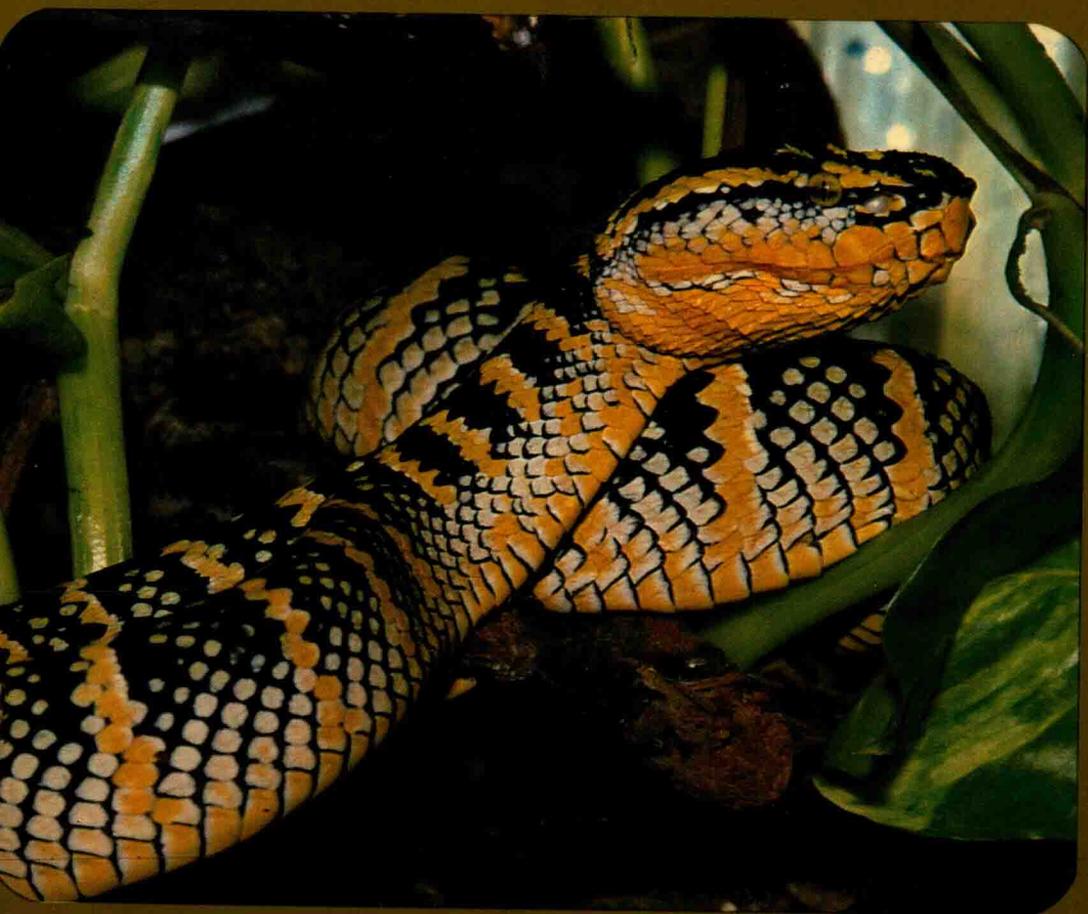


LUDWIG TRUTNAU

Schlangen

2



ULMER

Ludwig Trutnau

Schlangen im Terrarium

Haltung, Pflege und Zucht
in zwei Bänden

Band 2
Giftschlangen

59 Farbfotos

Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Schlangen im Terrarium

Band 1: Ungiftige Schlangen

Band 2: Giftschlangen

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Trutnau, Ludwig:

Schlangen im Terrarium : Haltung, Pflege u.
Zucht ; in 2 Bd. / Ludwig Trutnau. – Stuttgart:
Ulmer

Bd. 2. Giftschlangen. 1981

ISBN 3-8001-7052-3

© 1981 Eugen Ulmer GmbH & Co.

Wollgrasweg 41, Stuttgart 70 (Hohenheim)

Printed in Germany

Einbandgestaltung: A. Krugmann, Stuttgart

mit einem Foto (*Trimeresurus wagleri*) von

L. Trutnau, Altrich

Satz und Druck: Sulzberg-Druck GmbH, Sulzberg

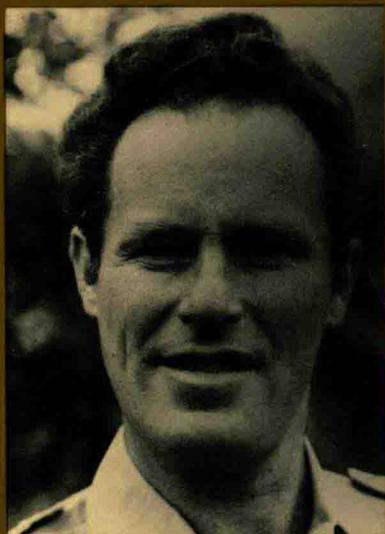
LUDWIG TRUTNAU

Schlangen

2



ULMER



Band 2 dieses zw  5
über Schlangen
der Haltung, Pfl
von Giftschlangen, es w
insgesamt 114 Arten aus den
Familien Giftnattern, Vipern und
Grubenottern ausführlich
beschrieben und zum großen Teil
farbig abgebildet.
Ludwig Trutnau (Dipl. Biologe)
lebt in Altrich bei Wittlich.
Seit seiner Kindheit pflegt und
züchtet er Fische, Amphibien und
Reptilien; dabei gilt den Schlangen
sein besonderes Interesse. Auf
zahlreichen Exkursionen, die ihn
durch nahezu alle mittel- und
südeuropäischen Staaten, nach
Nordafrika, USA, Mittelamerika
und Südostasien führten, hat er
eingehende herpetologische
Studien betrieben. Die meisten
der von ihm beschriebenen
Schlangen hat Ludwig Trutnau
selbst gehalten und wiederholt
seltene Arten zur Nachzucht ge-
bracht.

