbung ihrer Eltern an. Während der ersten Zeit werden sie von der Mutter auf dem Rücken getragen; oft ist eine Skorpionmutter derart beladen, daß sie völlig zugedeckt wird. Kleinste Insekten dienen den niedlichen Kindern als erste Nahrung; in Gefangenschaft reicht man z. B. Blattläuse.

In den meisten tropischen Gegenden, wo neue Europäer erscheinen, erzählt man ihnen eine amüsante – übrigens viele Jahrhunderte alte – Geschichte vom Skorpion, der Selbstmord begeht. Vielfach werden Skorpione, wie andere Gifftiere auch, getötet wo immer sie erscheinen, z. B. zertreten, mit einem Stein totgeschlagen oder der Skorpion wird zur Unterhaltung der Zuschauer dem „Selbstmord“ ausgeliefert dadurch, daß man ihn in einen Feuerkreis setzt, bestehend aus glühenden Holzkohlen, aus einem petrolgetränkten Strick oder dergleichen. Der Skorpion versucht begreiflicherweise, diesem verhängnisvollen Zirkel zu entrinnen und bemüht sich an verschiedenen Stellen, einen Ausweg zu finden. Schließlich – so wird behauptet – geht er in die Mitte des Kreises, sticht sich selbst in den Kopf und stirbt.

Diese uralte Anekdote beruht indessen auf mehreren falschen Vorstellungen; ein Skorpionselbstmord ist technisch, physiologisch und psychologisch unmöglich. Daß ein Skorpion mit seinem eigenen Stachel den Panzer seines Kopfes, d. h. des vorderen Cephalothorax durchsticht, ist technisch so

gut wie ausgeschlossen. Der Skorpion ist außerdem immun gegen sein eigenes Gift, was von verschiedenen Forschern experimentell bewiesen worden ist. Ferner kann ein Skorpion ebensowenig wie irgendein anderes Tier eine Vorstellung vom Tode haben; dieser vermeintliche Selbstmord ist also auch tierpsychologisch unmöglich. Max Vachon, der den Skorpionen 1952 eine nahezu fünfhundertseitige Monographie gewidmet hat, lehnt den Selbstmord gleichfalls als eine unbegründete Legende ab.

Der immer wieder aufgetischten Fabel liegt indessen folgender Tatbestand zugrunde: natürlich kann sich ein Skorpion im Feuerkreis außerordentlich aufregen, hin und her rennen und mit seinem Stachel lebhafte Bewegungen ausführen. Wenn er aber durch seine wiederholten Fluchtversuche, d. h. durch seine Annäherung an die Glut, zu stark erhitzt wird und gegen 50 ° C zu ertragen hat, dann verfällt er unter Umständen plötzlich in einen komatösen Zustand. Dieser Wechsel von Abwehr und Bewegungslosigkeit wird gewöhnlich für die Folge eines tödlichen Stiches gehalten, der jedoch gar nicht erfolgt ist. Wenn derartige scheintote Skorpione aus dem Bereich der übermäßigen Hitze entfernt werden, so erholen sie sich oft ziemlich rasch und der vermeintliche Selbstmörder macht sich davon.

Giftfische

Ob es Fische gibt, deren Biß giftig wirken kann, ähnlich wie bei einer Giftschlange, das ist bis heute noch nicht ganz abgeklärt. Im Verdacht stehen höchstens gewisse Muränen (Muraenidae), also einige jener aal- oder schlängenartigen Fische, die in zahlreichen Arten die tropischen Meere bewohnen und die auch schon im Mittelmeer vertreten sind. Von einzelnen Muränen ist behauptet, aber nie eindeutig bewiesen worden, daß sie beim Biß Gift aus einer im Gaumen gelegenen Drüse in die Bißwunde fließen lassen können. Jedenfalls ist der Biß dieser über 1 Meter lang werdenden Fische schon wegen der mechanischen Wirkung so unangenehm, daß man sie nicht mit der bloßen Hand, sondern nur mit einem Netz fassen sollte. Noch besser ist es – wie bei jedem giftigen oder als giftig verdächtigen Tier – es in Ruhe zu lassen.

Im übrigen lassen sich die Gift enthaltenden Fische einteilen, erstens in solche, die zwar Gift in ihrem Inneren besitzen, es jedoch nicht nach außen abgeben können, und zweitens solche, denen Verwundungs- und

Giftübertragungsapparate zur Verfügung stehen. Im französischen Sprachgebrauch werden die ersten als Poissons vénéneux bezeichnet, die zweiten als Poissons venimeux. Ganz allgemein läßt sich dem Tropenreisenden empfehlen, sich besonders vor solchen Fischen in acht zu nehmen, deren äußere Gestalt und Lebensweise von der landläufigen Fischform (Forelle, Hering) abweichen. Wie schon in der Einleitung zu dieser kurzen Betrachtung der Gifttiere hervorgehoben wurde, sind es nicht die guten, lebhaften, ausdauernden Schwimmer, die sich in den drei Dimensionen flink vor ihren Feinden zurückziehen können und die sich äußerlich an ihrer glatten Spindelform erkennen lassen, welche giftig sind, sondern Giftfische sind in erster Linie die langsam, schwerfälligen Formen, die ihren Feinden nicht durch rasche Flucht zu entgehen vermögen. Sie bedürfen zusätzlicher Waffen zu ihrem Schutz. Je grotesker die Form (Aalartige, Kugelfische, Rochen), je aufgelöster die Umrisse (Drachenkopf = *Scorpaena*), je bizarrer die Fortsätze (Feuerfisch = *Pterois*), desto eher darf in der Regel angenommen werden, daß es sich um Giftfische handelt. Sie soll man weder berühren noch essen.

Fast gesetzmäßig läßt es sich feststellen, wenn von einer Tierart, die als giftig und gefährlich beschrieben war, während einigen Jahren oder Jahrzehnten keine schweren Fälle bekanntgeworden sind, man zur Annahme neigt, daß die „veralteten“ Berichte unzuverlässig und übertrieben waren oder daß die betreffende Tierart überhaupt nicht gefährlich ist. So verhielt es sich mit der Vogelspinne, mit der Krusten- und Schauderedchse (*Heloderma*) und auch mit manchen Fischen wie z. B. mit dem Feuerfisch (*Pterois*). Es braucht dann wieder einen drastischen Fall, um eine entsprechende Vorsicht erneut aufleben zu lassen.

Man muß daher fast von Glück sagen – so paradox das klingen mag – daß sich von Zeit zu Zeit wieder ein warnender, aufrüttelnder Vergiftungsfall ereignet. Mit dem durchaus zu Recht gefürchteten Feuerfisch (*Pterois volitans*) trat das Mitte Dezember 1957 im New Yorker Aquarium ein (worüber im Januar-Heft 1958 von *Animal Kingdom*, New York berichtet wird): Aquarium-Wärter Edward Dols wurde von einem solchen Feuerfisch mit drei Stacheln nur wenige Millimeter tief in den rechten Daumen gestochen. Als er nach 15 Minuten ins Spital eingeliefert wurde, war die ganze rechte Hand bereits auf den doppelten Umfang angeschwollen und verursachte fast unerträgliche Schmerzen, die sich auf Brust und Hals ausdehnten. Sofort wurden Penicillin und andere Medikamente injiziert, doch dauerten die Schmerzen fast während einer Woche an. Der Unfall ereignete sich, als Dols einen harmlosen Fisch fangen wollte in einem Behäl-

ter, in dem sich drei Feuerfische befanden. Der kleinste von diesen geriet deswegen in Aufregung und stieß blitzschnell gegen die Hand. Die Beteiligten glauben, daß ohne die rasche ärztliche Hilfe diese Vergiftung einen tödlichen Verlauf hätte nehmen können.

Der Vorfall zeigt wiederum, daß man im Umgang mit Gifttieren gar nicht vorsichtig genug sein kann!

Bei den gifthaltigen Fischen ohne Verwundungsapparat ist der Sitz des Giftes oft das Blut (z. B. Aal) oder verschiedene Eingeweide (z. B. Tetraodon = Kugelfisch). Auf seiner Weltreise hat der berühmte Naturforscher E. Heckel – wie M. Phisalix (1922, S. 592) berichtet – auf Neu Kaledonien einen großen Kugelfisch seziert; nach mehrstündiger Arbeit stellte sich bei ihm eine starke Übelkeit ein. Am folgenden Tag setzte er seine Untersuchungen fort, doch verspürte er bald heftige Kopfschmerzen, mußte erbrechen, bekam Gelenkschmerzen, Diarrhoe. Später kam ein Ausschlag auf den Handrücken, an den Wangen und auf der Stirn hinzu mit starker Rötung und mit großen Pusteln. Offenbar genügte die Berührung der Eingeweide des Fisches mit den Händen, um diese Vergiftungserscheinungen auszulösen; das Gift muß durch die unverletzte Haut eingedrungen sein. Einige Katzen, welche sich über den fertig sezierten Fisch hergemacht hatten, wurden am darauffolgenden Tag tot aufgefunden.

Die Verwundungsapparate der Poissons venimeux können ganz verschiedenen Ursprungs sein. Im Prinzip ist es immer ein Stachel, der die Wunde setzt, und in Verbindung damit eine Giftdrüse, aus der das Gift in die Wunde gelangt. Phisalix (1922, Bd. I, S. 499 ff.), Pawlowsky (1927, S. 121 ff.) u. a. bedeutende Gifttierforscher haben in ihren Werken eine große Zahl derartiger Giftapparate abgebildet. Bei den Stacheln handelt es sich oft um umgebildete Flossen oder Flossenteile oder um Fortsätze des Kiemendeckels oder des übrigen Schädels. Vom Kopf (Trachinus) bis zum Schwanz (Stechrochen = Trigon) kann fast jeder Körperteil bei irgendeiner Fischart Träger solcher Giftstacheln werden, die übrigens nicht selten in der Wunde abbrechen und auf diese Weise auch noch mechanisch wirken. – Im Gegensatz zu den Schlangen bestehen aber die Giftapparate der Fische, wie schon erwähnt, in keinem Fall, aus besonders ausgebildeten, röhrenförmigen Zähnen, sondern es handelt sich hier um äußere Körperanhänge mit dermatogenen (aus der Haut entstandenen) Giftdrüsen. Entsprechend diesem Tatbestand dient die Giftbewaffnung der Fische ausschließlich der Feindabwehr, nicht dem Beuteerwerb, steht also mit anderen Worten restlos im Funktionskreis des Feindes.

Zusammenfassend sei folgendes festgehalten: Fischvergiftungen können erstens zustande kommen durch Verletzungen, verursacht durch Poissons venimeux, zweitens durch Blut oder Eingeweide (auch -Gasen) von gifthaltigen Fischen, mit denen man in Berührung kommt, drittens durch Verspeisen von gifthaltigen Fischen. Solche Fischvergiftungen werden in der Literatur als Ciguatera bezeichnet. Endlich, viertens, kann es zu Fischvergiftungen kommen durch das Verspeisen von Fischen, die an sich unschädlich, jedoch postmortal durch Zersetzung oder die Einwirkung von Bakterien erst nachträglich giftig geworden sind. Diese letzte Art der Fischvergiftung heißt Ichthyismus.

Es soll hier nicht verschwiegen werden, daß manche Fragen der Giftfische und der Fischgifte noch dringend der Abklärung bedarf. In einer Abhandlung, die 1943 in der Münchener medizinischen Wochenschrift (Nr. 8, S. 149 ff.) erschienen ist, bezweifelt z. B. Schnakenbeck, ob es überhaupt Fischgifte und Giftdrüsen bei Fischen gäbe. Er stellt die Behauptung auf, „daß das Vorhandensein eines typischen Giftes, d. h. eines besonderen, für einen Fisch eigentümlichen Stoffes, das durch eine Wunde in den Körper des Menschen gelangt und Schädigungen hervorruft, bisher in keinem Falle bei einem Fische einwandfrei nachgewiesen und deshalb sehr zweifelhaft ist. Wo auf diese Weise Vergiftungen hervorgerufen werden, handelt es sich offenbar um Schädigungen durch allgemeine Verunreinigung oder durch artfremdes Eiweiß oder durch bakterielle Infektion.“ – Diese Behauptung darf heute allerdings als überholt gelten.

Giftige Amphibien

Um Mißverständnisse, denen man in den Tropen nicht selten begegnet, auszuschließen, darf hier kurz in Erinnerung gerufen werden, daß man unter Amphibien nicht einfach Tiere versteht, die eine amphibische Lebensweise führen, wie etwa Krokodil und Alligator (die zu den Reptilien gehören), sondern Tiere, die zoologisch folgendermaßen definiert werden: Es sind wechselwarme Wirbeltiere mit meist nackter, d. h. unbeschuppter, unbepanzter, dafür schleimiger Haut; mit Lungen und vorübergehender oder dauernder Kiemenatmung. Nur einige Salamander haben weder Kiemen noch Lungen und sind ausschließlich auf Haut- und Darmatmung angewiesen, wie z. B. Spelerpes, Desmognathus, Plethodon, Gyrinophilus, Salamandrina u. a. Als accessorische Atemorgane können dann die Mundhöhle, Pharynx und Oesophag bedeutungsvoll sein. Den Fischen gegenüber

unterscheiden sich die meisten Amphibien unter anderem durch den Besitz von Füßen, den Reptilien gegenüber durch die Entwicklung mit einer Metamorphose.

Die am wenigsten bekannten Amphibien sind die in den Tropen der alten und der neuen Welt vorkommenden, wormähnlichen, in der Erde wühlenden Schleichenlurche oder Blindwühlen (Apoda, Gymnophiona, Coeciliida), die mit sehr feinen Schuppen besetzt sind und von denen man ungefähr 50 – durchweg ungiftige, völlig harmlose – Arten kennt. Eine davon, *Ichthyophis glutinosa* von Ceylon, ist besonders eingehend untersucht worden durch die beiden (schon anlässlich des Seeigels *Asthenosoma urens* erwähnten) Basler Naturforscher Paul und Fritz Sarasin. Die beiden Gelehrten fanden unter anderem, daß das Weibchen dieser Blindwühlen ein Nest anlegt und darin die Eier behütet, indem es sich sorgfältig darumlegt. Die Lebensweise der meisten übrigen Blindwühlen ist in den Einzelheiten noch recht mangelhaft bekannt; jeder Tropenreisende hat hier Aussicht, willkommene Forscherarbeit zu leisten.

