

D I E N E U E B R E H M - B Ü C H E R E I

GIFTE IM TIERREICH

von

Dr. Wilfried Bassus

Institut für Forstschutz und Jagdwesen
der Technischen Universität Dresden

Mit 39 Abbildungen



A. ZIEMSEN VERLAG · WITTENBERG LUTHERSTADT · 1965

Inhaltsübersicht

Einleitung	5
Allgemeines über tierische Gifte	5
Zusammensetzung tierischer Gifte	6
Allgemeine Betrachtungen zur Giftwirkung von Tieren	8
Methoden zur Giftuntersuchung	10
Biologische Bedeutung der tierischen Gifte	11
Gifte in den verschiedenen Tiergruppen	13
1. <i>Coelenterata</i> (Hohl- oder Nesseltiere)	13
Giftwirkung der Nesselzellen	15
Biochemie des Giftes der Nesselzellen	17
2. <i>Plathelminthes</i> (Plattwürmer)	19
3. <i>Nemertini</i> (Schnurwürmer)	20
4. <i>Nemathelminthes</i> (Schlauchwürmer)	20
5. <i>Annelida</i> (Gliederwürmer)	20
6. <i>Mollusca</i> (Weichtiere)	21
7. <i>Scorpiones</i> (Skorpione)	24
Giftwirkung	27
Biochemie des Giftes	29
8. <i>Aranaea</i> (Webespinnen)	30
Wirkung der Spinnengifte	36
Biochemie der Spinnengifte	37
Therapichinweise	38
9. <i>Acarina</i> (Milben)	38
10. <i>Myriopoda</i> (Tausendfüßer)	39
11. <i>Insecta</i> (Insekten)	41
Giftapparat mit den Mundwerkzeugen verbunden	42
Giftapparat aus den weiblichen Geschlechtsorganen hervorgegangen	44
Gifthaare	52
Giftige Körperbestandteile	53
12. <i>Echinoderma</i> (Stachelhäuter)	56
13. <i>Pisces</i> (Fische)	56
Wirkung und Chemie der Gifte	58
14. <i>Amphibia</i> (Lurche)	61
15. <i>Reptilia</i> (Kriechtiere)	66
<i>Sauria</i> (Echsen)	66
<i>Serpentes</i> (Schlangen)	67
Giftapparat	68
Giftspucken	72
Verbreitung	72
Giftigkeit	73
Biochemie und Pharmakologie der Schlangengifte	75
Besprechung der wichtigsten Giftschlangen	77
Opisthoglyphen	77
<i>Boiginae</i> (Trugnattern)	77

Proteroglyphen	77
<i>Hydrophiidae</i> (Seeschlangen)	77
<i>Elapidae</i> (Giftnattern)	78
Solenoglyphen	81
<i>Viperidae</i> (Echte Ottern)	81
<i>Crotalidae</i> (Grubenottern oder Klapperschlangen)	88
Allgemeines zur Giftigkeit	92
Zur Therapie von Giftschlangenbissen	95
Schlangengifte als Heilmittel	98
16. <i>Mammalia</i> (Säuger)	99
Schlußbetrachtungen	99
Literatur	101
Tiernamenverzeichnis	102

Einleitung

Es gibt wohl kaum ein Gebiet der Zoologie, das gerade in Laienkreisen mit solch abenteuerlichen, übertriebenen und falschen Vorstellungen in Verbindung gebracht wird wie das der giftigen Tiere. Nicht immer kann ein Zoologe diese falschen Ansichten sofort berichtigen, und aus diesem Grund und dem großen Interesse, das Gifttieren ganz allgemein entgegengebracht wird, erscheint es angebracht, in der weitverbreiteten Schriftenreihe der „Neuen Brehm-Bücherei“ in gedrängter Form das Gebiet der tierischen Gifte und Gifttiere allen Interessierten zugänglich zu machen.

Aber auch durch unsere sich ständig erweiternden Auslandsbeziehungen werden in zunehmendem Maße Bewohner Mitteleuropas bei Tropenreisen usw. dem Gifttierproblem begegnen. Da den meisten von ihnen Zeit und Gelegenheit fehlen, in die diesbezügliche umfangreiche Spezialliteratur einzudringen, soll auch ihnen eine kurze Zusammenfassung hierüber gegeben werden.