Band 1 behandelt die ungiftigen
Schlangen der Familien Riesen-
schlangen, Warzenschlangen und
Nattern, insgesamt 137 Arten.

Ludwig Trutnau

Schlangen im Terrarium

Haltung, Pflege und Zucht
in zwei Bänden

Band 2
Giftschlangen

59 Farbfotos

Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Schlangen im Terrarium

Band 1: Ungiftige Schlangen

Band 2: Giftschlangen

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Trutnau, Ludwig:

Schlangen im Terrarium : Haltung, Pflege u.
Zucht ; in 2 Bd. / Ludwig Trutnau. – Stuttgart:
Ulmer

Bd. 2. Giftschlangen. 1981

ISBN 3-8001-7052-3

© 1981 Eugen Ulmer GmbH & Co.

Wollgrasweg 41, Stuttgart 70 (Hohenheim)

Printed in Germany

Einbandgestaltung: A. Krugmann, Stuttgart

mit einem Foto (*Trimeresurus wagleri*) von

L. Trutnau, Altrich

Satz und Druck: Sulzberg-Druck GmbH, Sulzberg

Vorwort

Während meiner mehr als 30jährigen Praxis als Herpetologe habe ich immer wieder erlebt, mit wieviel Vorurteilen, mit welcher Leichtfertigkeit und mit wie wenig Sachkenntnis Giftschlangenhaltung oftmals betrieben und zur Diskussion gestellt wird. So verfolgt dieses Buch, in dem ich meine eigenen, umfangreichen Beobachtungen und viele Erfahrungen anderer Herpetologen zusammengetragen habe, und das ich als Ratgeber allen Giftschlangengütern widme, noch eine weitere Absicht. Ich wünsche mir, daß eine praxisnahe und sachbezogene Darstellung der Haltung, Pflege und Zucht dazu beitragen kann, vorhandene Aversionen und Emotionen abzubauen, aber auch Leichtsinns und Sensationslust aufzuzeigen, im Interesse einer sachlich-nüchternen wie verantwortungsbewußten Einstellung zur Frage der Haltung von Giftschlangen im Terrarium.

Zu den Lesern dieses Buches zähle ich nicht nur die Fachleute in den Zoologischen Gärten, die Herpetologen in den wissenschaftlichen Instituten und Sammlungen, sondern vor allem den großen, sich immer mehr erweiternden Kreis von Terrarianern, die sich ernsthaft mit Giftschlangen beschäftigen. Sie alle müssen sich der Verantwortung, der Risiken und möglichen Gefahren – sich selbst und ihrer Umgebung gegenüber – bewußt sein, die mit der Haltung von Giftschlangen stets verbunden sind. Wer sich Giftschlangen nur aus reiner Eitelkeit oder Geltungsbedürfnis anschafft, handelt leichtsinnig und verantwortungslos! Entschieden ist auch darauf hinzuweisen, daß Giftschlangen nicht in die Hände von Kindern gehören und möglichst nicht in Wohnräumen unterzubringen sind. Selbstverschuldete Giftschlangenbisse gefährden nicht nur den davon Betroffenen, sondern bringen

außerdem die Terraristik unnötig in Mißkredit.

Voraussetzung für die Haltung von Giftschlangen sind gesonderte, verschlossen gehaltene Räume wie stabile, fugenfreie und abschließbare Terrarien, die ein Entweichen der Schlangen unmöglich machen. Für jeden nur denkbaren Notfall müssen die entsprechenden monovalenten und polyvalenten Schlangenseren in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, wobei darauf zu achten ist, daß sie nicht durch zu langes Lagern ihre Wirksamkeit eingebüßt haben. Wenn all diese Vorsichtsmaßnahmen, die einen Unfall durch Giftschlangenbiß weitgehend unmöglich machen, erfüllt sind, und auch die amtliche Genehmigung erteilt ist, können gegen eine ernstbetriebene Giftschlangenhaltung m. E. keine Bedenken mehr bestehen.

Wenn sich dennoch gelegentlich Unfälle im Umgang mit Giftschlangen ereigneten, so betrafen sie in der jüngsten Vergangenheit ausschließlich die Pfleger selbst; Unbeteiligte sind dabei nicht zu Schaden gekommen. Man sollte dieses Risiko, das der Schlangengärtner für seine eigene Person auf sich nimmt, mit dem Risiko gleichsetzen, das etwa Bergsteiger, Skiläufer, Taucher oder Höhlenforscher bei der Ausübung ihrer Tätigkeit eingehen. Solange der Schlangengärtner sich seiner Verantwortung, die er durch die Haltung von Giftschlangen gegenüber seiner Umwelt einget, bewußt ist und konsequent danach handelt, sollte man diesem Zweig der Terraristik nicht von vornherein mit Mißtrauen gegenüber treten, oder, wie dies oftmals geschieht, privaten Schlangengärtnern Schwierigkeiten bereiten oder sie sogar zwingen, ihre Sammlungen aufzulösen. Man kann sich häufig des Eindrucks nicht erwehren, daß manche war-

nenden Äußerungen und Angriffe auf die Giftschlangenhaltung weniger vom Verantwortungsgefühl gegenüber der Öffentlichkeit getragen werden, als unbewußten Angstgefühlen oder tiefwurzelnder Abneigung entspringen, wie sie viele Menschen angesichts der Schlangen empfinden.