Viel populärer sind die übrigen Amphibien, nämlich die Schwanzlurche (Urodela), also die Salamander und Molche mit zirka 150 Arten, sowie die schwanzlosen Lurche (Anura), d. h. die Gruppe der Frösche und Kröten, deren es nach Barbour (1934, S. 10) etwa 1600 gibt. Die Schwanzlurche sind in den Tropen spärlich vertreten; in Afrika kommen nur wenige Arten – z. B. der Rippensalamander (*Pleurodeles waltii*) – am äußersten Nord- und Nordweststrand vor. In tropenzoologischer Hinsicht ist also nur die größte Amphibiengruppe, die der Frösche und Kröten und ihrer Verwandten von Bedeutung. Immer noch werden Arten entdeckt, so z. B. 1950 die schöne kolumbianische Riesenkröte (*Bufo blombergi*), die 1951 erstmals in den Bronx Zoo und 1957 durch Peter Ryhiner in den Zürcher Zoo gelangte.

Die meisten dieser Amphibien sind giftig; aber kein einziger Vertreter vermöchte giftig zu beißen oder zu stechen. Ein Verwundungs- und Giftübertragungsapparat fehlt immer; die Giftdrüsen, die in der Haut liegen, können das Gift zur Abwehr lediglich an die Hautoberfläche austreten lassen. In den meisten Fällen muß man eine Kröte ganz gehörig kneifen, bis sie ihr milchweißes, zähflüssig-klebriges Giftsekret austreten läßt. Die Hauptgiftdrüsen sitzen meistens als bohnenförmige, punktiert erscheinende Polster (Parotis) hinter dem Auge und dehnen sich unter Umständen bis über die Schultergegend aus.

Weil diesen Amphibien Einrichtungen fehlen, mit deren Hilfe sie ihr Gift in den Körper von Feind oder Beute hineinstechen oder -spritzen könnten, werden sie zu den passiv giftigen Tieren gerechnet – im Gegensatz zu den aktiv giftigen (z. B. Fische mit Giftstacheln, Schlangen mit Giftzähnen und andere).

Für die Pharmakologie ist das (künstlich ausgezogene) Gift der schwanzlosen Lurche von großer Bedeutung, für den Tropenreisenden hingegen, der vor allem unliebsame Begegnungen mit Gifttieren vermeiden möchte, sind diese Tiere unwichtig. Wenn er sie nicht sehr stark reizt, kommt er mit dem Gift nie in Berührung, ja die Tiere können sogar in die Hand genommen werden, ohne daß sie ihr Gift austreten lassen. Und wenn es doch einmal zur Sekretion kommen sollte, so läßt sich der weißliche Saft mit Wasser leicht abwaschen. Selbstverständlich soll man nicht die giftbeschmierten Hände an die Augen führen, weil das Entzündungen verursachen könnte.

Eines der stärksten Amphibiengifte wird von einem winzigen, nur etwa 3 cm großen, äußerst lebhaften Frosch aus Südamerika gewonnen. Es handelt sich um einen Vertreter der Gattung *Dendrobates*, über dessen genaue Artzugehörigkeit in der Literatur jedoch oft unklare Angaben zu finden sind. Vor allem werden immer wieder die beiden Arten *Dendrobates tinctorius*, der sogenannte Färberfrosch, und *Dendrobates auratus*, der Baumsteigerfrosch, miteinander verwechselt, worauf u. a. J. A. Oliver erst vor kurzem (1957) neuerdings hingewiesen hat. Da beide Arten giftig sind, brauchen wir uns hier um die exakte Identifikation der beiden sehr ähnlichen Arten nicht besonders zu bemühen, immerhin sei festgehalten, daß der *D. auratus* vorwiegend schwarz und grün gefleckt ist, während *D. tinctorius* auf dunklem Grunde einige helle Längsstreifen aufweist. Beide Arten haben übrigens eine höchst merkwürdige Fortpflanzungsgewohnheit: Das Männchen trägt die frischgeschlüpften Kaulquappen, die sich ihm auf dem Rücken anheften, in ein Wasserloch, in dem sie sich entwickeln können, und zwar werden mit Vorliebe Wasseransammlungen in Baumhöhlen, Astlöchern, Blattscheiden usw. in der Höhe der Kronen von Urwaldbäumen aufgesucht. Die Bezeichnung Baumsteigerfrosch ist also eine recht treffende. Dem überaus erfolgreichen Reptilien- und Amphibien-Pfleger W. Senfft ist es übrigens schon vor Jahrzehnten gelungen, die ungewöhnliche Brutpflege von *Dendrobates auratus* im Terrarium genau zu beobachten. Er hat darüber (1936) eine gut illustrierte Arbeit veröffentlicht.

E. N. Pawlowsky (1927, S. 372) schildert die tierquälerische Methode der Giftgewinnung für den Färberfrosch (*Dendrobates tinctorius*) folgender-

maßen: „Das Hautsekret dieser Art und anderer Arten derselben Gattung ist sehr giftig. Die Vertreter der südamerikanischen Stämme Noanamas, Cunas und Chockoes fangen diese Frösche, um ein Pfeilgift zu bereiten, dabei faßt man sie nicht mit bloßen Händen, da die Hauthausscheidung des Färberfrosches Jucken verursacht. Dem gefangenen lebendigen Frosch durchsticht man mit einem Stäbchen den Mund und eine Extremität und hält den Frosch über das Feuer. Unter der Wirkung der Hitze scheidet sich aus den Hautdrüsen eine gelbliche milchige Flüssigkeit aus, mit welcher die Enden der Pfeile benetzt werden. Das Gift eines einzigen Frosches genügt, um 50 Pfeile zu vergiften, welche nach dem Eintrocknen ihre todbringenden Eigenschaften lange beibehalten.“

In ganz ähnlicher Weise findet nach J. A. Oliver (1957 S. 84) die Giftgewinnung auch bei *Dendrobates auratus* statt, der von Ost-Panama bis nach Nicaragua verbreitet ist, einschließlich der Panama-Inseln Taboga und Taboguilla, während der Färberfrosch in Südamerika eine weit größere Verbreitung hat. Von diesem Frosch ist übrigens – wie sein Name andeutet – auch behauptet worden (z. B. von Hans Gadow 1909 S. 272), daß er in Brasilien auch benutzt werde, um Papageien zu verschönern, besonders die grünen Amazonen. Die Vögel sollen zu diesem Zwecke gerupft und die nackten Hautstellen mit einem solchen Frosch eingerieben werden. Die nachwachsenden Federn sollen dann schön gelb anstatt grün werden. Indessen ist es nie gelungen, diese Angabe zu bestätigen, worauf J. A. Oliver in seinem erwähnten Aufsatz hinweist.

Im übrigen wird von manchen Indianerstämmen auch das Gift (Parotisdrüsen-Sekret) der großen, in Südamerika oft massenhaft vorkommenden Aga-Kröte (*Bufo marinus*) zum Vergiften von Pfeilen verwendet. In Kolumbien dient das Sekret des Frosches *Phyllobates melanorhinus* (Brachycephalidae) als hochwirksames Pfeilgift.

Daß man sich durch die Berührung von Kröten Warzen zuziehen kann, ist bekanntlich reiner Aberglaube.

Bisher sind nur ganz wenige tropische Froschlurche beschrieben worden, deren bloße Berührung schon Giftwirkungen zur Folge haben kann. Diese zwei bisher bekannt gewordenen Ausnahmen seien hier kurz behandelt:

1. *Hyla vasta*. Dieser Riesenlaubfrosch, der über 12 Zentimeter lang wird, mit den Hautfransen längs des ganzen Unterkiefers und mit den großen Saugscheiben an den Fingern und Zehen, lebt auf Santo

Domingo. Wenn man ihn mit der Hand berührt, so verspürt man ein ziemlich starkes, unter Umständen sogar ein schmerhaftes Brennen. Nach Mertens (1940, S. 225) leben diese Riesenlaubfrösche tagsüber hoch oben in den Baumkronen zwischen Bromelien und Orchideen verborgen und steigen erst nachts zu den Gewässern herunter, um zu baden.

2. *Hyla venulosa*. Dieser von Mexiko südwärts verbreitete Giftlaubfrosch unterscheidet sich durch seine warzige Haut von den sonst eher glatthäutigen Vertretern der Gattung *Hyla*. Wird das Tier angefaßt, so scheiden seine Hautdrüsen ein weißes, klebriges Sekret aus, der Fänger muß bald niesen und bekommt einen heftigen Katarrh, den sogenannten Froschkatarrh. Bei empfindlichen Menschen pflegt dieser schon auszubrechen, wenn sie nur in die Nähe eines solchen Frosches kommen. Die Symptome halten indessen gewöhnlich nur 4 bis 5 Stunden an (Smith 1941).

Giftige Echsen

Es ist eine eigenartige, auf der ganzen Welt zu beobachtende Tatsache, daß viele völlig harmlose Eidechsen von den verschiedensten Menschenrassen für giftig gehalten werden. In Wirklichkeit sind von den rund 3000 Eidechsen-Arten nur zwei sicher giftig; eine dritte Art steht im Verdacht, giftig zu sein. Also nur rund ein Promille aller Eidechsen können zu den Gifttieren gerechnet werden. Vielleicht ist das Züngeln der Eidechsen und der zweizipflige Bau ihrer Zunge schuld daran, daß man sie an so vielen Orten der Erde für giftig hält, indessen hat ja die Zunge bei keinem einzigen Tier auch nur das geringste mit Giftigkeit zu tun. In allen Fällen – bei Eidechsen und Schlangen – ist die Zunge ein vollkommen harmloses Organ, das nur der Orientierung, d. h. dem Tasten und der Geruchswahrnehmung dient. Kein einziges Reptil sticht mit der Zunge!

Die zwei erwähnten Giftechsen sehen einander sehr ähnlich; es sind beides Vertreter derselben kleinen Familie der Krustenechsen (Helodermatidae) und beide haben fast dieselbe geographische Verbreitung in Mexiko, Neumexiko und in den Wüstengebieten von Arizona. Es handelt sich um *Heloderma suspectum*, das sogenannte Gila-Tier (Gila monster) und um *Heloderma horridum*. Im englischen Sprachgebrauch werden sie treffend als beaded lizards, als Glasperleneidechsen bezeichnet, weil ihre vorwiegend gelbrot und schwarz gefärbte Schuppenhaut wie mit Glasperlen bestickt aussieht. Beide Arten sind typische Anpassungsformen an das

extrem trockene Wüstenmilieu; die etwa 60 Zentimeter Länge erreichenden Echsen sind imstande, in ihrem rübenförmigen Schwanz Fettreserven anzulegen. Über ihr Freileben ist wenig bekannt; in Gefangenschaft werden sie hauptsächlich mit frischen Eiern und Hackfleisch ernährt.

Sitz des Giftapparates bei den Krustenechsen ist – im Gegensatz zu den Giftschlangen – der Unterkiefer. Unter dem vorderen Teil jeder Unterkieferhälfte liegt eine Giftdrüse (Speicheldrüse), welche durch mehrere Ausfuhrgänge mit den gefurchten Giftzähnen des Unterkiefers in Verbindung steht. Über die Gefährlichkeit der Krustenechsen liegen widersprechende Berichte vor (Ditmars 1933, S. 169, Pawlowsky 1927, S. 251, Phisalix 1922 Bd. 2, S. 196, Taschenberg 1909, S. 213). Einerseits wurden einige schwere, sogar tödliche Bißfälle gemeldet, die zeitlich allerdings ziemlich weit zurückliegen (1882), andererseits wurde vielfach die Auffassung vertreten, daß von einer gefährlichen Giftigkeit kaum die Rede sein könne. Manche Reptilien-Liebhaber, die Krustenechsen in ihren Terrarien pflegen, behandelten diese Tiere schließlich mit einer erstaunlichen Unvorsichtigkeit. Im Jahre 1939 hat sich dann endlich wieder ein Bißfall ereignet, über welchen der betroffene, H. Mitsch (1939, S. 269 f.) selber berichtete. Beim Reinigen des Terrariums wurde er von einer *Heloderma suspectum* 10 Zentimeter oberhalb der Handwurzel gebissen:

„Ich erweiterte die Bißstelle sofort und versuchte durch starke Blutungen wenigstens einen Teil des Giftes zu entfernen. Bereits nach 20 Minuten begann der Arm stark zu schmerzen und an der Bißstelle bedeutend anzuschwellen. Nach weiteren 10 Minuten traten äußerst starke Angstgefühle auf. Das Gift wirkte bald darauf auf das Respirationszentrum und verursachte eine starke Abnahme der Atmung. In Anschluß daran begann das Herz sich durch erhöhte Tätigkeit bemerkbar zu machen. Ein starker Schweißausbruch und ein großes Gefühl der Schwäche veranlaßten mich, mich hinzulegen. Am unangenehmsten waren die Atmungsbeschwerden. Ich versuchte nun nach Verlauf von einer Stunde, mich zu erheben, was mir auch unter Aufbietung aller Kräfte gelang... Ich versuchte darauf, das Zimmer zu verlassen und öffnete die Tür. Wieder setzte mein Erinnerungsvermögen aus. Ich fand mich nach 20 Minuten auf einem Stuhl in der Mitte des Zimmers sitzend. Den Entschluß, das Zimmer zu verlassen, hatte ich nicht ausgeführt, war aber eigenartigerweise zu dem Stuhl gelangt. Diese Störungen haben sich noch mehrmals innerhalb von 20 Stunden wiederholt! Ich vergaß z. B. bei dem Umbinden des Kragens den Binder, auch wollte ich durchaus ohne Jacke auf die Straße... Erst nach 6 Stunden begann die Atmung wieder einigermaßen regelmäßig zu werden, während

ich noch über 5 Tage starke Herzschmerzen behielt . . . Auch war 24 Stunden lang die Harnabsonderung unterbunden. Hand und Unterarm blieben noch über eine Woche stark angeschwollen, jedoch verschwand die bläuliche Färbung bereits nach 30 Stunden. Wochenlang später noch war ich nicht in der Lage, mit diesem Arm auch nur kleinere Lasten zu tragen . . .“

Bei der berühmten Tiergiftforscherin Mme Marie Phisalix, Paris, die am 6. Juni 1911 von einer 40 Zentimeter langen *Heloderma* in den rechten Zeigefinger gebissen wurde, dauerten die Beschwerden sogar fünf Monate lang, obgleich die Bißwunde stark blutete und sofort mit Wasser ausgewaschen worden war. Die äußerst schmerzhafte Bißstelle schwoll rasch an und verfärbte sich purpurn. Schon 5 Minuten nach dem Biß stellten sich Blutleere im Kopf und Schwindel ein, jedoch kein Erbrechen. Hinzu kamen Schweißausbrüche, starke Müdigkeit, kurze Ohnmachten, Schwäche usw. – Jedenfalls geht aus diesen zwei geschilderten Fällen hervor, daß die Krustenechse zu den recht gefährlichen Gifttieren gerechnet werden muß. – Im New Yorker Zoo ist übrigens beobachtet worden, daß Krustenechsen, wenn man sie sehr stark reizt, ihr Gift auf eine kurze Entfernung zu spucken vermögen, jedoch lange nicht so zielsicher wie die giftspuckenden Schlangen, von denen noch ausführlich die Rede sein wird. Alles, was bis heute über die beiden giftigen *Heloderma*-Arten bekannt geworden ist, haben Ch. M. Bogert und R. M. del Campo 1956 in einer mustergültigen Monographie zusammengefaßt.