Nach groben Schätzungen existieren mindestens 10 000 Arbeiten über das Gebiet der Gifttiere und der tierischen Gifte. Zur Erfüllung vorgenannter Zwecke kann deshalb das vorliegende umfangreiche wissenschaftliche Material nur in Form einer Kompilation zusammengestellt werden, wobei selbstverständlich in keiner Beziehung Anspruch auf Vollkommenheit erhoben wird und das Schwergewicht der Darstellung, dem Charakter dieser Schriftenreihe gemäß, auf der zoologischen Seite liegt.

Es muß weiterhin vorausgeschickt werden, daß für alle Betrachtungen ein vorwiegend anthropozentrischer Standpunkt eingenommen wird, der, obwohl biologisch einseitig, in diesem begrenzten Rahmen doch seine Berechtigung hat.

Allgemeines über tierische Gifte

Zunächst sollen die Begriffe Gifte und Gifttiere umrissen werden. Unter Giften werden Substanzen verstanden, die in verhältnismäßig kleinen Mengen (beim Menschen sogar schon einige Milligramm) im Organismus schwere Schädigungen hervorrufen können. Gifttiere können diese Substanzen produzieren und auf andere Organismen einwirken lassen. Diese Begriffsabgrenzung gestattet beispielsweise auch eine Einordnung bestimmter Innenparasiten, die durch Abscheidung von Stoffwechselprodukten eine solche schädigende Giftwirkung hervor-

rufen. Aber es könnten hier auch bestimmte Tiere einbezogen werden, die Substanzen enthalten, die nur nach Isolierung oder bei zufälliger Aufnahme mit der Nahrung eine Giftwirkung entfalten. Durch eine solch umfassende Definition würden die Grenzen des Gifttier-Problems zu weit gezogen.

Es macht sich deshalb eine Einschränkung erforderlich, und wir wollen in die Gifttierbetrachtung im wesentlichen nur solche Tiere einbeziehen, die giftige Substanzen produzieren und diese auf andere Organismengruppen wirken lassen, die zu ihnen in engerem Sinne in einem Beute- oder Feindverhältnis stehen. In diesen beiden Funktionskreisen Feind und Beute liegt also das Hauptanwendungsgebiet der Gifte, während hier der innerartliche Funktionskreis, die gleichgeschlechtliche Rivalität, vernachlässigt werden kann.

Um bei der Betrachtung der einzelnen Gifte unnötige Wiederholungen bestimmter, dem Laien ungeläufiger biochemischer oder medizinischer Tatsachen, die für das Verständnis der Gifte erforderlich sind, zu vermeiden, seien hier einige entsprechende Grundlagen vorangestellt.

Zusammensetzung der tierischen Gifte

Die meisten tierischen Gifte sind aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzte, komplizierte Gemische. Sie enthalten meistens einen mehr oder minder großen Proteinanteil. Dieser kann durch die vielfältigen Verknüpfungsmöglichkeiten der Aminosäuren, den niederen Eiweißbausteinen, außerordentlich unterschiedlich sein. Auch Polypeptide als höhere Eiweißbausteine können als Giftbestandteile auftreten, ebenso niedermolekulare Stickstoffverbindungen. In dem Eiweißanteil der Gifte ist meistens das eigentliche toxische Agens lokalisiert. Zu den wenigen toxischen Substanzen, die nicht zu den Proteinen gerechnet werden, gehören das *Tarichatoxin* aus den Eiern eines kalifornischen Wassermolches und das niedermolekulare Fischgift *Tetraodotoxin*.¹⁾

Von großer Bedeutung für die Giftwirksamkeit ist weiterhin der Gehalt an bestimmten Fermenten. Es handelt sich dabei um Wirkstoffe, die in den meisten Fällen Eiweißcharakter haben und in geringster Konzentration Geschwindigkeit und Richtung organischer Reaktionen bestimmen. Sie bewirken großen Stoffumsatz und sind durch Wirkungs- und Substratspezifität ausgezeichnet.