Im Zuge der stammesgeschichtlichen Entwicklung sind die Giftschlangen von der Natur zum Beuteerwerb und zur Selbsterhaltung mit gefährlich wirksamen Waffen ausgestattet worden. Das sollte sich der Pfleger dieser Tiere stets vor Augen führen und seine Pfleglinge mit der gebührenden Vorsicht und Umsicht behandeln. Wie alle Organismen sind aber auch die Schlangen ein Teil der lebenden Natur, in der sie wie jede andere Art in Anpassung an ihre Umwelt eine bestimmte Aufgabe erfüllen und damit zur Aufrechterhaltung des biologischen Gleichgewichts beitragen. Diese Geschöpfe haben bereits lange vor dem ersten Auftreten des Menschen die Erde bevölkert. Wie jedes höher entwickelte Tier besitzt auch die Giftschlange ein ihrer körperlichen Organisation entsprechendes Bewußtsein und ist in der Lage, Empfindungen aufzunehmen wie alle höher entwickelten Wirbeltiere. Schlangen empfinden Schmerzen und Angst, können diese Gefühle aber kaum durch Äußerungen kund tun, die der Mensch versteht. Und Schlangen sind auch durchaus Individuen.

Erfreulicherweise scheint sich bei der Interpretation des Verhaltens von Schlangen allmählich wenigstens ein Umdenken zu vollziehen, als die ehemaligen, zu vermenschlichten Ausdeutungen heute mehr und mehr durch wirklichkeitsnähere Formulierungen ersetzt werden. Noch in der zweiten umgearbeiteten und vermehrten wie in der vierten, vollständig neu bearbeiteten Auflage von „Brehms Tierleben“ (1878 und 1913) wird die Kreuzotter als „dumm“, „geistlos, sinnesstumpf, tückisch, trotzig, grenzenlos wütend“ oder als „mit Blindheit geschlagen“ gekennzeichnet. Nach den Schilderungen von Lenz ist „ihr eine unüberwindliche Begierde nach Mäuse-

mord angeboren. Ihre Blicke beginnen von blinder Mordgier zu funkeln, sobald sie eine Maus erschaut. Ihre Bisse zucken nach dem harmlosen Tierchen und es wird in wilder Leidenschaft gemordet, aber nimmermehr verzehrt. Sobald es enteelt vor ihr liegt, kehrt die süße Ruhe in ihre Seele zurück, welche der heimtückische Bösewicht fühlt, welcher seinen lang verhaltenen Rachedurst endlich im Blute des verhaßten Feindes gekühlt hat“. „Puffottern sind träge und enthalten, zuweilen auch ergrimmt“. „Die Wassermokassinotter zeigt sich dem Pfleger gegenüber als gutmütig und zahm, man möchte fast sagen sie erweits sich dankbar“. „Die Sandrasselotter ist bössartig, jähzornig und kampflustig“. „Die Uräusschlange ist bei den alten Ägyptern das Sinnbild der Erhabenheit. Nach Plinius zeigt sie jedoch in gewisser Hinsicht ein zartes Gefühl, da sie in treuer Ehe lebt“.

Giftschlangen sind mit Sicherheit nicht trotzig, grenzenlos wütend, bössartig, dankbar oder zeigen zarte Gefühle. Derartige Eigenschaften besitzt nur der Mensch. Ihr Verhalten wird ausschließlich von angeborenen Instinkten und von den erworbenen Erfahrungen bestimmt.

In zahlreichen Ländern gibt es heute mehr oder weniger strenge Schutzgesetze, die auf der wachsenden Erkenntnis beruhen, daß man keine Tier- oder Pflanzenart aus ihrer natürlichen Umgebung entfernen darf, ohne die Harmonie des Ganzen zu stören. Es wäre endlich an der Zeit, nicht nur Säugetiere und Vögel, sondern auch alle Amphibien und Reptilien einschließlich der Giftschlangen und Krokodile wirkungsvoll in diese Schutzvorstellungen mit einzubeziehen. Wir tragen die Verantwortung und haben daher die Pflicht, auch den Giftschlangen ein Lebensrecht zu zuerkennen und sie ebenso zu behandeln wie jede lebende und damit beseelte und fühlende Kreatur.

Abschließend sei noch auf die schon in Band 1 abgehandelten und verständlicherweise in dem vorliegenden 2. Band nicht mehr wiederholten, aber für Giftschlangen wie für ungif-

tige Schlangen in gleichem Maße verbindliche Grundsatzkapitel wie „Schlangen in der Natur“, „Der Mensch und die Schlangen“, „Hal- tung und Pflege“, usw. hingewiesen.

Wie auch im Vorwort des ersten Bandes möchte ich all denjenigen danken, die mir bei der Entstehung dieses Buches mit Anregun- gen, Auskünften und Ratschlägen wesentlich

geholfen haben. Zu ganz besonderem Dank bin ich Herrn Dr. Wirot Nutaphand, Bang- kok, verpflichtet, der mir auf einer gemeinsa- men Sammeltour einen zusätzlichen Einblick in die Giftschlangenfauna Thailands vermit- telte.