Was die fragliche dritte Giftechse betrifft, so handelt es sich um die mit den Krustenechsen nahe verwandte, derselben Familie angehörende, jedoch in Borneo vorkommende *Lanthanotus borneensis*. Von dieser seltenen Echse gibt es in den wissenschaftlichen Sammlungen der Welt nur ganz wenige Exemplare; über ihre Lebensweise und über die vermutete Giftigkeit ist noch fast nichts bekannt. Es wäre daher eine sehr dankbare Aufgabe für zukünftige Borneo-Reisende, den zahlreichen, seit Jahrhunderten unbeantwortet gebliebenen Fragen um dieses eigentümliche Reptil gründlich nachzugehen.

Giftschlangen

In Anbetracht der bereits im Abschnitt über die Herkunft des Giftes betonten Tatsache, daß der Giftapparat der Schlangen nichts Primäres, sondern etwas im Laufe der Stammesgeschichte allmählich Entstandenes sei,

darf man nicht erwarten, zwischen ungiftigen und giftigen Schlangen eine scharfe Grenze vorzufinden. Einzelne Gruppen von heute lebenden Arten repräsentieren Entwicklungsstufen von recht ungleicher Höhe. Giftdrüse, Giftableitung, Giftzahn und Verhalten bildeten nicht von allem Anfang an und bilden heute nicht bei allen Arten eine funktionelle Einheit. Das eine oder andere Element kann fehlen oder auf einer primitiveren Stufe verharren. So gibt es in der Tat Schlangen, die beispielsweise über einen wohlentwickelten Giftapparat verfügen, denen aber das entsprechende Verhalten, d. h. die Einsatzmöglichkeit dieser Waffe gegenüber Feinden dauernd oder zeitweise fehlt. Die in Indien häufige Pamaschlange (*Bungarus fasciatus*), die ein Gift ähnlich dem der Kobra besitzt, wird nach den übereinstimmenden Feststellungen verschiedener Forscher nur nachts gefährlich; am Tage ist *Bungarus* nicht zum Beißen zu bringen. So berichtet z. B. Mell (1929, S. 232): „Man kann ihn tags schlagen, quälen, stechen, köpfen, auf den Boden fest- und wieder losnageln – er bleibt Phlegmatiker bis zum Selbstmorde, und es ist meines Wissens eine Leistung, die noch niemand gelungen ist, einen geschlechtsreifen *Bungarus* tagsüber zum Beißen zu bringen.“ – Der auf Java tätig gewesene Arzt und vorzügliche Schlangenkenner Felix Kopstein (1930, S. 359) wollte die Wirkung eines *Bungarus*-Bisses am Huhn untersuchen; aber das Huhn stieg auf die Schlange und pickte an ihr herum. „Ich reizte sie auf jede nur mögliche Weise, nahm den Schlangenhals in die Zange und preßte den Kopf aufs Huhn: sie biß doch nicht. Da blieb keine andere Wahl, als ein wenig Gift aus der Drüse zu pressen und dieses in Verdünnung dem Huhn intramuskulär in den Oberschenkel zu spritzen.“

Gewisse Seeschlangen (Hydrophiidae), obgleich sie über ein äußerst wirksames Gift verfügen, können unbedenklich in die Hand genommen werden (Werner 1900, S. 96), weil sie so gut wie nie beißen und ihren Giftapparat ausschließlich im Funktionskreis der Beute verwenden. Manche Forscher haben auf den pazifischen Inseln beobachtet, daß solche Seeschlangen den Kindern als Spielzeug dienen. Da es aber ungefähr 50 Arten von Seeschlangen gibt – darunter nachweislich sehr gefährliche – dürfen solche Erfahrungen nicht verallgemeinert werden. Das gilt grundsätzlich für alle Einzelerfahrungen mit Gifttieren: oft zeigt ihre Gefährlichkeit Schwankungen je nach der Jahres- oder Tageszeit, Temperatur, Ernährungszustand, Geschlecht, Stimmung und je nach der augenblicklichen Situation.

Hier handelt es sich also darum, die Bedeutung der verschiedenen Elemente zu zeigen, welche die typische Giftschlange charakterisieren bzw. die Schwierigkeiten, die sich bei der Abgrenzung der Giftschlangen gegen-

über den nicht giftigen Schlangen ergeben. In diesem Zusammenhang müssen wir natürlich vor allem Extremfälle betrachten. Zu diesen gehört zweifellos auch eine außerordentlich schlanke, grüne, einer Liane zum Verwechseln ähnlich sehende Baumnatter (*Uromacer oxyrhynchus*), die in Hispaniola vorkommt. Ihre Zähne sind solide und erscheinen also für die Giftführung als durchaus ungeeignet, und trotzdem wirkt ihr Biß bei kleineren Beutetieren – Eidechsen und Fröschen – lähmend oder sogar tödlich; eine Giftwirkung ist daher unzweifelhaft (Mertens 1940, S. 178, 245). Wieder anders liegen die Verhältnisse bei der gewöhnlichen Ringelnatter (*Natrix natrix*): Sie gilt als Urbild einer harmlosen Schlange, besitzt indessen eine Speicheldrüse, die mit Recht als Giftdrüse bezeichnet wird; denn Phisalix und mehrere andere Forscher (Kraus und Werner 1931, S. 6) fanden in dieser Oberlippendrüse ein Gift, welches dem Viperngift sehr ähnlich ist. Der Ringelnatter und anderen aglyphen Schlangen fehlen lediglich die Giftzähne, durch die sie das Gift in die Blutbahn von Beute oder Feind einführen könnten. Ihre Oberlippendrüse mündet frei in die Mundhöhle und bei der Ringelnatter kommt hinzu, daß sie praktisch niemals beißt. – Diese und ähnliche Tatbestände geben Anlaß zu der scheinbar paradoxen Redensart von den Giftdrüsen ungiftiger Schlangen; Pawlowsky (1927, S. 305) widmet den Giften ungiftiger Schlangen ein ganzes Kapitel.

Mit alledem soll dargetan werden, daß es demjenigen, der den Überblick über die rund 2500 verschiedenen Schlangenarten hat, gar nicht leicht fallen kann, eindeutig Giftschlangen und nicht giftige zu unterscheiden, wie das in der Praxis immer wieder von ihnen verlangt wird. Diese für den Außenstehenden so einfache Unterscheidung ist in Wirklichkeit oft gar nicht möglich. Erst recht muß nachdrücklich gewarnt werden vor gewissen Rezepten, die dem Tropenreisenden von solchen gelegentlich mit auf den Weg gegeben werden, die sich als Kenner ausgeben, um giftige und ungiftige Schlangen auf den ersten Blick zu erkennen, z. B. am dreieckigen, deutlich vom Rumpf abgesetzten Kopf, am kurzen Schwanz, am plumpen Körper, an den schlitzförmigen Pupillen usw. Es kann nicht genug betont werden, daß es derartige Rezepte nicht gibt!

Andererseits ist es offenkundig, daß es für den Menschen mehr oder weniger gefährliche bzw. harmlose Schlangen gibt; es muß daher für unsere praktischen Zwecke ein objektives Kriterium gefunden werden. Unter einer Giftschlange sei hier eine solche verstanden, die am Oberkiefer jederseits erstens eine Giftdrüse, zweitens eine zum Zahn führende Leitung (*Ductus venosus*) und drittens einen gefurchten oder röhrenförmigen Giftzahn besitzt. Es sei ausdrücklich betont, daß diese Umschreibung der Gift-

schlange eine willkürliche, weniger für wissenschaftliche, als für praktische Zwecke bestimmte ist. Mit mindestens gleicher Berechtigung gibt Phisalix (1922, Bd. 2, S. 223) folgende Definition: „Pour nous sont venimeux tous les Serpents qui possèdent une glande buccale à sécrétion toxique, quelle que soit la dentition, qui suffit toujours à inoculer cette sécrétion par morsure faite, soit à la proie pendant l'engagement de celle-ci, soit à l'homme, soit aux animaux.“

Die vorhandene oder fehlende Beißlust sei hier (in unserer Charakterisierung der Giftschlangen) nicht als entscheidender Faktor gewertet. Indessen ist noch darauf hinzuweisen, daß nicht jede Giftschlange gefährlich, aber auch nicht jede ungiftige harmlos ist. Namentlich die großen und größeren ungiftigen Arten, die Riesenschlangen (Boiden), von denen einzelne vielleicht 10 Meter Länge erreichen, vermögen, wenn sie in die Enge getrieben oder sonst stark gereizt werden (Kritische Reaktion), durch ihre Bisse, unter Umständen auch durch die Umschlingung mit ihrem muskulösen Körper recht unangenehm, zuweilen auch gefährlich zu werden. Die vielen spitzen, schräg nach hinten gerichteten Zähne können beträchtliche Wunden reißen und brechen zuweilen in der Wunde ab; nicht selten kommen Infektionen hinzu. Bei Riesenschlangen ist die starke Verkürzung der Kieferknochen und die damit verbundene Verminderung der Zahanzahl noch nicht eingetreten, wie sie für die hochentwickelten Giftschlangen typisch ist, sondern diese weisen in ihrer Mundhöhle nicht weniger als sechs Zahnreihen mit ungefähr hundert Zähnen auf. Erstens ist jeder Unterkieferast (Dentale) reich bezahnt, zweitens das lange, kammförmige Maxillare, drittens das Gaumenbein (Palatinum) und seine Verlängerung gegen hinten, das Flügelbein (Pterygoid). Dieser dreifache Satz ist doppelt, nämlich auf jeder Seite, ausgebildet, und meistens kommt vorn in der Mitte noch die Bezahlung des Zwischenkiefers (Intermaxillare) hinzu. Man darf also wirklich sagen, daß der Rachen einer Riesenschlange von Zähnen starrt.

Daß Riesenschlangen den Menschen als eine Beute betrachten und entsprechend behandeln, mag sich in ganz außerordentlich seltenen Fällen einmal ereignen, vielleicht nachdem die Auseinandersetzung mit dem Menschen als Feind begonnen hat. Kopstein (S. 77) veröffentlichte zwei derartige Dokumente über das Verschlungenwerden von Menschen (Malayen) durch Python-Schlangen. Technisch, d. h. in bezug auf Kraft, Schlingvermögen und Verdauung wäre eine große Riesenschlange ohne weiteres in der Lage, Menschen, erst recht kleinwüchsige, zu verzehren. Die Umschlingung der Beute erfolgt ja so blitzartig, daß das menschliche Auge, ebenso

wie beim Zustoßen einer Giftschlange, gar nicht in der Lage ist, den Einzelheiten zu folgen. Wenn je der Mensch durch eine Riesenschlange in eine gefährliche Situation gerät, dann ist weder Revolver noch Gewehr, sondern nur das Messer die richtige Waffe. Das Durchschießen, ja sogar das Abtrennen des Schlangenkopfes bildet keinen physiologischen Anlaß zum Lösen der Umschlingung, wohl aber die Durchtrennung der gewaltigen Längsmuskeln.

Obgleich – wie betont – Riesenschlangen (Boiden) niemals giftig in dem vorher umschriebenen Sinne sind, dürfen die folgenden Angaben über die Maximalgrößen der größten Arten in diesem Zusammenhang vielleicht doch von Interesse sein. Die Angaben der einzelnen Autoren zeigen gewisse Abweichungen – verständlicherweise. Aber trotz dieser Differenzen läßt sich die Reihenfolge der Größenordnung ziemlich deutlich feststellen. Das genaue Messen von Riesenschlangen ist nämlich nicht ganz einfach; es ist sogar außerordentlich schwierig, wenn die Tiere noch leben oder wenn sie in der Totenstarre sind. Die für das Messen günstigste schnurgerade Haltung ist unbiologisch und kann ausgerechnet von vielen Riesenschlangen wegen ihres Wickelschwanzes unmöglich eingenommen werden. Vielfach werden auch nicht die ganzen Schlangen – lebend oder tot – gemessen, sondern die abgezogenen Häute, und diese sind erfahrungsgemäß sehr dehnbar. Für jede Messung sollte man also eigentlich noch die näheren Umstände angeben.

Giftspuckende Schlangen

Das Spucken als biologische Erscheinung hat noch wenig Beachtung gefunden. Ganz verschiedenes Material wird gespuckt: in erster Linie Speichel, aber auch andere Drüsensekrete (Schleim) und sogar Mageninhalt, z.B. bei Lama, Guanako und anderen Kamelartigen. Vielfach wird nur frisches Wasser (Süß- oder Meerwasser), von außen aufgenommen, wieder ausgespuckt, z.B. beim Walroß, wo das im Dienste der Nahrungsaufnahme erfolgt. Der in den südasiatischen Tropen vorkommende Schützenfisch (*Toxotes jaculator*) schießt mit einem kräftigen Wasserstrahl 1 bis 2 Meter weit nach seiner Beute (Insekten), die sich außerhalb des Wassers befindet.