Bereits 1843 machte *Bonaparte* auf das Vorkommen von Fermenten in tierischen Giften aufmerksam. Auch später wurde wiederholt

¹⁾ M. S. Brown und H. S. Mosher : Science, 1963, 140, 295

beobachtet, daß bei Eiweißgiften gewisse Beziehungen zwischen Toxizität und Fermentwirkung bestehen.

Zu den häufigsten Fermenten in den tierischen Giften gehören die Phospholipasen. Sie können fettähnliche Substanzen, die mit Phosphorsäure verestert sind (Phospholipide), spalten. Da solche Phospholipide auch die Membran der roten Blutkörperchen bilden, bewirken die Phospholipasen deren Auflösung. Sie werden deshalb auch als Hämolytine bezeichnet. Außerdem wurden noch weitere Fermente isoliert, die andere organische Phosphorverbindungen zu spalten vermögen. Es sei hier nur auf die Cholinesterasen hingewiesen, die das Azetylcholin spalten, den Stoff, der den Nervenimpuls auf die Muskulatur überträgt. Zu den Polyphosphatasen gehören Fermente, die die phosphorhaltigen Energielieferanten für die Muskeltätigkeit spalten und unwirksam machen können.

In verschiedenen tierischen Giften wurde von Duran-Reynals der „spreading factor“ gefunden, der im tierischen Bindegewebe die Ausbreitung von Farbstoffen fördert. Dieser Faktor wurde später von Chain und Duthie (1940) als Ferment identifiziert. Es kommt als Hyaluronidase in zahlreichen tierischen Giften vor und steigert die Durchlässigkeit des Bindegewebes.

In vielen tierischen Giften treten außerdem proteolytische, d. h. eiweißspaltende Fermente auf, sowie solche, die die Blutgerinnung aktivieren oder hemmen. Die hohe Fermentaktivität bestimmter Gifte muß immer unter dem Gesichtspunkt einer Homologie zwischen Gift- und Speicheldrüsen gesehen werden. Diese Gifte haben also im ursprünglichen Sinne die Verdauung zu unterstützen.

Die Bedeutung der Fermente für die Toxizität darf nicht überschätzt werden, da den meisten Giftwirkungen echte Toxine zugrunde liegen. Recht bedeutsam jedoch ist die Wirkung der Hyaluronidasen, da sie die Ausbreitung des Giftes im Gewebe beschleunigen. Sie sind somit als vergiftungsfördernd zu bewerten. Die proteolytischen Fermente spielen für das Ausmaß der Vergiftungserscheinungen eine Rolle. Die Ausbildung starker Nekrosen an den Bißstellen ist auf die Eiweißabbauwirkung der Gifte im Gewebe zurückzuführen. Außerdem führen sie durch Zerstörung kleinerer Gefäße zu lokalen Blutungen. Die Fermente, die organische Phosphatverbindungen sprengen können, sind bedeutsam für die Auslösung eines Schocks nach Gifteinwirkung. Schockzustände sind stets von einer Erschöpfung der energiereichen Phosphatverbindungen begleitet. Durch Einwirkung obengenannter Fermente werden diese

Energielieferanten ausgeschaltet, wodurch wenigstens teilweise die Schockwirkung zu erklären ist.

Die Wirkung der Fermente läßt sich zusammenfassend so bewerten, daß sie die Toxizität der Gifte potenzieren. Die integrierende, pharmakologische Wirkung jedoch wird durch den eigentlichen toxischen Anteil (meist ein Eiweiß) bestimmt; der Mechanismus ist jedoch noch weitgehend ungeklärt und so komplex, daß er nicht auf ein einzelnes Polypeptid zurückgeführt werden kann.