Altrich, im Januar 1981 Ludwig Trutnau

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Allgemeines über Giftschlangen	9
Unterscheidungsmerkmale von giftigen und ungiftigen Schlangen	9
Einiges über die Chemie und Wirkung der Schlangengifte	10
Selbsthilfe bei Giftschlangenbiß	15
Meine eigenen Erfahrungen bei Schlangenbissen	22
Immunität gegen Schlangenbisse	24
Wie man Giftschlangen fängt	27
Der Giftschlangenbehälter und seine besondere Einrichtung	31
Verzeichnis der beschriebenen Arten	32
Artenbeschreibungen	36
Familie Giftnattern (Elapidae)	36
Familie Vipern (Viperidae)	80
Familie Grubenottern (Crotalidae)	129
Literaturverzeichnis	189
Bildnachweis	193
Register	194

Allgemeines über Giftschlangen

Unterscheidungsmerkmale von giftigen und ungiftigen Schlangen

Was ist eine Giftschlange? Fast jeder glaubt, diese Frage beantworten zu können, obwohl dieser Begriff sich nicht leicht definieren läßt. Im allgemeinen sind Giftschlangen solche Schlangen, deren Biß bei Menschen und Tieren Vergiftungserscheinungen hervorrufen. Die gängige Vorstellung, daß eine Giftschlange einen breiten, dreieckigen Kopf und je nachdem ein mehr oder weniger abgewandeltes Zickzackband auf dem Rücken haben müsse, gilt uneingeschränkt nicht einmal für die Kreuzotter (*Vipera berus*). Auch andere Merkmale – wie breiter Körper, kurzer Schwanz, ungeteiltes Afterschild, geschlitzte Pupille, gekielte Schuppen oder auffällige Färbung – geben kaum Anhaltspunkte, ob eine Schlange giftig oder ungiftig ist. Eine klare Abgrenzung zwischen giftigen und ungiftigen Arten ist kaum möglich. Es gibt Schlangen, die vom Bau ihrer Zähne her durchaus mit Recht zu den ungiftigen gezählt werden, deren Biß aber trotzdem, wenn auch unbedeutend, Symptome einer geringfügigen Vergiftung verursachen kann. Mit letzter Sicherheit lassen sich Schlangen nur am anatomischen Bau ihres Schädelskeletts, an ihren Zähnen und der besonderen Zahnstellung – wie dem gleichzeitigen Nachweis von je einer Giftdrüse in jeder Oberkieferhälfte – in die Kategorien giftig, wenig giftig oder ungiftig einreihen. Die echten Giftschlangen besitzen hohle oder am Vorderrande gefurchte Zähne. Diese verlängerten Giftzähne finden sich fast ohne Ausnahme im Oberkiefer. Den perfektsten Giftapparat zeigen die **sole-noglyphen** Giftschlangen, zu denen man die

Ottern und Grubenottern rechnet. Diese Schlangen haben im Oberkiefer ein Paar verlängerte, röhrenförmig-hohle Giftzähne, die im inaktiven Zustand umgeklappt in einer Schleimhautfalte dem Gaumen anliegen. Hinter jedem der beiden sich in Funktion befindenden Hauptzähne liegen ein oder mehrere Ersatzzähne. Die Hauptzähne haben eine beschränkte Funktionsdauer. Sie werden von Zeit zu Zeit abgestoßen und durch die hinter ihnen stehenden Reservezähne ersetzt. Jeder Giftzahn ist mit einer Giftdrüse über einen Ausführgang verbunden. Eine Viper beispielsweise richtet beim Zubeißen die beiden Giftzähne blitzschnell auf, schlägt sie in ihr Beutetier ein und zieht sie ebenso schnell wieder heraus. Dabei drücken Muskeln auf jede der beiden Giftdrüsen, die ihren Inhalt durch den Ausführgang in die röhrenförmigen Giftzähne und damit in das Opfer eintreten lassen. Bei einem Biß wird meist nur ein Bruchteil des Giftes, das in den Giftdrüsen vorhanden ist, in das Beutetier gespritzt.

Die **proteroglyphen** Giftschlangen – zu diesen zählt man die Seeschlangen (Hydrophiidae) und die Giftnattern (Elapidae) –, deren vorderste beide Oberkieferzähne verlängert und am Vorderrand der Länge nach gefurcht sind, stehen stets senkrecht und unbeweglich im Oberkiefer. Bei einem Giftbiß dieser Schlangen spielt sich der gleiche Vorgang ab wie bei den Ottern und Grubenottern.

Die **opistoglyphen** Nattern, auch Trugnattern genannt, werden als ungiftig angesehen, und sind es in der Regel auch. Eine Ausnahme machen die Boomsnake (*Dispholidus typus*) und die Lianennatter (*Thelotornis kirtlandii*), durch deren sehr starkes Gift schon mehrfach Menschen zu Tode kamen. Die gefurchten Giftzähne der Trugnattern liegen meist so

weit hinten im Oberkiefer, daß sie bei einem Biß nur dann in Funktion treten können, wenn ein Finger oder ein Beutetier tief genug in den Rachen der Schlange gerät. Zuweilen entwischt eine Schlange, die einen Menschen gebissen hat, ohne daß man ihre Art bestimmen könnte. An den Bißabdrücken erkennt man jedoch meist, ob es sich um eine giftige oder ungiftige Schlange handelt. Zwei besonders große Einstichstellen deuten auf eine Giftschlange, viele kleine, in zwei Reihen hintereinander stehende Einstichstellen auf eine ungiftige Art hin. Bei einem Giftschlangenbiß läßt die Wirkung des Giftes meist auch nicht lange auf sich warten.