Hier steht jedoch ausschließlich das Giftspucken der Schlangen zur Diskussion. Da das Schlangengift modifizierter Speichel ist, handelt es sich um Speichelspucken. Dieses kommt bei den Schlangen wahrscheinlich zu-

Maße von Riesenschlangen:

<i>Art</i>	<i>Areal</i>	<i>Autor</i>		<i>Länge</i>
Anakonda (<i>Eunectes murina</i>)	Südamerika	Barbour	(1934, S. 11)	vielleicht 14 m
—	—	Werner	(1908, S. 105)	gegen 11 m
—	—	Pope	(1937, S. 21)	8,4 m
—	—	Ditmars	(1937, S. 36)	7,5 m
Gitterschlange (<i>Python reticulatus</i>)	Asien	Werner	(1908, S. 103)	bis 10 m
—	—	Ditmars	(1937, S. 36)	9,9 m
—	—	Pope	(1937, S. 21)	9,6 m
—	—	Barbour	(1934, S. 11)	? 9,6 m
—	—	Gadow	(1909, S. 599)	9 m
Tigerschlange (<i>Python molurus</i>)	Asien	Werner	(1908, S. 104)	bis 10 m
—	—	Gadow	(1909, S. 601)	9 m
—	—	Ditmars	(1937, S. 36)	7,5 m
Felsenschlange (<i>Python sebae</i>)	Afrika	Pope	(1937, S. 21)	7,5 m
—	—	Werner	(1908, S. 104)	bis 7 m
—	—	Ditmars	(1937, S. 36)	über 6 m
Python amethystinus	Australien	Ditmars	(1937, S. 35)	6 m
—	Neu Guinea	Pope	(1937, S. 21)	6 m
Abgottschlange, Boa (<i>Constrictor constrictor</i>)	Südamerika	Ditmars	(1937, S. 42)	4,5 m
—	—	Werner	(1908, S. 105)	bis 4 m
—	—	Pope	(1937, S. 21)	3,9 m

Maße von Giftschlangen:

Königshutschslange (<i>Ophiophagus Naja hannah</i>)	Asien	Pope	(1937, S. 21)	5,5 m
—	—	Ditmars	(1937, S. 150)	5,4 m
—	—	Barbour	(1934, S. 11)	5,4 m
—	—	Werner	(1908, S. 122)	4,5 m
Mamba (Dendraspis)	Afrika	Pitman	(1938, S. 230)	4,2 m
—	—	Ditmars	(1937, S. 173)	3,6 m
—	—	Werner	(1908, S. 123)	über 2 m
Buschmeister (<i>Lachesis muta</i>)	Südamerika	Ditmars	(1937, S. 138)	3,6 m
—	—	Pope	(1937, S. 22)	3,3 m
—	—	Werner	(1908, S. 128)	fast 3 m
—	—	Barbour	(1934, S. 12)	2,7 m

stande durch das heftige Ausatmen bzw. Auspressen der Luft, wobei der austretende Lufstrahl Speichel, d. h. Gift, mitreißt. Angesichts der mit mächtigen Luftreservoiren versehenen, übrigens asymmetrisch ausgebildeten Lungen ist dieser Luftstrom sehr kräftig und weitreichend. Wie Kraus und Werner (1931, S. 103) mit Recht hervorheben, ist ein solches Giftspucken theoretisch bei jeder Schlange und Echse denkbar, die einen kräftigen Luftstrom und giftigen Speichel zu erzeugen vermag.

Unter giftspuckenden Schlangen werden hier indessen nur solche verstanden, bei denen das Giftspucken eine gebräuchliche, in den entsprechenden Situationen regelmäßig angewandte Waffe darstellt. Manche dieser Schlangen tragen wegen dieser eigenartlichen Spezialität bezeichnende Namen, so z. B. die afrikanische Speischlange (*Naja nigricollis*), von den Franzosen Serpent cracheur, von den Engländern Spitting snake, von den Portugiesen *Cobra cuspideira* genannt, oder die auf Java vorkommende *Naja tripudians sputatrix* (*Sputatrix* = die Spuckerin). Mit dieser Art hatte der bereits mehrfach zitierte F. Kopstein (1930, S. 351) auf Java mehrere Zusammenstöße, von denen hier der folgende wörtlich wiedergegeben sei:

„Beim Auspacken blies mir eine frisch gefangene, $1\frac{1}{2}$ Meter lange Speischlange mit solcher Energie ins Gesicht, daß ich die feinen Tröpfchen deutlich auf der Hand und in den Augen fühlte. Ich wusch die Augen mit Borwasser aus und am nächsten Tag war das leicht brennende Gefühl verschwunden. Bald darauf zeigte ich diese Schlange einem Kollegen; diesmal natürlich vorsichtiger aus größerer Entfernung. Sie war wegen ihrer ungewöhnlichen Wildheit ein besonders gutes Demonstrationsobjekt; sobald man sich ihrem Kopf näherte, öffnete sie ihren imposanten, handbreiten Schild und ließ ein tiefes, böses Zischen hören. Trotzdem wir nun zwei Meter weit von ihr fern blieben . . ., spuckte sie uns doch ins Gesicht, und wieder brannten die Augen ein paar Stunden lang; aber nicht mehr.“

Kopstein wollte die ausgespritzte Flüssigkeit näher untersuchen und hielt zu diesem Zwecke seiner Schlange eine saubere Glasscheibe hin. Bald war das Glas mit größeren und kleineren Tröpfchen bedeckt; sie wurden mit Kochsalzlösung gemischt und einem Reisfinken eingespritzt, der nach wenigen Minuten starb. – Gelegentlich wurde nämlich – zu Unrecht! – behauptet, die von den spuckenden Schlangen ausgespritzte Flüssigkeit sei kein Gift. Durch verschiedene Experimente ist das indessen eindeutig bewiesen worden (Kraus und Werner 1931, S. 103). Nicht immer zeigt die Giftwirkung bei den angespuckten Menschen einen so harmlosen Verlauf wie in beiden erwähnten Fällen. Ein Forscher, der im Buitenzorger zoologischen

Laboratorium von einer Schlange ins Gesicht gespuckt worden war, verspürte ein sehr starkes Brennen in den Augen und blieb drei Tage lang völlig blind. Man sollte daher nie versäumen, Brillen anzulegen, wenn man mit giftspuckenden Schlangen zu arbeiten hat. Sie vermögen das Spucken oft während längerer Zeit, z. B. einer Viertelstunde lang mit kurzen Unterbrechungen fortzusetzen, wobei erstaunliche Mengen Gift verspritzt werden. Im Leipziger Zoo spuckte eine *Naja tripudians sputatrix* zuweilen zehnmal nacheinander; das von vorgehaltenen Glasscheiben gewonnene Gift tötete weiße Mäuse, denen es eingespritzt wurde, in kurzer Zeit.

Praktisch bedeutsam und tierpsychologisch hochinteressant ist die Tatsache, daß die giftspuckenden Schlangen ihre Ladungen auch dem Menschen immer mit auffallender Zielsicherheit in die Augen schießen. Für das Tier ist das natürlich sehr zweckmäßig: der Feind wird geblendet, und die Schlange findet Gelegenheit, sich ruhig zurückzuziehen. Das Giftspucken der Schlangen stellt also ganz eindeutig einen Akt der Feindabwehr, eine höchst wirksame Leistung im Funktionskreis des Feindes dar. Eine Verwendung des Spuckens im Funktionskreis der Beute ist bisher nicht bekannt geworden.

Wie vollständig ein Feind durch diese auf Distanz wirkende Giftwaffe ausgeschaltet werden kann, zeigt ein Erlebnis von F. W. Fitzsimons, dem langjährigen Direktor des berühmten Schlangenparks in Port Elizabeth (Südafrika). Zu Beginn seiner einzigartigen Schlangenpraxis begegnete er auf einem Ritt durch den südafrikanischen Busch einer Speischlange (*Naja nigricollis*) und versuchte, sie mit Hilfe des Gewehrlaufes auf den Boden zu pressen; das flinke Geschöpf vermochte jedoch mehrmals auszuweichen. Plötzlich spuckte es aus einer Entfernung von 1,2 Meter Fitzsimons in die Augen, was ein starkes Brennen und völlige Blindheit zur Folge hatte. In seiner verzweifelten Lage versuchte er, sich durch Einführen von Speichel in die brennenden Augen Linderung zu verschaffen, doch verfiel er bald in einen tiefen Schlaf. Das Gift muß durch die Augen den Weg in die Blutbahn gefunden haben. Glücklicherweise blieb das Pony in der Nähe und wieherte, so daß Fitzsimons nach einer Weile erwachte, sich zu seinem Reittier tasten und sich von ihm nach Hause bringen lassen konnte, wo er die Augen in Milch badete und nach zehn Tagen genesen war (Curran und Kauffeld 1937, S. 151). Heute würde man in solchen Fällen Waschungen mit Borwasser vornehmen, das sich gegen das Gift spuckender Schlangen immer bewährt hat.

Vorübergehende Blindheit, verursacht durch giftspuckende Schlangen, ist im Freien sowohl wie in Tiergärten und Tierhandlungen beobachtet

worden, ja es kam sogar zu Fällen von dauernder Blindheit (Curran und Kauffeld 1937, S. 151). Loveridge hat festgestellt, daß auch nach 10 oder 20 Giftschüssen der Vorrat einer spuckenden Schlange noch keinesfalls erschöpft ist, und er berichtet von einem Wärter des Londoner Zoo, der beim Öffnen einer Schlangensendung aus Westafrika von einer giftspuckenden Schlange in die Augen getroffen wurde. Ein Jahr nach diesem Zwischenfall waren seine Augen noch nicht beschwerdefrei und es stellte sich Nachtblindheit ein (Pope 1937, S. 95). Ditmars (1937, S. 169) hat im New Yorker Zoo beobachtet, daß es zu unangenehmen Wirkungen kommen kann, wenn eingetrocknetes Gift spuckender Schlangen von den Schauscheiben der Terrarien – wo es sich in Augenhöhe der Zoo-Besucher ansammelt – abgekratzt wird. Mikroskopisch kleine Teilchen wirbeln dabei in der Luft herum und gelangen unter Umständen in die Atemwege der mit der Reinigung Beschäftigten.

Ditmars (1937, S. 167 ff) hat ferner interessante Versuche darüber ange stellt, wie weit die spuckenden Schlangen ihr Gift zu schießen vermögen. *Naja nigricollis* bringt es auf 2,4 Meter, kann also mit Leichtigkeit in die Augen eines aufrecht stehenden Menschen treffen. Auf flachem Boden beträgt die Reichweite sogar 3,6 Meter – Die Technik des Spuckens ist noch nicht in allen Einzelheiten restlos abgeklärt: Die typischen spuckenden Schlangen besitzen als Vertreter der Proteroglyphen bzw. Elapiden kurze, gefurchte, unbewegliche, also starr nach unten gerichtete Giftzähne vorn im Oberkiefer. Die Zähne stehen also senkrecht zur Richtung des Gift schusses. Ditmars, der spuckende Schlangen mit Hilfe von vorgehaltenen Glasscheiben aus stehender und liegender Stellung beobachtet hat, kommt zum Schluß, daß das durch Muskeldruck angetriebene Gift bei leicht geöffnetem Mund in zwei getrennten Strahlen direkt aus den Giftzähnen ausgespritzt wird, und zwar mit blitzartiger Geschwindigkeit, während die Schlange mit dem Mund eine schnappende Bewegung ausführt. Der Kopf ist dabei nach oben gerichtet, die Zähne nach vorn; denn im Augenblick des Schusses wirft die aufgerichtete Schlange den Kopf zurück. Der gleichzeitig austretende Luftstrom – so glaubt Ditmars – kann vielleicht den Flug des Giftes unterstützen. In diesem Falle liegt also die Schußrichtung des Giftes senkrecht zur Längsachse des Kopfes, in der Richtung der Giftzähne. Nach menschlichen Empfinden wird dadurch das Zielen – das durchweg mit unheimlicher Präzision erfolgt – sehr erschwert.

In seinem älteren Werk (Reptiles of the World 1933, S. 215) gab Ditmars eine etwas abweichende Darstellung der Spucktechnik: Er nahm an, daß die Schlange den Mund geschlossen hält, aber so, daß die beiden Gift

zähne des Oberkiefers seitlich neben dem Unterkiefer frei hervorragen; mit ihnen würde dann bei rasch zurückgeworfenem Kopf nach den Augen des Feindes gezielt. – Curran und Kauffeld (1937, S. 150) nehmen an, daß das Gift durch Muskeldruck aus den Zähnen gepreßt und durch den kräftigen Luftstrom rechtwinklig abgelenkt und transportiert wird. Kraus und Werner (1931, S. 103) fanden, das Ausspritzen des Giftes werde dadurch bewerkstelligt, „daß sehr schnell und heftig Luft aus den Lungen ausgestoßen und durch den Luftstrom das aus den Giftzähnen austretende Gift zerstäubt wird“. – Mell (1929, S. 93) macht ausschließlich den austretenden Luftstrom eines heftigen Atemstoßes für das Zerstäuben des Giftes verantwortlich, das nach seiner Vorstellung als hängende Tropfen in die Mundhöhle eintritt. Böker (1937, Bd. 2, S. 125) vertritt merkwürdigerweise sogar die Auffassung, daß das Giftspucken der Schlangen eine rein passive Nebenerscheinung sei, indem der erregten, sich zum Beißen vorbereitenden Schlange das Gift unwillkürlich aus den Zähnen tropfe oder spritze. Er übersieht dabei, daß Zahn- und Schußrichtung ungefähr senkrecht aufeinander stehen, daß weit entfernte Ziele präzis getroffen werden und daß das typische Spucken nur bei einer verhältnismäßig sehr kleinen Zahl von besonders spezialisierten Arten vorkommt.

Eine höchst willkommene Abklärung über das Giftspucken gewisser Schlangen hat neuerdings Ch. M. Bogert (1954), der Reptilien-Spezialist des American Museum of Natural History in New York geliefert. Zunächst führt er aus, daß die Bezeichnung Giftspucken nicht ganz zutreffend sei, weil es sich im Grunde um ein regelrechtes Giftspritzen handle, das in typischer Weise bei Kobraartigen vorkomme, deren Giftzahnstruktur sich von nicht-spritzenden Verwandten deutlich unterscheide: Bei den beißenden Arten ist die Giftöffnung – ähnlich wie bei einer Injektionsnadel – nahe der Spitze gelegen und länglich, schlitzförmig. Bei giftspritzenden Arten hingegen ist die Öffnung weniger lang, sondern mehr rundlich und näher der Zahnbasis gelegen. Bei den Giftspritzern ist zudem der Giftkanal im Innern des Zahnes ellbogenartig zur Oberfläche gebogen; das durch Muskeldruck ausgespritzte Gift tritt daher senkrecht zur vorderen Zahnkurvatur aus.

Bogert leitete Wasser unter Druck durch isolierte Zähne von Giftspritzern und fand, daß das Wasser senkrecht zum Zahn aus der engen Öffnung austrat. Afrikanische und asiatische Spritzer zeigten dieselbe Zahndstruktur.