Allgemeine Betrachtungen zur Giftwirkung von Tieren

Bei der Wirkung tierischer Gifte lassen sich, wenn auch etwas schematisch, drei Symptomkomplexe erkennen. Bei den Neurotoxinen (Nervengifte) treten u. a. Erscheinungen auf, die denen des bekannten Indianerpfeilgiftes Kurare ähneln. Die Angriffspunkte des Giftes sind die motorischen Nervenendplatten, wobei die Übertragung nervöser Impulse auf die Muskulatur gehemmt wird. Die Folgen sind starke Lähmungserscheinungen, deren Ausdehnung auf die Atemmuskulatur zum Erstickungstod führen kann. Das Zentralnervensystem selbst kann ebenfalls stark geschädigt werden, wobei einige Schlangengifte durch Wirkung auf bestimmte Gehirnzentren Erblindung verursachen oder das Atemzentrum direkt beeinflussen können. Die Bezeichnung Kurarewirksamkeit in den folgenden Ausführungen besagt lediglich, daß dieser kurareähnliche Symptomkomplex auftritt, Kurareähnlichkeit in der chemischen Konstitution der Gifte soll damit aber nicht ausgedrückt werden.

Bei den Giften mit Kreislaufwirkung werden besonders das Vasomotorenzentrum (Gefäßnerven) und die Gefäße selbst geschädigt. Es kommt zu Freisetzung von Histamin und ähnlichen kreislaufwirksamen, körpereigenen Substanzen, wobei eine Blutdrucksenkung mit Schocksymptomen und Kollaps im Vordergrund der Vergiftungserscheinungen stehen. Außerdem können bestimmte Gifte direkt zum Herzstillstand führen.

Gifte mit lokaler Wirkung (Blutgifte oder Hämotoxine) können eine Schädigung der feinen Gefäßwände und Blutaustritt in die Umgebung bewirken (Hämorrhagie). Die Hämolytine können eine Auflösung der roten Blutkörperchen verursachen, während die Zytolytine die weißen Blutkörperchen und die übrigen Gewebezellen angreifen können. Die Blutgifte können weiterhin das Gerinnungssystem stark beeinflussen. Die Folge ist eine Hemmung oder Beschleunigung der Blutgerinnung.

Außerdem kann die bakterienhemmende Wirkung des Blutserums aufgehoben werden. Das Vergiftungsbild ist durch lebensbedrohende Blutzustände, starke Nekrosen sowie Leber- und Nierenschädigungen sehr ernst.

In vielen Vergiftungsfällen können diese Symptomkomplexe nicht scharf voneinander getrennt werden, oder sie verwischen sich durch die verschiedensten Nebenwirkungen.

Von biologischen Gesichtspunkten aus sind die Vergiftungseffekte oft gut aufeinander abgestimmt, so daß sie sich in ihrer Wirkung ergänzen können. Sollte beispielsweise der Kreislauf nicht versagen, dann tötet zumindest die Atemlähmung. Allgemeinbiologisch könnte man zwischen einer zentralen und einer lokalen Wirkung unterscheiden, wobei eine Verteidigung des Gifttieres wohl in erster Linie durch die hohe Geschwindigkeit der zentralen Wirkung erreicht wird.

Die Wirksamkeit der tierischen Gifte (besonders der der Schlangen) kann stark von den Außenbedingungen abhängen. In Indien ist die Giftmenge bestimmter Schlangen in der heißen Jahreszeit größer als in der Regenzeit. Die Giftreaktion nach Kreuzotternbiß¹⁾ ist nach dem Winterschlaf oder unmittelbar vor Gewittern stärker als gewöhnlich. Es gibt sogar geographisch faßbare Unterschiede der Bißwirkung. Ein Kreuzotternbiß kann in verschiedenen Gegenden ganz unterschiedliche Wirkung haben, was ökologische Ursachen haben kann. Auf der Abhängigkeit der Giftwirkung von der Jahreszeit dürfte auch ein Aberglaube in Südamerika beruhen, in dem behauptet wird, daß der Biß einiger Schlangen ungiftig sei, wenn bestimmte Gestirne am Himmel stehen. Auch endogene Faktoren können die Wirkung beeinflussen. Beispielsweise haben Schlangen in gesättigtem Zustand, nach der Häutung und in der Paarungszeit ein stärkeres Gift.