Einiges über die Chemie und Wirkung der Schlangengifte

Aus anatomischer Sicht stellen die Giftdrüsen der Schlangen umgewandelte Speicheldrüsen dar. Das Schlangengift ist eine besondere Art von Speichel, der an seine speziellen Aufgaben und Funktionen hervorragend angepaßt ist. Im Stoffwechselfgeschehen der Giftschlangen spielt das Gift eine wichtige Rolle: Es tötet die Beutetiere und unterstützt mit Hilfe seiner eiweißzerlegenden Enzyme die Verdauung. Giftapparat und Gift stellen gemeinsam eine wirkungsvolle Verteidigungswaffe dar. Die Giftschlangen reagieren auf bestimmte Reize immer in der gleichen Weise. Sie beißen einmal oder mehrere Male zu. Der Giftbiß kann durch ein vorbeihuschendes Beutetier ausgelöst werden oder als Antwort auf eine Gefahr, einen Angriff oder eine Verletzung hin erfolgen. Nach dem Biß läßt die Schlange das Beutetier meist los, sucht es nach dem Verenden unter intensivem Züngeln und verschlingt es in der Regel vom Kopf her. Auch den gebissenen Körperteil eines Menschen läßt die Schlange anschließend fast immer los.

Auf eine ganz bemerkenswerte Weise verletzen und vergiften die Erdottern der Gattung *Atractaspis* ihre Beutetiere und ihre Feinde.

In Anpassung an die wühlende Lebensweise im Erdboden haben diese reizbaren Schlangen lange Giftzähne entwickelt, die nicht aufgestellt werden können, sondern offen außerhalb der Mundseiten fest umgeklappt liegen. Wenn *Atractaspis* ihren kleinen Kopf, wie bei ihr üblich, seitlich zurückkreißt, haken sich die Zähne in das Opfer. Meist dringt nur ein Zahn ein. Obwohl das Gift von *Atractaspis* weitgehend neurotoxisch ist, verursacht es an der Bißstelle doch intensive Schmerzen, Schwellungen und Verfärbungen.

Einige wenige Giftschlangen speien Gift zu ihrer Verteidigung. Das gezielte Verspritzen von Gift erfolgt durch einen heftigen Luftausstoß aus den Lungen. Das aus den Zahnöffnungen austretende Gift wird im Luftstrom meist gegen das Gesicht und in die Augen des Angreifers zerstäubt. Derartiges Giftspeien ist von verschiedenen Kobras (*Hemachatus hemachatus*, *Naja mossambica*, *Naja naja atra*, *Naja naja sputarix*, *Naja nigricollis*) her bekannt, man hat es aber auch schon vereinzelt bei Vipern (*Bitis gabonica*) beobachtet. Das Gift kann auf das Auge eine sehr gefährliche Wirkung haben. Es kann zu Entzündungen, Vereiterungen und bei ungünstigem Ausgang sogar zu Erblindung führen.

Im Rohzustand ist das Gift eine trübe Flüssigkeit mit einem spezifischen Gewicht zwischen 1030 und 1077. Getrocknet hat es ein kristallines Aussehen, ist aber in Wirklichkeit eine amorphe Substanz. Zentrifugiertes Gift ist klar und durchsichtig; die Zellbestandteile wurden auszentrifugiert. Je nach der Schlangengattung hat das Gift verschiedene Färbungen. Kobragift ist meist transparent. Bei verschiedenen Klapperschlangen (*Sistrurus*, *Crotalus*) wechselt die Farbe zwischen hell-grünlich und hell-orange. Das Gift der Kreuzotter (*Vipera berus*) ist gelbstichig, stark klebrig und von sirupähnlicher Konsistenz.

Schlangengifte gewinnt man durch „Melken“. Die Schlange wird hinter dem Kopf gefaßt. Sie stellt dann selbständig ihre Giftzähne auf. Man läßt das Tier durch eine Gummimembran beißen, die in der Regel über ein Kelch-

glas gespannt ist. Bei diesem Vorgang werden die Giftdrüsen sanft massiert. Das aus den Zahnöffnungen tropfende Gift wird gesammelt und im Exsikkator getrocknet. Im Dunkeln und kühl aufbewahrt, behält das Trokengift über viele Jahre hinweg seine volle Wirksamkeit.

Bei der chemischen Analyse stellt sich heraus, daß das Schlangengift hauptsächlich aus Eiweißstoffen wie Albuminen und Globulinen besteht, aber auch Nukleoside (Adenosin und Adenosin-3-phosphat), eiweißverdauende (Proteasen und Peptone) und andere Fermente, Mucin und mucinähnliche Schleimstoffe, Aminosäuren, Fette, beim Zentrifugieren sich absetzende Gewebeteile, einige anorganische Salze und ebenso auch Wasser enthält. Nukleoside sind organisch-chemische Verbindungen aus einer Purinbase, z.B. Adenin, Guanin, Hypoxanthin oder einer Pyrimidinbase, z.B. Cytosin, Thymin oder Uracil. So besteht das Adenosin-3-phosphat aus der Purinbase Adenin, dem Zucker D-Ribose und 3 Phosphorsäureresten. Mit Hilfe der spektralanalytischen Spurenanalyse entdeckte man in den Giftproben verschiedenartiger Schlangen folgende Elemente: Natrium, Calcium, Magnesium, Zink, Phosphor, Silicium, Eisen, Aluminium, Kupfer und Silber.