Diese paar Hinweise aus der Literatur zeigen erstens, daß das Giftspucken der Schlangen keineswegs leicht zu nehmen ist, kann es doch schwere Augenerkrankungen, sogar Erblindung zur Folge haben, und daß es zweitens in seinen Einzelheiten durchaus mangelhaft erforscht ist. Auch hier hat jeder Tropenreisende noch Gelegenheit – mit der nötigen Vorsicht! – willkommene Forschungsarbeit zu leisten. Besonders wertvoll wären hier auch Film-, wenn möglich Zeitlupen-Belege. – Wer irgendwie mit giftspuckenden Schlangen zu arbeiten hat, sollte nicht versäumen, gutschützende Augengläser (Autobrille oder ganze Gesichtsmasken) zu benützen; zur Therapie hat sich Borsäure (Borwasser) am besten bewährt. – Weil hier noch so manches abzuklären ist, seien hier die bisher als spuckend bekannten Arten kurz aufgezählt:

Typische giftspuckende Schlangen

Afrika *Naja nigricollis* (Spitting cobra, Serpent cracheur)

Südafrika *Hemachatus* (= *Sepedon*, *Merremia*) *haemachates* (Ringhals-Kobra)

Sundainseln *Naja tripudians sputatrix*

Außer diesen drei typischen (obligatorischen) giftspuckenden Schlangen gibt es in verschiedenen Tropengegenden weitere Arten, bei denen diese Spezialität lange nicht diesen hohen Entwicklungsgrad erreicht hat, die aber doch gelegentlich Gift zerstäuben, ausblasen oder wegschleudern können, was übrigens grundsätzlich, wie erwähnt, bei jeder Giftschlange möglich ist. Zu den nicht-typischen (fakultativen), gelegentlichen, schlecht zielenden Spuckern werden in der Literatur besonders noch folgende Arten gerechnet:

Afrika	<i>Naja melanoleuca</i>	Pitman (1938, S. 224)
—	<i>Naja haje</i>	Pitman (1938, S. 224)
—	<i>Bitis</i> (verschieden Arten)	Kraus und Werner (1931, S. 103)
Amerika	<i>Crotalus</i> (verschiedene Arten)	Kraus und Werner (1931, S. 103)
Asien	<i>Dipsadomorphus</i> (verschiedene Arten)	Kraus und Werner (1931, S. 103)
—	<i>Naja naja</i>	Mell (1929, S. 93)
—	<i>Vipera russellii</i>	Mell (1929, S. 93)

Wie schon im Abschnitt über die Herkunft des Giftes angedeutet worden ist, sind die Giftzähne nach Bau, Lage und Beweglichkeit nicht bei allen Schlangen gleich. Alle haben sich aus primitiven, soliden Zähnen entwickelt und der Grad der Vollkommenheit des Giftapparates, in welchem die Zähne einen wichtigen Bestandteil bilden, liefert – neben anderen Merkmalen – dem Schlangensystematiker die Grundlage für den Stammbaum dieser Reptilien und damit für eine natürliche Einteilung der rund 2500 Schlangenarten. Die einzelnen Schlangenfamilien repräsentieren also gewissermaßen Stufen der stammesgeschichtlichen Entwicklung.

Als Ausgangspunkt für die Entwicklung der Giftschlangen dürfen die solidzähnigen Nattern (aglyphe Colubriden) gelten. Von hier aus gibt es zwei Möglichkeiten: Es bildeten sich vorn in der Mundhöhle, also am Vorderende des Oberkieferknochens (Maxillare) gefurchte, starre Giftzähne. Dieser Zustand ist heute noch kennzeichnend für die früher als proteroglyphe Nattern (Proteroglypha) bezeichnete Schlangengruppe, die in der neueren Literatur als Elapidae figuriert. Dazu gehören z. B. alle Verwandten der Kobras, die Mambas usw. Von diesen Landgiftschlangen hat sich im indo-australischen Gebiet im Laufe der Stammesgeschichte eine Gruppe sehr stark an das Leben im Meer angepaßt: die echten Seeschlangen (Hydrophiidae). Auch sie haben gefurchte, starre Giftzähne vorn im Oberkiefer, wie ihre Ahnen auf dem Festland.

Es ist wichtig, sich zu merken, daß die Elapiden und Hydrophiiden starre und kurze, also verhältnismäßig stumpfe Giftzähne besitzen. Ihnen ist es – im Gegensatz zu den noch zu besprechenden Röhrenzähnern (Solenoglypha) – nicht möglich, die Giftzähne nach vorn aus der Mundhöhle herauszustrecken. Sie sind – im Vergleich zu den Röhrenzähnern – oft so kurz, daß man sie in der Mundhöhle in den Schleimhautfalten richtig suchen muß und unter Umständen übersehen kann. Mit der relativen Kürze und Stumpfheit dieses Giftzahntyps hängt es wohl auch zusammen, daß manche dieser proteroglyphen Schlangen ihre Beute oder ihren Feind nicht nur blitzartig beißen und wieder loslassen, sondern oft festhalten und Kaubewegungen ausführen, um das Gift in wirksamen Dosen ins Gewebe zu bringen. Der Unterschied in der Giftzahnlänge bei Elapiden und Solenoglyphen geht aus den folgenden Beispielen deutlich hervor:

Proteroglypha (Elapidae) nach Mell (1929, S. 90)

Art		Giftzahnlänge
<i>Bungarus fasciatus</i> (China)		maximal 3-3,5 mm
<i>Naja naja</i>	von 1 m Körperlänge	3,5 mm
<i>Naja naja</i>	von 1,2 m Körperlänge	5 mm
<i>Naja naja</i>	von 2 m Körperlänge	7 mm
<i>Ophiophagus Naja hannah</i>	von 3,1 m Körperlänge	5,5 mm
<i>Ophiophagus Naja hannah</i>	von 4 m Körperlänge	10 mm

Solenoglypha

Art		Giftzahnlänge
<i>Echis carinata</i>	von 1,0 m Körperlänge	13 mm
<i>Trimeresurus anamallensis</i>	von 0,38 m Körperlänge	5 mm
<i>Trimeresurus mucrosquamatus</i>	von 0,8 m Körperlänge	10 mm
<i>Trimeresurus mucrosquamatus</i>	von 1,0 m Körperlänge	15 mm
<i>Agkistrodon acutus</i>	von 1,8 m Körperlänge	21 mm
<i>Lachesis mutus</i>	von 3,4 m Körperlänge	35 mm
<i>Bitis gabonica</i>	von 1,7 m Körperlänge	fast 50 mm

Dieses letzte Beispiel ist Pitman (1938, S. 270) entnommen; es handelt sich dabei um ein Riesenexemplar der Gabunviper von nahezu 9 Kilo Gewicht. Das Tier wurde 1933 im Mabira Forest (Uganda) lebend gefangen. Seine Giftzähne sind die größten, die bisher überhaupt bei irgendeiner Giftschlange gemessen worden sind.

Die Giftzähne der Proteroglyphen dürfen – wie der Vergleich mit denen der Solenoglyphen deutlich ergeben hat – als kurz und starr charakterisiert werden. Daß es indessen auch hier eine Ausnahme gibt, war zu erwarten. Diese Ausnahme bilden die berühmten afrikanischen Mambas, die alle der Gattung *Dendroaspis* angehören. Bei diesen giftigen Baumschlangen sind die Giftzähne beweglich, d. h. der verkürzte, nur noch die Giftzähne tragende Oberkiefer (Maxillare) kann so gedreht werden, daß sich die gefurchten Giftzähne nach vorn, also gegen außen richten. Insofern, aber nur insofern, ist der Giftapparat der Mambas ähnlich wie derjenige der Röhrenzähner.

Aus der großen Gruppe der aglyphen Nattern, gewissermaßen der Mutterlauge der Giftschlangen, lassen sich außer den eben besprochenen Pro-

teroglyphen noch andere Giftschlangen ableiten, nämlich die Opisthoglyphen, die einen zweiten wichtigen Stamm von Giftschlangen repräsentieren. Das sind Nattern, die ganz hinten im Rachen, am hinteren Ende des kammförmigen Maxillarknochens einige verlängerte, gefurchte, mit Giftdrüsen in Verbindung stehende Giftzähne tragen. Im allgemeinen sind die Opisthoglyphen oder Boiginen (wie sie neuerdings genannt werden) aus zwei Gründen für den Menschen nicht sehr gefährlich: erstens weil ihr Gift in der Regel kein besonders wirksames ist und zweitens, weil die kleineren Arten dieser Gruppe kaum imstande sind, ihre weit hinten im Maul befindlichen, starren Giftzähne gegenüber dem Menschen überhaupt in Aktion zu bringen. Nur wenn dünne Finger oder etwa die Spannhaut zwischen Daumen und Zeigefinger von einer opisthoglyphen Schlange gefaßt werden, kann sie ohne Schwierigkeit mit den ungünstig gelegenen Giftzähnen zubeißen. In der Tat werden denn nur selten gefährliche Opisthoglyphen-Bisse gemeldet. Eine Ausnahme bildet hier die dem Menschen gelegentlich verhängnisvoll werdende südafrikanische „Boomslang“ (*Dispholidus typus*), deren Giftwirkung in der letzten Zeit namentlich durch Grasset und Schaafsma (1940) untersucht worden ist. Kopfschmerzen, schmerzhafte Anschwellung und starke Verfärbung, Erbrechen, Blutungen aus Schleimhäuten und Kollaps sind die Folgen des Bisses, die sechs bis acht Tage anhalten können, bevor eine Besserung eintritt. Dem Biß eines kleinen Exemplares einer solchen *Dispholidus* fiel in tragischer Weise am 26. September 1957 Karl Patterson Schmidt in Chicago, einer der bedeutendsten Reptilienforscher der Welt, zum Opfer.

Von diesen Opisthoglyphen oder Boiginen werden stammesgeschichtlich diejenigen Giftschlangen abgeleitet, welche den technisch vollkommenen Giftapparat besitzen: Die altweltlichen Vipern und Ottern (Viperidae) einerseits und die fast ausschließlich neuweltlichen Grubenottern und Klapperschlangen (Crotalidae) andererseits. Beide (Viperidae und Crotalidae) bilden zusammen die Gruppe der Röhrenzähner oder Solenoglyphen, d. h. ihre Giftzähne sind nicht nur gefurcht, sondern das Gift fließt von der Basis bis zur spitzennahen Öffnung in einem geschlossenen Kanal. Dieser Giftzahntyp ist gewissermaßen die vollkommene Injektionskanüle. Sie ist – im Gegensatz zu den Protero- und Opisthoglyphen (ohne Mamba) – auch sehr beweglich, d. h. der stark verkürzte, zum Giftzahnhalter gewordene Maxillarknochen ist beweglich, so daß der Giftzahn, der hier ohnehin viel länger ist als bei den übrigen Giftschlangen, nach vorn aus der Mundhöhle herausgestreckt werden kann. Das ist in der Praxis deswegen bedeutsam, weil Schlangen meistens in kleinen Stoffsäckchen transportiert werden. Solenoglyphe können mit ihren vorstellbaren Zähnen durch den

Stoff hindurchstechen; dadurch ist schon mancher bedauerliche Unfall entstanden.

Der ursprünglich kammförmige, hier extrem verkürzte Maxillarknochen trägt außer den Giftzähnen keine anderen. Normalerweise sind nur zwei Giftzähne sichtbar, nämlich in jeder Oberkieferhälfte einer. In der Ruhelage, d. h. bei geschlossenem Mund, zuweilen auch beim Gähnen, sind diese völlig in Schleimhauttaschen eingebettet und an das Mundhöhlendach angelegt; erst zur Bißvorbereitung werden sie nach vorn aufgerichtet und treten aus ihren Scheiden heraus. Nun ist die Lebensdauer, d. h. die Funktionstüchtigkeit eines solchen Giftzahnes beschränkt: er stumpft sich durch den Gebrauch ab oder er bricht ab, z. B. wenn die Schlange in der Erregung auf einen harten Gegenstand gebissen hat.

Für diesen Fall – es handelt sich ja um die einzige Waffe des Tieres – ist von der Natur vorgesorgt worden; es sind bereits Ersatzzähne vorgebildet. Sie liegen im Grunde der Zahntasche, oft eine ganze Anzahl; denn für den Ersatzzahn ist auch schon wieder ein Nachfolger in Ausbildung begriffen usw. Es kann vorkommen, daß zwei gleichgroße Giftzähne unmittelbar hintereinander stehen, nämlich dann, wenn der alte Zahn bald abgestoßen wird. Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß die Giftzähne periodisch abgestoßen werden, ob sie abgenutzt sind oder nicht. In der Regel werden sie verschluckt und zwar alle paar Wochen, mindestens aber alle paar Monate, passieren den ganzen Magen- und Darmkanal und werden mit dem Kot zusammen entleert. Wer regelmäßig den Kot gefangener oder freilebender Giftschlangen untersucht, kann sich in kurzer Zeit eine ansehnliche Sammlung von Giftzähnen anlegen.

Daß sich der Röhrenzahn nicht nur durch seine erstaunliche, nach Tempo und Umfang überraschende Beweglichkeit, sondern auch durch seine bedeutende Länge vom Zahntyp der Protero- und Opisthoglyphen unterscheidet, ist bereits betont worden. Die absolut größte Länge mit nahezu 5 Zentimeter wird – soweit bis heute bekannt ist – bei der Gabunviper (*Bitis gabonica*) erreicht, die relativ größte Länge (verglichen mit der Gesamtlänge des Tieres) bei der eigentümlichen afrikanischen Viperiden-Gattung *Atractaspis*, welche mehrere Arten umfaßt. Hier liegt ein interessantes Beispiel einer ausgesprochenen Überentwicklung vor: die Giftzähne sind so lang, daß es der Schlange kaum mehr möglich ist, den Mund genügend weit aufzurreißen, um die gewaltigen Giftzähne überhaupt in Funktion treten zu lassen. Manchmal gelingt es ihr nur, einen der überdimensionierten Zähne einigermaßen aufzurichten, während der andere

zurückgeklappt bleibt und mitunter gleiten beide Zähne aus dem mühsam geöffneten Maul seitlich am Unterkiefer vorbei wie die Hauer eines Moschustieres oder eines chinesischen Wasserrehbockes, so daß sie kaum mehr in die Ausgangsstellung zurückgebracht werden können. Trotzdem sind durch diese nicht einmal meterlange und meistens verborgen im Boden wühlende Schlange beim Menschen schon schwere Vergiftungen, ja sogar Todesfälle verursacht worden. Pitman (1938, S. 293) erwähnt z. B. einen solchen Fall aus dem Sudan, wo ein Erwachsener sechs Stunden nach dem Biß starb.

Der Abschnitt über die Giftzähne der Schlangen darf nicht abgeschlossen werden ohne eine ausdrückliche Warnung: Bei Europäern besteht vielfach die Auffassung, daß die sogenannten Schlangenbeschwörer, denen sie in Afrika und im tropischen Asien begegnen, durchweg Scharlatane seien, die mit Giftschlangen arbeiten, denen sie die Giftzähne ausgebrochen haben. Das kommt zweifellos vor, darf jedoch unter keinen Umständen verallgemeinert werden. Ich selbst hatte Gelegenheit, in Indien und in Afrika Schlangen der Gattungen *Naja* und *Bitis* zu untersuchen, die von Schlangenbeschwörern zur Vorführung verwendet worden sind; ihr Giftapparat war vollkommen intakt! In Marokko beobachtete ich einen Schlangenbeschwörer, der sich mit den Gifthaken einer lebenden Puffotter (*Bitis arietans*) auf der Stirn blutende Wunden beibrachte, so daß Blut und Gift sich sichtbar in sehr ausgiebiger Weise mischten. Zweifellos sind manche dieser Gaukler immun. Es kommt immer wieder zu schweren und schwersten Unfällen, wenn „aufgeklärte“ Europäer, von der Harmlosigkeit solcher Schlangen überzeugt, sie anfassen und dadurch den Beschwörer bloßstellen wollen. Begreiflicherweise dulden diese die Einmischung trotz scheinbarem Protest; denn für sie gibt es keine bessere Reklame, als wenn einer der ungläubigen Zuschauer gebissen wird und an den Folgen stirbt, wie das schon wiederholt vorgekommen ist.