Die Giftwirkung hängt aber nicht nur vom Produzenten des Giftes ab, sondern auch vom Organismus, dem dieses appliziert wird. Die Reaktion kann unter anderem beeinflußt werden von Körpergewicht, Alters- und Gesundheitszustand, Geschlecht, evtl. auch Gewöhnung, besonders aber durch den Applikationsort und die Applikationsart des Giftes. In blutgefäßarmen Körperteilen wird das Gift sehr viel langsamer resorbiert, und es kann zu schwächeren Vergiftungserscheinungen kommen. Das Gegenteil ist der Fall nach einem Biß in die Venen oder in Halsnähe u. ä.

Um ein objektives Maß für die Giftigkeit oder Toxizität der einzelnen Gifte zu haben, wurde eine Reihe von Angaben eingeführt, von denen

¹⁾ vgl. auch Frommhold, E. (1964): Die Kreuzotter. — Die Neue Brehm-Bücherei 332

für unsere Zwecke die DLM (Dosis letalis minima) am besten geeignet ist. Sie gibt die niedrigste Giftdosis an, bei der eine Mortalität bei den Versuchstieren zu beobachten ist. Es kommt dabei selbstverständlich zu großen Schwankungen, da unterschiedliche Versuchstiere oder ungereinigte Gifte usw. vorliegen können. Auf das Auftreten anderer Unterschiede wurde bereits hingewiesen. Die Schwankungen der Toxizität lassen es aus Sicherheitsgründen deshalb besonders angebracht erscheinen, bei Angaben der Wirksamkeit die DLM zu gebrauchen, da durch sie immer noch die kleinste Giftmenge angegeben wird, die zu einer tödlichen Vergiftung führen kann.

Eine weitere, häufig gebrauchte Toxizitätsangabe ist die LD 50. Sie gibt die Giftdosis an, bei der 50 $\frac{0}{10}$ der Versuchstiere verenden. Die Giftmengen werden immer auf bestimmte Versuchstiere bezogen. Die niedrigste Maßeinheit μg bedeutet 1 Millionstel Gramm. Verschiedentlich werden die Werte nicht auf das Versuchstiergewicht, sondern auf Tiereinheiten (z. B. Mäuseinheit) bezogen. Da die Toxizitätsangaben aus der Literatur kaum überprüf- oder reproduzierbar sind (besonders in älteren Arbeiten) und häufig Umrechnungen vorgenommen werden mußten bzw. die Werte nicht immer nach statistisch einwandfreien Methoden ermittelt wurden, ist bei der Bewertung eine gewisse Zurückhaltung geboten.

Methoden zur Giftuntersuchung

Außer den üblichen organisch-chemischen Methoden spielen in neuerer Zeit besonders zwei Verfahren eine bedeutende Rolle für die Erkennung der Struktur der Gifte: das sind Chromatographie und Elektrophorese. Bei der adsorptionschromatographischen Trennung wird die zu untersuchende Substanz als Lösung durch eine Säule mit Adsorptionsmaterial (Aluminiumoxyd, Silikagel, Kalziumoxyd) filtriert. Durch das verschiedene Adsorptionsverhalten der einzelnen Komponenten werden diese in verschiedenen Zonen der Säule festgelegt, die durch Färbung, UV-Fluoreszenz usw. gekennzeichnet und dann isoliert werden können. Bei der Verteilungschromatographie werden die Unterschiede der Verteilungskoeffizienten der zu trennenden Substanzen ausgenutzt. Dies wird besonders auf Filtrierpapier durchgeführt und trägt dann den Namen Papierchromatographie. Zu diesem Zweck wird die zu untersuchende Giftlösung an einem sog. Startpunkt aufgetropft und nach Eintrocknen mit Hilfe bestimmter Lösungsmittel durch das Papier durchgewaschen. Die Wanderungsgeschwindigkeit und damit die nach bestimmter Zeit erreichten verschiedenen Entfernungen vom Startpunkt,

die durch Farbreaktionen usw. sichtbar gemacht werden können, sind für jede Substanz spezifisch, und man kann aus dem Vergleich mit entsprechenden Werten bekannter Stoffe Rückschlüsse auf die geprüften Substanzen ziehen. Auf diese Weise werden die verschiedenen Komponenten der Gifflösung getrennt und können identifiziert werden.