Im Schlangengift treten Proteine (einfache Eiweißstoffe bestehend aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff) mit stark saurem und stark basischem Charakter auf. Daher neigen sie zur Bildung salzartiger Symplexe, die sich schwer voneinander trennen lassen. Die schwere Trennbarkeit der salzartigen Symplexe ist der Hauptgrund dafür, daß man bis heute kaum ein Ferment in wirklich reiner Form isolieren konnte. Fermente oder Enzyme sind von der lebenden Zelle gebildete Wirkstoffe, die als sogenannte Biokatalysatoren, sämtliche chemischen Umsetzungen im Organismus, d. h. seinen gesamten Stoffwechsel steuern. Die Fermente wirken wie organische Katalysatoren schon in sehr geringen Mengen reaktionsauslösend oder reaktionsbeschleunigend, wobei sie selbst aus der Re-

aktion unverändert wieder hervorgehen. Ein Ferment ist in der Lage ein Substrat zu spalten und es ebenso wieder aus den Spaltprodukten zu synthetisieren. Die bisher bekannten Fermente – über 700 – sind Eiweißstoffe. Zahlreiche Fermente sind zusammengesetzte Eiweißstoffe oder Proteide (diese können neben Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff auch Schwefel und Phosphor enthalten), die neben der Eiweißkomponente noch einen nichteiweißartigen Bestandteil enthalten, den man als Koferment oder Wirkgruppe bezeichnet. Das Koferment und die hochmolekulare Eiweißkomponente, das sogenannte Apoferment bilden zusammen das wirksame Holoferment oder Holoenzym. Alle Fermente wirken mehr oder weniger spezifisch, d. h., daß sie auf eine ganz bestimmte biochemische Reaktion und auf einen ganz bestimmten Stoff oder eine Stoffgruppe eingestellt sind. Als biologische Substanzen sind die Fermente wie alle Eiweißstoffe sehr temperaturempfindlich. Oberhalb von 40°C läßt ihre Wirksamkeit ganz erheblich nach und verschwindet schließlich ganz. Die Wirksamkeit eines Fermentes kann sich optimal nur bei einer ganz bestimmten Temperatur, einem bestimmten p^H -Wert wie der Konzentration der Reaktionsteilnehmer entfalten. Da die Fermente zahlreiche Begleitstoffe besitzen und sie überaus empfindlich sind, ist ihre Reindarstellung mit allergrößten Schwierigkeiten verbunden. Mit Ausnahme einiger, seit langer Zeit gebräuchlicher Trivialnamen, werden die Fermente in ihrer Wirksamkeit auf einen ganz bestimmten Stoff unter der Verwendung der Endsilbe „ase“ gekennzeichnet. Die Vorsilbe deutet an, welche Reaktion von dem betreffenden Ferment katalysiert, bzw. welches Substrat umgesetzt wird. So katalysieren die Esterasen – diese gehören zu den Hydrolasen – sowohl die Hydrolyse und Verseifung als auch die Bildung von Estern. Zu den Esterasen zählt man beispielsweise die Cholinesterase und die Lipasen, welche letztere Fette in den dreiwertigen Alkohol Glycerin und in die geradzahigen

höheren Fettsäuren aufspalten. Proteasen zerspalten Proteine und Proteidasen Proteide usw.

Vor mehr als 60 Jahren wurde im Schlangengift eine Esterase als erstes Enzym festgestellt, die man mit der nicht ganz treffenden Bezeichnung Lecithinase belegte. Die genannte Verbindung, die heute unter der Bezeichnung Phospholipase A bekannt ist, kommt ausnahmslos in jedem Schlangengift vor und ist verantwortlich für die starke indirekte Hämolyse, d.h. des Austritts des roten Blutfarbstoffs Hämoglobin aus den roten Blutkörperchen, deren Zellwände zerstört werden. Im kleinstmolekularen Elapidengift kommen als zwei weitere Esterasen, die Phosphomono- und die Phosphodiesterase vor. Die Phosphodiesterase zerlegt Ribonukleinsäuren in Mononukleotide. Die Nukleinsäuren, z.B. die Ribonukleinsäure und die Desoxyribonukleinsäure, kommen in allen Zellkernen vor. Sie bestehen aus einem Kohlenhydrat, der Ribose oder der Desoxyribose, 2 Purin- und 2 Pyrimidinbasen und dem Phosphorsäurerest. Zucker, Base und Phosphorsäurerest ergeben insgesamt ein Nukleotid. Die Nukleotide sind nun in den Nukleinsäuren linear in einer Kette angeordnet und durch Phosphorsäurebrücken vom 5'-C-Atom des einen Zuckerrestes zum 3'-C-Atom des nächstfolgenden Zuckerrestes verbunden. Bei der Fortpflanzung jedes Lebewesens spielen die Nukleinsäuren die entscheidende Rolle. Die Mononukleotide werden von der 5'-Nukleotidase zu Nukleosiden und Orthophosphat abgebaut. Die 5'-Nukleotidase zerlegt stets nur 5'-Nukleotide. Metalle wie Magnesium, Calcium, Mangan und Kobalt steigern die 5'-Nukleotidase in ihrer Wirksamkeit. Weitere wesentliche Enzyme des Schlangengiftes zerlegen Adenosintriphosphat zu Adenosindiphosphat und Adenosinmonophosphat bis zum Adenosin. Die Cholinesterase spaltet Acetylcholin zu Cholin und Essigsäure auf.

Besonders reich an Proteasen ist das Gift der solenoglyphen Giftschlangen. Die Proteasen zerspalten die Eiweißstoffe der Beutetiere

und führen sie in die lösliche und damit in die durch den Intestinaltrakt resorbierbare Form über. Die Peptidasen zerlegen Di- und Tripeptide. Peptide entstehen durch Zusammenschluß von Aminosäuren, wobei jeweils ein Molekül Wasser zwischen der Amino-Gruppe (NH_2 -Gruppe) der einen und der Carboxylgruppe einer anderen Aminosäure abgespalten wird. Je nach der Anzahl der Aminosäurebausteine hat man zwischen Di-, Tri-, Oligo- oder Polypeptiden zu unterscheiden.