Aber auch in solchen Fällen, wo die Schlangengaukler ihren Tieren die Giftzähne ausgebrochen haben, ist längst nicht jede Gefahr ausgeschaltet: erstens können die Ersatzzähne bald in Funktion treten und zweitens ist die Schlange immer noch im Besitze einiger anderer Zähne, die an sich mit dem Giftapparat nichts zu tun haben, die jedoch Hautwunden zu erzeugen vermögen, in welche das bei jedem Zubeißen ohnehin ausgepreßte Gift nur zu leicht den Weg findet.

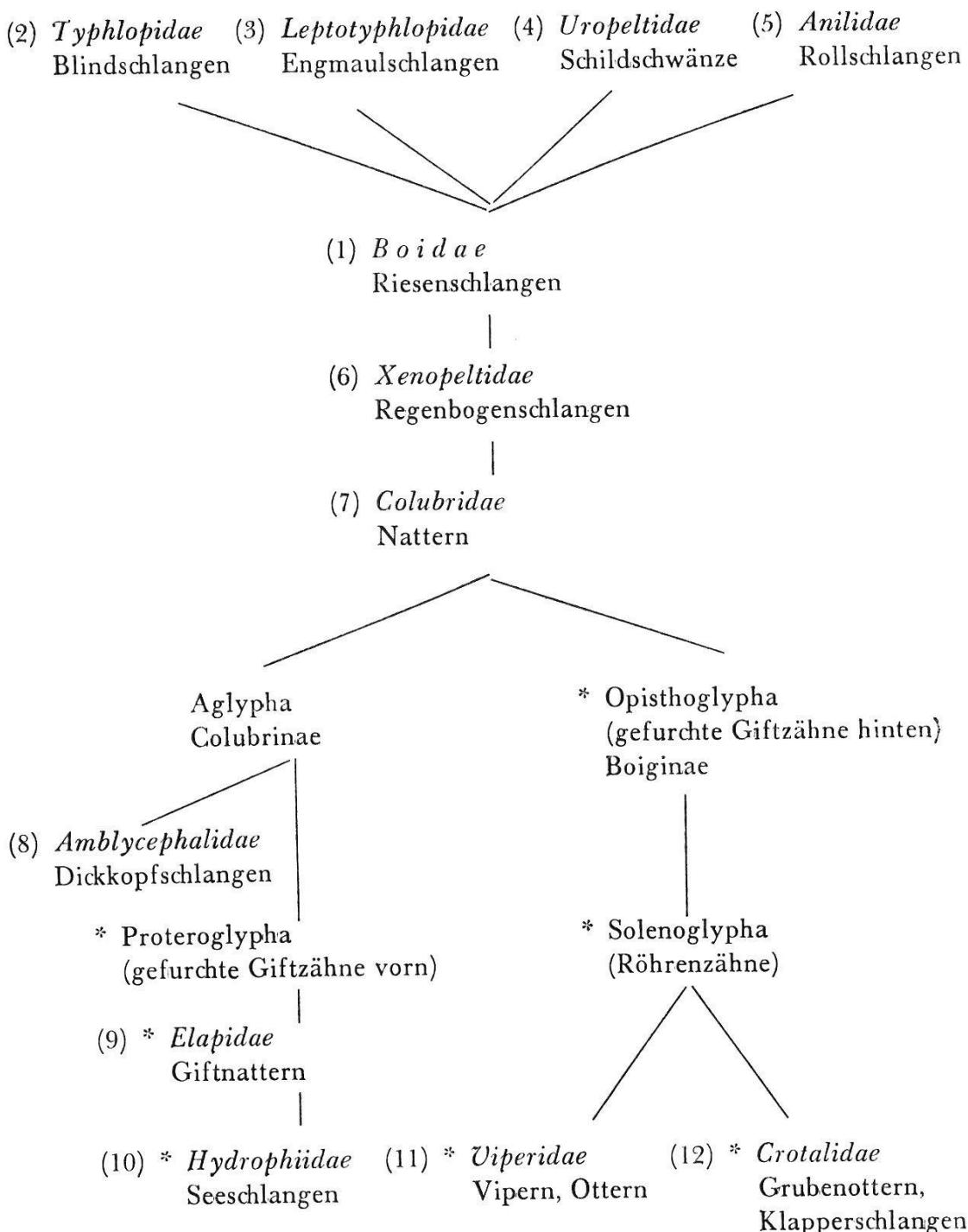
Die Kunst der guten Schlangenbeschwörer beruht auf einem ganz anderen Prinzip, nämlich auf einer ausgezeichneten Kenntnis des Verhaltens

ihrer Schlangen und auf einer oft geradezu virtuosen Verwertung ihrer Reaktionsweisen. Der Schlangenbeschwörer weiß ganz genau, wie seine Schlange auf bestimmte Reize und Provokationen reagiert. Bekanntlich wird die Schlange nicht durch Musik beeinflußt; denn sie besitzt kein Außenohr, kein Trommelfell und keine Paukenhöhle. Sie hört also nichts, sondern sie reagiert auf die präzis dosierten Bewegungen des Schlangenbeschwörers, seiner Kleider oder Musikanstrumente.

Die gehörlosen Schlangen, jedenfalls die von den Schlangenbeschwörern verwendeten Arten, reagieren besonders lebhaft auf optische Reize; unter Umständen so stark, daß sie dadurch vollkommen in Anspruch genommen werden. Deswegen ist es möglich, eine Schlange mit der einen Hand optisch vollständig zu binden und gleichzeitig die andere Hand vorsichtig unter ihren Körper zu schieben. Auf diese Weise läßt sich selbst ein frisch gefangenes Tier unter Umständen beliebig herumtragen – allerdings mit einem nicht geringen Risiko! Auf den Außenstehenden macht das natürlich den Eindruck, als ob die Schlange vom Beschwörer gebannt oder hypnotisiert wäre. Die Zunft der Schlangenbeschwörer besitzt heute indessen keinen Trick mehr, für den nicht eine einfache biologische Erklärung gegeben werden könnte. Jeder gute Terrarienwärter in irgendeinem Zoo könnte daher auch als Schlangenbeschwörer auftreten, wenn es ihm gestattet wäre, sich und das Publikum solchen Risiken auszusetzen.

(1) Diese Übersicht über die Familien der Schlangen, die nur in gewissen Einzelheiten von den Stammbäumen abweicht, die von anderen Autoren aufgestellt worden sind, geht aus von den etwa 60 Arten umfassenden Boiden oder Riesenschlangen als Basis, und zwar deswegen, weil diese repräsentativen, altertümlichen Geschöpfe bei rein äußerlicher Betrachtung noch am deutlichsten die Spuren ihrer Saurier-Vergangenheit aufweisen. Schlangen stammen ja von echsenartigen Vorfahren ab; sie haben im Laufe ihrer langen stammesgeschichtlichen Entwicklung schließlich ihre Extremitäten eingebüßt. Die Boiden besitzen noch Reste (Rudimente) von Hinterbeinen, die in Form von kräftigen Krallen auf beiden Seiten des Kloakenspaltes liegen. Diese merkwürdigen Organe haben nicht nur eine Reduktion, sondern auch einen vollständigen Bedeutungswandel erfahren. Für die Fortbewegung sind sie gänzlich bedeutungslos geworden, doch spielen sie eine wichtige Rolle im Funktionskreis der Fortpflanzung. Bei verschiedenen Arten werden sie beim Paarungszeremoniell vom Männchen in Aktion gebracht, d. h. sie werden abgespreizt, geraten in eine fast vibrierende Bewegung, haken zwischen den Schuppen des Weibchens ein, so daß diese Bewegung auf einen ganzen Bezirk von Schuppen übertragen

Übersicht über die 12 Schlangen-Familien



Die mit * bezeichneten Gruppen sind giftig.

Die dem folgenden Text vorausgestellten Nummern beziehen sich auf die entsprechende Numerierung dieser Übersicht.

wird. Im männlichen Geschlecht sind denn diese Afterklauen wesentlich stärker ausgebildet als im weiblichen; sie dienen daher geradezu zu Geschlechtsbestimmung am lebenden Tier. – In diese archaische Gruppe von Schlangen, die fast rein tropisch ist, gehören u. a. die populärsten Riesenschlangen wie Python, Boa, Anakonda usw.

(2) Um die Boiden als Schwerpunkt gravitieren sozusagen vier kleinere Schlangenfamilien, klein sowohl im Sinne der geringen Artenzahl, als vor allem auch der bescheidenen Körpergröße (meistens weniger als 1 Meter). Die artenreichste Gruppe ist die der Typhlopiden oder Blindschlangen. Es handelt sich um wurmähnliche Geschöpfe mit wurmähnlicher Lebensweise. Wie ihre großen Verwandten, die Boiden, sind auch sie fast rein tropisch und kommen zur Hauptsache in der alten Welt vor. Einige Arten besitzen an der Schwanzspitze einen harten Dorn als mechanische Waffe, mit der die sonst völlig harmlosen Tiere den Fänger zu überraschen vermögen. Es sind noch Spuren von Beckenknochen vorhanden, die jedoch äußerlich nicht sichtbar sind. Nur der Oberkiefer ist bezahnt.

(3) Auch die Engmaulschlangen (Leptotyphlopiden, früher Glauconiden) gehören zu den alttümlichen Verwandten der Boiden. Sie weisen im Röntgenbild noch deutliche Beckenrudimente auf, führen eine ähnliche Lebensweise wie die Typhlopiden im Boden und gleichen ihnen auch äußerlich in Farbe, Form und Größe, jedoch sind bei ihnen die Oberkiefer zahnlos; nur die Unterkiefer sind bezahnt. Die Leptotyphlopiden finden sich in den Tropen der alten und der neuen Welt.

(4) Die Schildschwänze (Uropeltiden) tragen ihren Namen deswegen, weil sie am Schwanzende einen merkwürdigen, oft mit feinen Stacheln versehenen Schild besitzen. Wahrscheinlich dient dieser als Verschluß ihrer Bodenröhren, in denen sie unterirdisch leben; nach der Auffassung von Barbour (1934, S. 76) liegt hier also ein Fall von Phragmose vor, d. h. vom Verstopfen eines Erdbaus mit Hilfe eines besonders dazu ausgebildeten Körperteils. Bei den Uropeltiden sind beide Kiefer bezahnt; Spuren von Becken und Hinterextremitäten fehlen. Die geographische Verbreitung beschränkt sich auf Indien und Ceylon.

(5) Die Rollschlangen (Anilidae, früher Ilysiiden) sind gleichfalls Bodenwühler von zylindrischem Körperquerschnitt. Ihre Heimat sind die alt- und neuweltlichen Tropen ohne Afrika. Einer der bekanntesten Vertreter ist die bereits im Abschnitt über psychologische Waffen erwähnte Rotschlanke (*Cylindrophis rufus*), die Ular kapala dua („Schlange mit den zwei Köpfen“), wie sie wegen der eigentümlichen Kopfschwanzverkehrtheit von den Malayen genannt wird.

(6) Die Regenbogenschlangen (Xenopeltiden) stellen die kleinste aller Schlangenfamilien dar; sie besteht nämlich nur aus einer einzigen Art, der wegen ihres wunderbaren Metallschimmers Regenbogenschlange ge-

nannten *Xenopeltis unicolor*. Sie kommt in Südostasien und auf den Sundainseln vor, wird nur 1 Meter lang und lebt im Boden. Ihre aus Fröschen und Eidechsen bestehende Beute wird gewöhnlich nach unterirdischem Anschleichen gepackt, umschlungen und unter die Oberfläche gezogen. Lebensweise und Verwandtschaftsbeziehungen dieser isolierten Schlange sind von Mertens (1943, S. 213–220) ausführlich geschildert worden. Daß diese Art in die nächste Verwandtschaft der Boiden gehört, wird von den maßgebenden Autoren übereinstimmend angenommen, hingegen sind einige der Auffassung, daß sie zwischen den Boiden und den Colubriden eine Mittelstellung einnimmt, wie das in der Übersicht zum Ausdruck kommt (Afranio do Amaral 1930, S. 11), während andere die Auffassung vertreten, daß *Xenopeltis* das Bindeglied zwischen den Boiden und den Aniliden bildet (Mahendra 1938, Mertens 1943). Neuerdings wird die in Mexiko und Zentralamerika vorkommende früher für eine Boide gehaltene Schlange *Loxocemus* ebenfalls zu den Xenopeltiden gerechnet (C. H. Pope 1955, S. 175).

(7) Jedenfalls steht fest, daß aus der bisher besprochenen Gruppe von solidzähnigen, altertümlichen Schlangen, deren Kern die Boiden bilden, die große Gruppe der Colubriden (Nattern) stammesgeschichtlich abzuleiten ist, also die Hauptmasse aller Schlangen, die mindestens 1600 Arten, d. h. rund zwei Drittel der heute lebenden Schlangen umfaßt. Nach Pope (1937, S. 178) gehören etwa 1200, also fast die Hälfte aller Schlangen zur Unterfamilie der Colubrinen, die solide, ungefurchte Zähne aufweisen (*Aglypha*), und rund 400 Arten zu den Boiginen oder *Opisthoglypha*, in deren Rachen ganz hinten einige verlängerte, gefurchte Giftzähne sitzen. Hier also, zwischen den Unterfamilien der Colubrinen und der Boiginen, ist der Entstehungsort der ersten Giftschlangen in dem S. 174 definierten Sinn. Aber es kann nicht genug hervorgehoben werden, daß es eine scharfe Trennung zwischen giftig und ungiftig nicht gibt; denn die Zahnstruktur ist in dieser Grenzgruppe sehr labil, worauf z. B. Meise und Henning (1935, S. 139 f.) mit Recht hingewiesen haben, und es wird sogar sehr oft unwahrscheinlicher, daß zwischen aglyphen und opistoglyphen Nattern in der bisher üblichen Weise unterschieden werden kann, weil es sich immer herausstellt, daß die Merkmale verschwimmen. Praktisch bedeutet das, daß man keine unbekannte Schlange als vollkommen harmlos behandeln soll.

(8) Die Dickkopfschlangen (Amblycephaliden, Dipsadinae) bilden eine sehr kleine Familie von sehr grazilen, großäugigen Baumschlangen, die sich auf das Fressen von Schnecken spezialisiert haben, auch von Gehäuse-

schnecken, die mit den spitzen Zähnen aus dem Haus gezerrt werden. Wohl im Zusammenhang mit der Spezialisierung auf diese verhältnismäßig kleine Beute fehlt ihnen die Kinngrube, jene elastische, unbeschuppte Hautpartie zwischen den Unterkieferästen, welche bei den meisten anderen Schlangen die gewaltige Ausdehnung des Schlundes beim Verzehren großer Beutetiere erleichtert. Die Dickkopfschlangen sind vornehmlich in Südostasien, in kleiner Anzahl auch in Südamerika zu Hause.