Bei der Elektrophorese wird ein Gemisch gelöster organischer Stoffe in ein homogenes, elektrisches Feld gebracht, in dem sich die verschiedenen Komponenten auf Grund ihrer Eigenladung mit verschiedener Geschwindigkeit und in verschiedener Richtung bewegen und so isoliert werden können. Bei der Papier-Elektrophorese wird die zu trennende Substanz auf die Startlinie eines Filtrierpapiers getropft, dessen Enden in zwei Gefäße mit Pufferlösung tauchen, in denen sich wiederum die Elektroden befinden. Der Strom fließt durch das angefeuchtete Papier und trennt dabei die aufgetropfte mitwandernde Substanz. Bei den beiden hier kurz angedeuteten Verfahren der Chromatographie und der Elektrophorese ist der Biochemiker in der Lage, aller kleinste Substanzmengen, in denen die Gifte ja meist vorliegen, analytisch aufzuarbeiten. Auf diese beiden Methoden sind die meisten neueren Ergebnisse über die Zusammensetzung der Gifte zurückzuführen.

Biologische Bedeutung der tierischen Gifte

Bei den meisten oberflächlichen Betrachtungen werden die Gifttiere in die Kategorie der schädlichen Organismen eingeordnet, da man ihr Gift in erster Linie gegen den Menschen gerichtet glaubt. Welche biologische Bedeutung haben wir der Giftigkeit aber wirklich beizumessen? Bei nur ganz allgemeiner Betrachtung zeigt sich, daß Gifte bei solchen Tieren vorkommen, die sonst nur geringe Wehrhaftigkeit (z. B. Fluchtfähigkeit, aktive Bewaffnung) aufzuweisen haben. Man kann die Giftigkeit als chemische Waffe betrachten, durch die die sonst fehlende Wehrhaftigkeit weitgehend kompensiert wird. Im entwicklungsgeschichtlichen Sinne lassen sich viele Giftwaffen als eine späte Errungenschaft betrachten, die sich unter dem Einfluß der Auslese aus einfachen Anfängen entwickelt und vervollkommen haben. Das zeigt sich besonders gut bei den Schlangen, unter denen die altertümlichen Riesenschlangen (Boiden), die die Basis der Schlangenphylogenese bilden, ungiftig sind, während in höherentwickelten Gruppen Giftigkeit auftritt.

Hediger äußert einige sehr interessante Gedanken zur Entstehungsgeschichte der Giftwaffen. Besonders aus zwei Organsystemen nehmen die Giftapparate ihren Ursprung, der Haut und dem Verdauungskanal. Gerade durch die Haut erfolgt die Berührung mit der feind-

lichen Umgebung. Die primitiven Gifteinrichtungen, die für artfremde Feinde bestimmt sind, finden sich vorwiegend in der Haut und sind aus ihr hervorgegangen. Dagegen sind die für die Überwältigung der Beute benötigten Giftwaffen ursprünglich vom Darmsystem abzuleiten. Sie können sekundär ebenfalls Verteidigungsfunktion erlangen, dienen aber primär in jedem Falle dem Beuteerwerb bzw. der Beuteverarbeitung. Das im Zusammenhang mit den Mundwerkzeugen stehende Gift hat im allgemeinen eine vorverdauende Wirkung, d. h., es kommt zu einer extraintestinalen (Vor-) Verdauung (z. B. bei Spinnen, Tausendfüßern, aber auch bei Schlangen, da deren Gift eine verdauungsfördernde Wirkung aufweist). Da diese Vorverdauung auch zu einer gewissen Gewebazerstörung führt, kann das ursprüngliche „Verdauungsgift“ auch als Abwehrgift Verwendung finden. Es kommen hierbei zu dem langsamen Vorgang des Gewebeabbaues zentral angreifende Wirkungen hinzu, die infolge ihrer Schnelligkeit einen Verteidigungseffekt haben bzw. die Flucht der Beute verhindern. Viele tierische Gifte, die nicht in der Haut entstehen, können regelrecht als Verdauungssekrete charakterisiert werden. Die Giftdrüsen der Schlangen sind auch nur als umgewandelte Speicheldrüsen anzusehen. Das zeigt, daß das Gift nicht a priori als schädigende Substanz zu betrachten ist, sondern eine für das Tier nützliche Qualität, die ungenügende Bewaffnung ausgleicht und der Beschaffung und Überwältigung der Beute dient.