Von den Carbohydrasen des Schlangengiftes sei die Hyaluronidase erwähnt, die im Sinne einer Depolymerase die Hyaluronsäure durch Depolymerisation in kleine Teileinheiten aufspaltet. Die Hyaluronsäure hält die Zellen untereinander zusammen. Eine Aufspaltung der Hyaluronsäure führt zu Lücken zwischen den einzelnen Zellen und bewirkt somit ein schnelleres Vordringen des Giftes in die Gewebe.

Die L-Aminosäureoxydase bewirkt die gelbliche Färbung mancher Schlangengifte. Dieses Enzym, das nicht zu den Hydrolasen zählt, spaltet aus Aminosäuren Ammoniak ab und oxidiert sie zu α -Ketosäuren. Nur wenige Naturstoffe besitzen so hohe und in ihrer Wirkung so fein aufeinander abgestimmte Konzentrationen verschiedenartiger Enzyme wie die Schlangengifte.

Die Giftwirkung wird durch eine fermentfreie Polypeptidkette mit meist 60–70 Aminosäureresten ausgelöst. Spezifisch wirkende Enzyme mit bemerkenswert giftiger Aktivität leiten als sogenannte „starter toxins“ den giftigen Mechanismus dieser Peptide ein und verstärken ihn. Gemeinsam mit den Enzymen führen die Peptide oder Peptidgemische zu Reaktionsendprodukten, die in ihrer Gesamtheit die verschiedenartigen, oft aufeinander folgenden oder parallel verlaufenden Giftwirkungen im gebissenen Organismus ausmachen.

Wegen ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung lassen sich die verschiedenen Schlangengifte folgendermaßen grob klassifizieren:

Die Gifte der Proteroglyphen sind aus zahlreichen kleinmolekularen Bestandteilen aufgebaut und zeichnen sich durch einen Mangel an Fermenten aus. Die Gifte der Solenoglyphen sind reich an großmolekularen Proteinen und enthalten zahlreiche Fermente.

Die Kenntnis von der Wirkung der Gifte ist jedoch wichtiger als die chemische Analyse. Früheren Vorstellungen zufolge wurden die Schlangengifte in 2 Gruppen unterteilt, nämlich in eine hämorrhagische, Blut und Körpergewebe auflösende, und in eine neurotoxische, nervenschädigende. Diese Ansicht ließ sich jedoch nicht aufrecht erhalten. Es zeigte sich, daß die verschiedenen Schlangengifte weder dem einen, noch dem anderen Typus zuzuordnen sind, sondern vielmehr Mischungen in verschiedenen Verhältnissen darstellen. Je nach Schlangenart finden sich die folgenden Bestandteile in jedem Gift, allerdings in meist sehr unterschiedlicher prozentualer Verteilung: Die neurotoxischen Bestandteile haben eine curareartige Wirkung auf das Zentralnervensystem; sie blockieren die Tätigkeit der Überträgersubstanzen und damit die neuromuskuläre Reizübertragung an den Synapsen, die als besondere Strukturen an den Nervenenden die Berührungstellen zwischen miteinander zusammengeschalteten Nervenzellen oder zwischen Nervenzellen und Muskel- oder Drüsenzellen darstellen. Die kardiotoxischen Elemente schädigen das Herz, indem sie die Membrandurchlässigkeit für Ionen aller Art erhöhen, wodurch die Fähigkeit der Reizbarkeit, beispielsweise durch Acetylcholin, verlorengeht. Die Kardiotoxine führen nicht nur zum Herzstillstand, sondern lösen auch die roten Blutkörperchen auf. Hämorrhagie verursachen starke Blutergüsse in die Gewebe, da sie die Blutgefäßwände porös machen. Die hämolytischen Bestandteile sind verantwortlich für die Auflösung der roten Blutkörperchen. Andere Elemente, die sich im Gift finden, führen zu einer Gerinnungsstörung des Blutes. Thrombine haben Gerinnungen in den Blutgefäßen zur Folge. Zytolysine führen eine Auflösung der Körpergewebe

und der weißen Blutkörperchen herbei. Die bakterienhemmende Wirkung des Bluteserums wird durch einen antibakteriziden Bestandteil des Schlangengiftes aufgehoben. Weitere Enzyme leiten den eigentlichen Verdauungsvorgang im Inneren einer Schlange ein.

Das Gift der Giftnattern (*Elapidae*) setzt sich in erster Linie aus Neurotoxinen, Kardiotoxinen und Hämolysinen zusammen. Bei den Vipern (*Viperidae*) und Grubenottern (*Crotalidae*) finden sich hauptsächlich hämorrhagische Elemente, Thrombine und Zytolysine, die bei einem Biß das Erscheinungsbild bestimmen. Je nach dem Prozentgehalt der toxischen Bestandteile zueinander führen die verschiedenen Schlangengifte auch zu unterschiedlichen Symptomen. In dem einen oder anderen Bereich hat jedes Gift eine mehr oder weniger deutliche Wirkung. Das Schlangengift setzt dem Leben des Bißopfers bei unversehrt gebliebenen Blutkreislauf entweder durch Lähmung des Atemzentrums ein Ende oder das Kreislaufsystem versagt. Im Zuge einer Jahrtausende währenden Entwicklung hat die Natur das Schlangengift in Anpassung an Beuteerwerb, Verdauung und Verteidigung herausgebildet. So sicherte sie die Konkurrenzfähigkeit und damit das Überleben der Giftschlangen im Daseinskampf.