(9) Die Giftnattern (Elapiden) stellen die zweitgrößte Schlangenfamilie dar; sie sind für Australien ganz besonders typisch, kommen jedoch in zahlreichen Arten auch in Afrika, Asien und Amerika vor. Mit Ausnahme der Mambas (Dendraspis) besitzen sie starre und verhältnismäßig kurze, gefurchte Giftzähne vorn in der Mundhöhle, weshalb sie auch als Proteroglyphen bezeichnet werden. Zu den Elapiden gehören u. a. die prachtvoll gefärbten zentral- und südamerikanischen Korallenottern, die indischen Brillenschlangen und die typischen giftspuckenden Arten. Ihr Gift wirkt vorwiegend neurotoxisch (Nervengift).

(10) Seeschlangen (Hydrophiiden) gibt es in Wirklichkeit, und zwar in etwa 50 Arten, die hauptsächlich im indo-australischen Gebiet weit verbreitet sind. Es handelt sich – entgegen gewissen immer wieder auftau chenden Zeitungsmeldungen – nicht um riesige Monstren, sondern durchweg nur um kleinere Tiere von 1 bis 1,2, im Maximum 3 Meter Länge. Ein besonderes Kennzeichen der Seeschlangen ist der ruderförmige, seitlich stark abgeplattete Schwanz. Sie lassen sich als an das Leben im Meer angepaßte Elapiden auffassen.

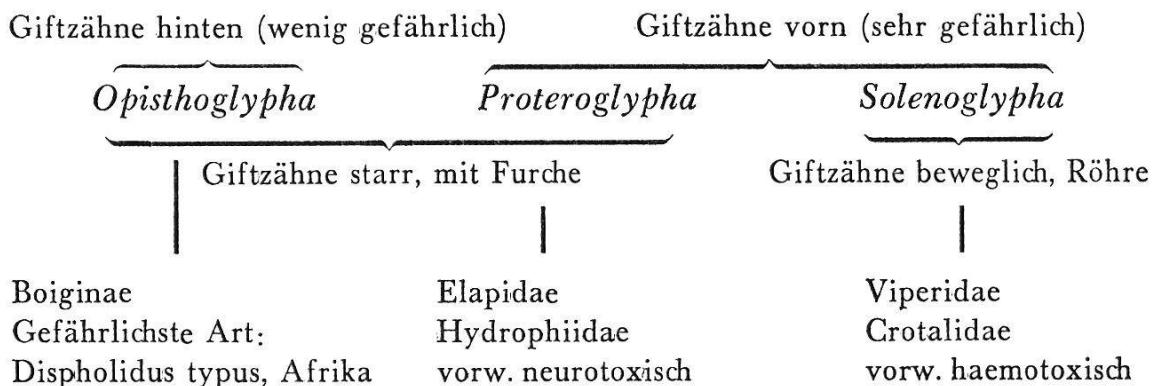
(11) Unter den Viperiden werden die Vipern und Ottern zusammengefaßt. Es sind altweltliche Röhrenzähner mit sehr langen, beweglichen Gifthaken. Der Kopf ist meistens sehr breit, der Schwanz kurz und der Körper dick und gedrungen. Ihre Gift ist – wie das der Crotaliden – vorwiegend haemotoxisch (Blutgift). In diese Gruppe gehören u. a. die afrikanische Puffotter, die Gabun- und Nashornviper, die afrikanisch-indische Sandrasselotter (Echis), die indo-malayische Kettenviper (*Vipera russellii*) usw.

(12) Die Grubenottern (Crotaliden) sind gewissermaßen die Neuweltvipern, obgleich sie auch einige wenige Vertreter in Asien besitzen. Die Bezeichnung Grubenotter nimmt Bezug auf ein merkwürdiges Organ, welches äußerlich als eine Vertiefung zwischen Auge und Nasenöffnung (ungefähr in der gleichen Größe) in Erscheinung tritt. Es handelt sich um ein

Sinnesorgan, das im Dienste der Temperaturempfindung steht und welches das Auffinden der Beute – auch nach dem Biß – erleichtert. Die Crotaliden, welche auch die große Gruppe der Klapperschlangen umfassen, besitzen neben den Viperiden den vollkommensten Giftapparat und stellen überhaupt auch hinsichtlich ihrer Intelligenz, die höchstentwickelten Schlangen dar. Ihr Gift ist, wie erwähnt, vorwiegend haemotoxisch. Zwar besitzt gerade die einzige Klapperschlange, welche von Norden her weit nach Südamerika vordringt, die Schauerklapperschlange oder Cascabel (*Crotalus terrificus*) in ihrem Gift eine stark neuro-toxische Komponente, welche Erblindung, Atemstillstand und oft eine vollständige Lähmung der Halsmuskulatur bewirkt, so daß der Kopf eines gebissenen Menschen nach allen Richtungen herunterfällt. Das gab früher Anlaß zu dem Glauben, daß diese Schlangen den Menschen das Genick brechen.

Unter den Crotaliden haben besonders die mit einer Schwanzrassel versehenen beiden Gattungen *Crotalus* und *Sistrurus* die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. 1940 hat ihnen H. K. Gloyd in Chicago eine umfangreiche Monographie gewidmet. 1956 ist das zweibändige, nahezu 1500 Seiten umfassende Monumentalwerk über die Klapperschlangen von L. M. Klauber in San Diego erschienen. Es handelt sich bei diesem, im Laufe von Jahrzehnten zusammengetragenen einzigartigen Werk nicht nur um eine Art Enzyklopädie der Klapperschlängenkunde, sondern der Schlangenkunde überhaupt. Obgleich von Hause aus Ingenieur, hat sich der Verfasser derart in diese ungewöhnlich faszinierende Tiergruppe eingearbeitet, daß er heute als die größte Autorität auf diesem Gebiete anerkannt wird. Natürlich sind in diesen zwei Bänden auch alle denkbaren Angaben über Schlangengift und Bißbehandlung enthalten, angefangen von den ersten magischen Maßnahmen bis zu den modernsten therapeutischen Methoden.

Zusammenfassend lassen sich die Giftschlangen schematisch folgendermaßen gruppieren:



Die gefährlichsten Gifschlangen nach Kontinenten

1. Tropisches Afrika

Boiginae:	<i>Dispholidus typus</i>	Boomslang
Elapidae:	<i>Naja haie</i>	Ägyptische Brillenschlange, Uraeusschlange
	<i>Naja nigricollis</i>	Schwarzhalsige Speischlange, Spitting cobra
	<i>Naja flava</i> = <i>nivea</i>	(Südafrika). Kapbrillenschlange, Cape cobra
	<i>Naja melanoleuca</i>	Schwarzweiße Brillenschlange, Black cobra
	<i>Naja anchietae</i>	
	<i>Naja goldii</i>	
	<i>Hemachatus</i> (<i>Sepedon</i> , <i>Merremia</i>) <i>haemachates</i> . Ringhals.	
	<i>Boulengerina annulata</i>	(Tanganyikasee). Wasserkobra, Water cobra
	<i>Dendraspis jamesoni</i>	Ostafrikanische Mamba
	<i>Dendraspis angusticeps</i>	Südafrikanische Mamba
	<i>Dendraspis viridis</i>	Grüne Mamba (Auch die beiden an- deren werden gelegentlich Grüne Mamba genannt)
	<i>Elaeochis</i> = <i>Elapoidea</i> <i>guentheri</i> . Garter Snake.	
Viperidae:	<i>Causus rhombatus</i>	Pfeilotter, Cape Viper, Night Adder
	<i>Causus resimus</i>	Grünotter, Green Viper, Green Night Adder
	<i>Causus lichtensteini</i>	Lichtensteins Night Adder
	<i>Bitis arietans</i>	Puffotter, Puff Adder
	<i>Bitis gabonica</i>	Gabunviper, Gaboon Viper
	<i>Bitis nasicornis</i>	Nashornviper, Rhinoceros Viper, River Jack
	<i>Bitis caudalis</i>	Südafrikanische Hornviper
	<i>Bitis cornuta</i>	Helmbuschviper
	<i>Bitis atropos</i>	Atroposviper
	<i>Bitis peringueyi</i>	Wüstenotter
	<i>Atheris squamigera</i>	Baumviper, Tree Viper
	<i>Atheris nitschei</i>	Nitsches Baumviper
	<i>Atheris clorechis</i>	Westafrikanische Baumviper Green Bush Viper
	<i>Atheris ceratophorus</i>	Gehörnte Baumotter, Horned Tree Viper
	<i>Atractaspis irregularis</i>	Erdotter, Burrowing Viper
	<i>Atractaspis aterrimma</i>	Schwarze Erdotter, Black Burrowing Viper
	<i>Atractaspis cornulenta</i>	
	<i>Atractaspis dahomeyensis</i>	
	<i>Atractaspis watsoni</i>	
	<i>Atractaspis micropholis</i>	

<i>Echis carinata</i>	Sandrasselotter, Carpet Viper
<i>Cerastes cornuta</i>	(Sahara). Hornviper, Horned Sand Viper
<i>Cerastes vipera</i>	(Sahara). Avicenna-Viper, Common Sand Viper
<i>Vipera lebetina</i>	(Nordafrika). Levanteviper

2. Tropisches Asien

Boiginae:	<i>Boiga dendrophila</i>	Ularburong, Mangrove Snake
Elapidae:	<i>Ophiophagus (Naja) hannah</i>	Königshutschlange, King cobra
	<i>Naja naja</i> = tripudians	Indische Brillenschlange, Indian cobra, Cobra de capello
	<i>Bungarus candidus</i>	Common Krait
	<i>Bungarus faciatus</i>	Pama-Schlange, Banded Krait
	<i>Bungarus flaviceps</i>	
	<i>Bungarus sindanus</i>	
	<i>Bungarus coeruleus</i>	
	<i>Doliophis intestinalis</i>	Bauchdrüsensetter
	<i>Callophis</i>	Verschiedene Arten. Schmuckotter
Viperidae:	<i>Vipera russellii</i>	Kettenviper, Russels Viper, Tic Palonga
	<i>Echis carinata</i>	Sandrasselotter, Carpet Viper
Crotalidae:	<i>Agkistrodon rhodostoma</i>	
	<i>Agkistrodon hypnale</i>	
	<i>Trimeresurus habieus</i>	(Philippinen)
	<i>Trimeresurus gramineus</i>	Bambusotter, Green Tree Viper
	<i>Trimeresurus monticola</i>	
	<i>Trimeresurus strigatus</i>	
	<i>Trimeresurus purpureomaculatus</i>	
	<i>Trimeresurus sumatranaus</i>	
	<i>Trimeresurus anamallensis</i>	
	<i>Trimeresurus trigonocephalus</i>	
	<i>Trimeresurus wagleri</i>	

3. Tropisches Australien und Neu-Guinea

Elapidae:	<i>Pseudechis porphyriacus</i>	Schwarzotter, Black Snake
	<i>Oxyuranus scutellatus</i>	Giant Brown Snake, Taipan
	<i>Denisonia superba</i>	Copper-head Snake
	<i>Denisonia coronoides</i>	Whip Snake
	<i>Denisonia coronata</i>	
	<i>Denisonia signata</i>	
	<i>Denisonia maculata</i>	
	<i>Denisonia gouldi</i>	
	<i>Denisonia nigrescens</i>	

<i>Demansia</i> = <i>Diemenia textilis</i> . Brown Snake	
<i>Notechis scutatus</i>	Bandotter, Tiger Snake
<i>Acanthophis antarcticus</i>	Todesotter, Death Adder
<i>Hoplocephalus bungaroides</i>	
<i>Brachyaspis curta</i>	Kurzotter
<i>Pseudelaps diadema</i>	
<i>Elapognathus minor</i>	
<i>Furina occipitalis</i>	
<i>Rhynchelaps bertholdi</i>	

4. Tropisches Amerika

Elapidae:	<i>Micrurus fulvius</i>	Coral Snake
	<i>Micrurus mipartitus</i>	
	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	
	<i>Micrurus corallinus</i>	
	<i>Micrurus frontalis</i>	
	<i>Micrurus lemniscatus</i>	
Crotalidae:	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil
	<i>Bothrops schlegelii</i>	Horned Palm Viper
	<i>Bothrops undulatus</i>	Mexican Palm Viper
	<i>Bothrops bicolor</i>	Green Palm Viper
	<i>Bothrops lateralis</i>	Yellow-lined Palm Viper
	<i>Bothrops nigroviridis</i>	Black-spotted Palm Viper
	<i>Bothrops leptura</i>	
	<i>Bothrops bilineatus</i>	
	<i>Bothrops nasuta</i>	Nose-horned Viper
	<i>Bothrops landsbergi</i>	Hog-nosed Viper
	<i>Bothrops ophryomegas</i>	Western Hog-nosed Viper
	<i>Bothrops nummifera</i>	Jumping Viper
	<i>Bothrops godmani</i>	Godmans Viper
	<i>Bothrops atrox</i> = <i>lanceolatus</i> . Fer-de-lance	
	<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca
	<i>Bothrops jararacussu</i>	Jararacussu
	<i>Bothrops neuweidii</i>	Maximilians Viper, «Jararaca» Urutu
	<i>Bothrops itapetiningae</i>	
	<i>Bothrops alternatus</i>	«Urutu»
	<i>Lachesis muta</i>	Buschmeister, Bushmaster
	<i>Crotalus terrificus</i>	Schauerklapperschlange, Tropical Rattlesnake, Cascabel

Diese Zusammenstellung der wichtigsten tropischen Giftschlangen nach Kontinenten ist selbstverständlich nicht vollständig; andererseits wurde sie absichtlich auch nicht so reduziert, daß der Außenstehende glauben könnte, in Afrika oder Indien kämen nur etwa ein halbes Dutzend Giftschlangen vor. Ich benütze diese Gelegenheit, um wieder einmal auf die

gewaltige Formenfülle der tropischen Tierwelt hinzuweisen und neuerdings in Erinnerung zu rufen, daß in diesem kleinen Buch wirklich nur ein winziger Ausschnitt der tropischen Fauna Erwähnung findet. Gerade bei den Schlangen dürfen die Verhältnisse nicht allzu einfach dargestellt werden, schon weil es den Medizinern unter den Tropenreisenden zu zeigen gilt, daß es in jedem tropischen Land so viele Giftschlangen gibt, daß sie ein gründliches Studium an Hand der Spezialliteratur erfordern, wenn man sie so genau kennenlernen will, wie das z. B. zur Behandlung eines Bißfalles wünschenswert wäre.