Je nach den Wirkungen, die sie im Organismus hervorrufen, lassen sich die Schlangengifte in drei Gruppen einteilen. Das Elapiden Gift verursacht keine oder nur geringfügige Schmerzen an der Bißstelle. Die Bißstelle bleibt in der Regel unverändert. Selbst leichte Ödeme sind selten. Das Opfer klagt über Müdigkeit und große Schwäche. Der Blutdruck ist meist gefährlich niedrig. Sehstörungen und eine Ptose, das Herabhängen der Augenlider durch Lähmung, sind nicht selten. Es treten Speichelfluß und ein Engegefühl im Bereich der Schlundregion auf. Der Speichelfluß kann so intensiv sein, daß es an seinem eigenen Speichel ersticken kann und ein Luftröhrenschnitt notwendig wird. Bald greifen die Lähmungen auf die Thorax- und Zwerchfellmuskulatur über. Das Atmen wird schwierig. Die

Atmung läßt immer mehr nach, bis das Opfer schließlich erstickt. Nicht alle Elapidengifte verursachen eine Hämolyse. Puls, Temperatur und Gerinnungszeit des Blutes bleiben meist normal. Nach einem gefährlichen Elapidenbiß kann der Tod nach einigen Minuten, im Durchschnitt jedoch nach 8 Stunden eintreten. Die Patienten, die nach 24 Stunden noch leben, überleben in der Regel und tragen auch keine weiteren Schäden davon.

Das Gift der meisten echten Vipern und Grubenottern hat andere Wirkungen als das Elapidengift. Die Bisse dieser Giftschlangen verursachen stets starke, oft sogar intensivste Schmerzen an der Bißstelle, die sich entlang der Nervenbahnen ausbreiten. Im weiteren Verlauf treten enorme Ödeme, Flüssigkeitsansammlungen im Lymphgewebe, auf. Der gebissene Körperteil wird zu Beginn rot, und verfärbt sich dann blau, grün und gelblich. Das Blut dringt in die Gewebe ein, und es bildet sich eine leichte bis mittelschwere Hämolyse, eine Zersetzung des Blutes, aus. Wegen der starken proteolytischen Eigenschaften des Viperngiftes wird das Gewebe im Bereich der Bißwunde mehr oder weniger zerstört. Die Gewebsnekrosen können bei schweren Bißfällen so gewaltige Ausmaße annehmen, daß die Amputation eines Gliedes nötig wird. Durch Koagulation des Fibrinogens verliert das Blut seine Gerinnungsfähigkeit – Fibrinogen ist die Vorstufe des Faserstoffs Fibrin, das zusammen mit den Blutkörperchen durch gemeinsames Verkleben den Wundverschluß bewirkt –. Manche Viperngifte verursachen daher enorme Blutungen. Zuweilen werden Nasenbluten, Zahnfleischblutungen, Blutbrechen, Darmblutungen mit Teerstuhl und Hämaturie, Blut im Harn, beobachtet. Hierzu kommen meist Erbrechen und Durchfall. Der zu Beginn normale Puls steigt bald stark an. Der Blutdruck fällt immer mehr ab, und es zeigt sich das Erscheinungsbild des ausgeprägten peripheren Kreislaufversagens, wobei das Blut in den Haargefäßen versackt ebenso, wie Wasser von einem Schwamm aufgesaugt wird. Auch die Körpertemperatur ist kurz nach dem

Biß zuerst normal, oder es besteht Tendenz zu leichter Untertemperatur. Nach einigen Stunden tritt Fieber auf. Die Senkungsgeschwindigkeit der Blutkörperchen nimmt bald nach dem Biß ab. Die Anzahl der weißen Blutkörperchen hat sich krankhaft vermehrt. Der Tod tritt durch starke innere Blutungen und peripheren Kreislaufkollaps ein. Bei den meisten Viperngiften spielen Neurotoxine eine untergeordnete Rolle.

Das Gift der südamerikanischen Klapperschlange (*Crotalus durissus*) nimmt in seiner Wirkung eine Zwischenstellung zwischen dem Elapiden- und Viperngift ein. Der örtliche Schmerz ist zu Beginn nicht sehr ausgeprägt. Die Bißstelle zeigt nur unbedeutende ödematöse Veränderungen. Nach einem derartigen Biß hat der Patient das Gefühl des Eingeschlafenseins. Später treten in der Nackengegend Schmerzen auf. In der Nackenmuskulatur zeigen sich Lähmungserscheinungen. Der Kopf läßt sich nicht mehr normal aufrecht halten. Das Sprechen bereitet Schwierigkeiten. Durch die Ptose der Augenlider erhält das Opfer einen charakteristischen Gesichtsausdruck. Hinzu gesellen sich Verlust der Sehkraft und des Bewußtseins. Die Körpertemperatur bleibt in der Regel normal oder nur leicht niedriger oder erhöht. Der Blutdruck ist normal oder steigt nur schwach an. Gewöhnlich bleibt der Puls normal. In tödlichen Fällen kann er geringer oder höher sein. Das Gift von *Crotalus durissus* hat eine starke Hämolyse und enorme Schädigungen der Nieren zur Folge. Die Urinausscheidungen sind zu Beginn erhöht. Bald zeigt sich Hämoglobinurie (Blutharnen), die Ausscheidung von Blutfarbstoff, am massiv bräunlich verfärbten Harn. Die Urinausscheidungen werden seltener bis zu vollständiger Anurie. Durch Zerstörung der Nephronen, der Bausteine des Nierengewebes, kann nach einigen Tagen ein völliges Nierenversagen eintreten. In schweren Fällen verliert das Blut seine Gerinnungsfähigkeit; sonst verhält sich die Gerinnungszeit normal. Die Anzahl der Leukozyten kann sich vermehren. Oft ist die Senkungsgeschwindigkeit