Würde ein Schlangenspezialist diese Listen zu Gesicht bekommen, so würde er sie mit Recht als oberflächlich oder als ungenau bezeichnen. Im Rahmen dieser „Kleinen Tropenzoologie“ können jedoch unmöglich systematische Finessen behandelt werden. Es möge hier der Hinweis genügen, daß neuerdings z. B. unter *Trimeresurus* (früher *Lachesis*) *gramineus* nicht weniger als fünf verschiedene Schlangenarten verstanden werden, wie Pope und Pope (1933) ausführen. Diese, nur für den Spezialisten bedeutsamen subtilen Unterscheidungen sind nur möglich bei Berücksichtigung besonderer Merkmale an den Kopulationsorganen dieser Schlangen, die ja bei den Männchen doppelt ausgebildet sind in Gestalt der beiden Hemipenes, die man indessen am lebenden Tier überhaupt nicht zu sehen bekommt. Erst bei der Sektion konservierter Exemplare werden diese Einzelheiten sichtbar. Weibliche Exemplare z. B. von *Trimeresurus* *gramineus* und *Trimeresurus* *stejnegeri* kann – da sie keinen Hemipenis besitzen – nicht einmal der Spezialist unterscheiden, geschweige denn der Tropenreisende, der sich nicht in die systematischen Probleme einzelner Tiergruppen vertiefen will.

Serumherstellung und Schlangenbißbehandlung

Bekanntlich werden in den einzelnen tropischen Ländern Heilsera zur Behandlung von Giftschlangenbissen hergestellt. Der Tropenreisende, der sich nicht nur in den Städten, sondern auch außerhalb der Siedlungen in weglosem Gebiet, in der Steppe, im Busch oder im Urwald exponiert, tut gut daran, sich im Spital der als Basis gewählten Stadt nach den vorhandenen Heilsera und ihrer Anwendungsweise zu erkundigen. In vielen Fällen kann nur durch die Injektion des richtigen Serums die tödliche Wirkung eines Giftschlangenbisses aufgehoben werden. Wegen der großen Zahl von verschiedenen Giftschlangenarten und der Unterschiede in der Wirkung der Schlangengifte gibt es bis heute noch kein einheitliches Serum, das bei

allen Giftschlangenbissen helfen könnte. Es fehlt also ein omnivalentes Serum. Hingegen werden bereits nicht nur monovalente Sera hergestellt, also solche, die nur gegen das Gift einer einzigen Schlangenart wirksam sind, sondern bereits polyvalente Sera, d. h. solche, welche die Giftwirkung verschiedener Giftschlangenarten oder -gattungen aufzuheben imstande sind.

Selbstverständlich wirkt längst nicht jeder Giftschlangenbiß tödlich. Es kommt dabei – ganz abgesehen von der Schlangenart – noch auf verschiedene Umstände an, z. B. auch darauf, ob die Schlange beim Biß die Giftzähne beider Oberkiefer eingeschlagen und damit auch beide Drüsen entleert hat, oder nur einen Zahn und eine Drüse, was verhältnismäßig oft vorkommt. Ferner ist von großer Bedeutung, wo der Biß sitzt. Die Prognose ist in der Regel um so günstiger, je peripherer die Bißstelle liegt (z. B. Zehe, Finger) und weniger günstig, wenn es sich um Bisse ins Gesicht oder gar in Venen handelt. Kinder sind stärker gefährdet als Erwachsene.

Vor dem weitverbreiteten Glauben, daß eine Schlange, nachdem sie einmal gebissen hat, unmittelbar nachher nur noch geringe Giftmengen zur Verfügung habe, sei ausdrücklich gewarnt. Kopstein hat im Juli 1931 auf Java einen Fall untersucht, wo unmittelbar nacheinander zwei Männer – Vater und Sohn – von derselben Schlange gebissen worden und daran gestorben sind. Es handelte sich um eine von Kopstein (1932, S. 73) als *Bungarus javanicus* beschriebene Giftschlange. Die beiden Eingeborenen hatten während der Reisernte die Nacht in einer provisorischen Hütte verbracht. Plötzlich fühlte einer der beiden eine Schlange über seine Hand kriechen und erhielt beim Erwachen, wahrscheinlich infolge einer hastigen Bewegung, einen Biß in den linken Zeigefinger. Entsetzt schleuderte er die Schlange von sich und traf damit unglücklicherweise seinen Vater, der nahe der Kniekehle in die Wade gebissen wurde. Unmittelbar nach dem Biß stellte sich bei beiden schwerste Atemnot ein und beide waren unfähig, sich zu erheben und zu sprechen. Ein dritter Mann, der ebenfalls in der Hütte genächtigt hatte, vermochte die Schlange zu töten und lief ins nächste Dorf, um Hilfe zu holen, doch der 50jährige Vater starb eine halbe Stunde nach dem Biß, der 30jährige Sohn nach 16 Stunden. – Das tragische Beispiel zeigt, daß sich der Giftvorrat einer Schlange mit einem Biß keineswegs erschöpft.

Die Herstellung eines Heilserums zur Behandlung von Giftschlangenbissen beim Menschen geht im Prinzip ungefähr folgendermaßen vor sich: Man spritzt einem Pferd eine kleine Menge des gereinigten und in be-

stimmter Weise vorbehandelten Giftes einer Schlangenart ein. Diese, für das Pferd gut verträgliche Giftmenge wirkt als Antigen (Gegenkörperbildner), d. h. es bilden sich im Körper, speziell im Blutserum des Pferdes, sogenannte Antikörper, also Stoffe, welche die schwache Wirkung der geringen Giftdosis aufheben. Je mehr Schlangengift nun dem Pferd in bestimmten Abständen nach einem genau ausgearbeiteten Plan eingespritzt wird, desto mehr Antikörper bildet es in seinem Blut und desto größere Giftmengen vermag es ohne Schädigung zu ertragen. Im Laufe der Behandlung kommt das Pferd schließlich so weit, daß es z. B. zwei Gramm Kobragift verträgt, das ist die 80fache Menge der ursprünglich tödlich wirkenden Giftdosis. Wenn nach etwa zwölf Tagen ein Maximum an Antikörpern im Pferd entstanden ist, werden ungefähr 8 Liter Blut entnommen und in Abständen von sechs Tagen weitere 6 Liter.

Im Serum des so entnommenen Blutes sind also sehr große Mengen von giftneutralisierenden Stoffen (Antikörpern) enthalten; das Serum wird nun so zubereitet, daß es einem gebissenen Menschen eingespritzt werden kann. Der menschliche Körper verwendet also die vom Pferd gebildeten Antikörper zur Neutralisierung des Schlangengiftes. Es ist einleuchtend, daß diese Serumtherapie gegen Giftschlangenbisse in vielen Fällen die zweckmäßigste ist. In giftschlangenreichen Ländern sollte daher Schlangenserum immer zur Hand sein. Je rascher nach dem Biß es angewendet wird, desto günstiger ist seine Wirkung.

Darüber, was zu tun ist, wenn zur Behandlung eines Giftschlangenbisses kein Serum vorhanden ist, gehen die Meinungen sehr stark auseinander, ja sie sind zum Teil geradezu gegensätzlich, z. B. was die Verwendung von Kaliumpermanganat, das Erweitern der Schnittwunde, das Aussaugen usw. anbetrifft. Es seien daher einfach diejenigen Maßnahmen angeführt, die A. Hauer (1941, S. 345 f.) in seinem ausgezeichneten ärztlichen Berater für Übersee und Tropen bei Schlangenbißfällen bis zum Eintreffen des Arztes oder bei fehlendem Serum empfiehlt:

1. Die Verhinderung des Eindringens von Schlangengift in den Blutkreislauf

a) bei dem – fast ausschließlich in Betracht kommenden – Biß in die Extremitäten: Abschnüren des betreffenden Gliedes mit Staubinde, und zwar so fest, daß der Puls nicht ganz unterdrückt wird: dadurch erzielt man außer der willkommenen Anreicherung von Abwehrstoffen eine Umkehr der Lymphströmung, wodurch ein Teil des Giftes wie-

der herausgeschwemmt wird (die früher häufig angewandte Abschnürung des betreffenden Gliedes bis zum Verschwinden des peripheren Pulses ist dagegen als zwecklos aufzugeben);

b) Entweder: sofortiges Herausschneiden der Bißstelle (mindestens 1 Zentimeter über die Bißmarke hinaus, 1 Zentimeter tief) oder: Aufschneiden der Wunde in der Richtung der beiden Bißkanäle (das früher übliche Ausbrennen der Bißwunde ist ganz nutzlos und überdies gefährlich! Auch das beliebte Aussaugen der Wunde nützt sehr wenig).

2. Zwecks Zerstörung des Giftes in der Wunde selbst durch Einspritzen mehrerer Kubikzentimeter einer 1–2 prozentigen, d. h. einer hellroten Lösung von übermangansaurem Kali in die nähere Umgebung der Wunde (im Notfall, z. B. wenn Spritze nicht zur Hand ist usw., durch Einreiben mehrerer Kristalle von übermangansaurem Kali in die Schnittwunde). Später feuchter Verband (essigsaurer Tonerde). Übermangansaures Kali soll imstande sein, in 1–2prozentiger Lösung das Gift zu zerstören, ohne dabei Haut und Unterhautzellgewebe stark zu schädigen.

3. Zwecks Aufhebung der Giftwirkung im Körper (es läßt sich nicht verhindern, daß wenigstens kleinste Giftmengen in den Kreislauf gelangen):

a) viel heißen, starken Kaffee oder Tee trinken (zwecks Anregung der Herzkraft, der Schweißabsonderung und der Nierentätigkeit); unter Umständen Cardiazol oder Coffein usw.;

b) leichter Glühwein oder Grog, möglichst heiß, um das erwünschte Schwitzen zu unterstützen. Erhöhter Alkoholgenuss soll schaden können. Bei Kindern ist Alkohol in jeder Form untersagt. Der auch von manchen Ärzten immer wieder empfohlene Alkoholgenuss wird neuerdings scharf abgelehnt. Man befürchtet, daß die lähmende Wirkung, welche bekanntlich der anregenden des Alkohols folgt, Schaden anrichten kann. (Nach meiner Erfahrung – es wird Hauer zitiert – wird durch leichten Glühwein oder Grog, möglichst heiß genossen, u. a. das erwünschte Schwitzen begünstigt.)

c) heißes Bad oder heiße Packungen zum Zwecke der erhöhten Schweißabsonderung.

Verhütung: Auf Märschen, Jagdgängen usw. Schutz der Füße und Waden durch derbe Lederschuhe und dicke Gamaschen (beides schützt

indessen nicht unbedingt). Am besten ist Achtsamkeit! Nächtliche Gänge möglichst vermeiden!

Das sind die Empfehlungen Hauers, der über eine reiche tropenärztliche Erfahrung verfügt.

Es darf indessen nicht verschwiegen werden, daß heute hinsichtlich der Behandlung von Giftschlangenbissen eine bedauerliche Unklarheit und Unsicherheit besteht. Es gibt wohl keine einzige, ärztlich empfohlene Maßnahme – von der Anwendung von Serum bis zum Abbinden der Bißwunde – die nicht von anderen Autoren als unnütz oder gar als gefährlich abgelehnt würde. Die heute wohl am wenigsten umstrittene Maßnahme, die daher auch in immer größerem Umfang angewendet wird, ist die Bluttransfusion; sie hat den Nachteil, daß sie nur vom Arzt ausgeführt werden kann.

Zum Serum ist zu sagen, daß es erstens nicht für alle Giftschlangenarten Heilsera gibt, sondern lediglich für die häufigsten und populärsten. Nicht einmal in der Schweiz gibt es Sera für die wenigen vorkommenden Schlangen-Typen, geschweige denn für seltene tropische Arten, denen man nicht nur in Steppen und Dschungeln begegnen kann, sondern in überraschendem Ausmaß auch bei Reptilienliebhabern in Europa. Zweitens ist hier zu bedenken, daß viele Menschen gegen Pferdeserum äußerst empfindlich sind, so daß die Serumbehandlung schlimmer sein kann als der Biß, worauf J. A. Oliver und L. J. Goss (1952) hinweisen in ihrer Arbeit, in der sie auch eine Liste der verschiedenen, in der ganzen Welt hergestellten Schlangenserena mitteilen. In Nordamerika ist den meisten Serumpackungen eine kleine Ampulle mit Pferdeserum beigefügt, damit die Empfindlichkeit des Gebissenen vor der Injektion getestet werden kann.

Die Anwendung von Kaliumpermanganat wird einerseits immer wieder empfohlen, andererseits wird ebenso ausdrücklich davor gewarnt. J. A. Oliver (1952) stellt erneut fest, daß Kaliumpermanganat wohl imstande ist, im Reagensglas Schlangengift zu zerstören, im Körper zerstört es aber auch das Gewebe und schadet wesentlich mehr als daß es nützt. Dieser Autor hat eine überaus instruktive, handliche Broschüre über Verhütung und Behandlung von Schlangenbissen veröffentlicht; als Kurator der Reptilien-Abteilung des Bronx Zoo in New York verfügt er über eine enorme Erfahrung im direkten Umgang mit den Giftschlangen aus aller Welt. Unter anderem ist ihm als erstem auch die Zucht der größten aller Giftschlangen, nämlich der Königskobra (*Ophiophagus* = *Naja han-*

nah), 1956 gelungen. – Die erwähnte Broschüre kann von der Zoological Society (New York 60, N.Y.) bezogen werden. Zwar ist sie wesentlich auf nordamerikanische Verhältnisse, d. h. auf Klapperschlangen ausgerichtet, doch enthält sie viele Angaben, die im Zusammenhang mit Giftschlangenbissen von allgemeiner Bedeutung sind. So wird der Nutzen von Gummischlöpfköpfen zum Aussaugen frischer Bißwunden dargestellt (wie sie z. B. von den Cutter Laboratories, Berkeley, California) fabriziert werden; das Aussagen mit dem Mund hat sich wiederholt als verhängnisvoll erwiesen.

In seinem Überblick über das Schlangenbiß-Problem meint der vorzügliche Kenner C. H. Pope (1950) resigniert, daß nach einem Jahrhundert dauernder Untersuchungen die moderne Wissenschaft noch nicht in der Lage sei, Giftschlangenbisse vollständig zu meistern. Sicher wurden in dieser Zeit wertvolle Fortschritte erzielt; aber das Problem ist keineswegs gelöst. Gerade deshalb kann nicht genug betont werden, daß auch hier Vorbeugen besser ist als Heilen. Wer sich mit Giftschlangen wirklich auskennt, zeigt im Umgang mit ihnen ein Maximum an Vorsicht und vermeidet jede unnötige Begegnung.