Der Mensch sollte den Gifttieren also nicht grundsätzlich mit Abscheu entgentreten, sondern sie in ihren biologischen Bindungen als Glied des Naturganzen zu verstehen versuchen. Die tierischen Gifte sind keine in der Natur entstandenen Mittel, um von den Tieren gezielt und absichtlich gegen den Menschen eingesetzt zu werden. Die meisten Vergiftungsfälle dürften irgendwie auf falsches Verhalten der Menschen zurückzuführen sein. Der Mensch als vernunftbegabtes Wesen müßte im Gegensatz zu diesen Tieren in der Lage sein, sein Verhalten so einzurichten, daß er diese Gefahren bewußt meiden kann.

*

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Gifttiergruppen und ihre Gifte dem zoologischen System entsprechend behandelt werden. Einleitend wird eine kurze allgemeinzoologisch-biologische Darstellung der jeweiligen Tiergruppen bzw. Gifttiere gegeben. Dem schließt sich

eine Darstellung des Giftapparates und der Giftwirkung (Symptomatologie und Pharmakologie) an. Toxikologie und Biochemie der betreffenden Gifte werden dem Charakter des Buches entsprechend und soweit bekannt, nur in kurzer Form aufgeführt und eventuelle Therapiehinweise angeschlossen.

Es sei darauf hingewiesen, daß der Wissensstand über die Gifte der einzelnen Tiergruppen recht unterschiedlich ist, was sich auf die Darstellung entsprechend auswirken muß.

Die Gifte in den verschiedenen Tiergruppen

1. *Coelenterata* (Hohl- oder Nesseltiere)

Zu dem mehr als 9000 Arten umfassenden Tierstamm der Coelenteraten oder Hohltiere gehören die primitivsten echten, mehrzelligen Tiere. Obwohl der Körper im Grundbauplan nur aus zwei Gewebsschichten besteht, tritt uns hier ein großer Formenreichtum entgegen, der von den primitiven, schlauchförmigen Polypen und freischwimmenden Medusen oder Quallen zu stock- und koloniebildenden Formen (z. B. Staatsquallen oder Siphonophoren) führt. Hierher gehören aber auch die bekannten Seerosen oder Seeanemonen (Aktinien) und die Bildner der Korallenriffe. Alle diese Tiere sind auf einen einheitlichen Grundbauplan zurückzuführen, der uns in seiner primitivsten Form beim Polypen entgegentritt, aber in Anpassung an die Lebensweise mannigfach abgewandelt ist.

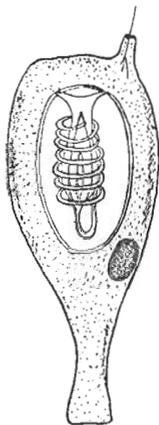


Abb. 1. Funktionsfähige Nesselzelle mit Nesselkapsel (Penetrante)
(nach Kühn)

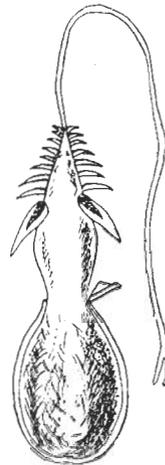


Abb. 2. Entladene Nesselkapsel
(nach Kühn)

Der größte Teil der hier genannten Tiere lebt im Meer, die Zahl der Süßwasserbewohner ist wesentlich geringer. Die Mehrheit aller Hohltiere ist durch Nesselzellen ausgezeichnet, von denen insgesamt 17 verschiedene Typen bekannt sind. Sie bilden den eigentlichen Giftapparat. Die Nesselzellen, die ihren Namen von einer brennesselartigen Berührungswirkung haben, gehören zu den kompliziertesten Zellen, die im Tierreich hervorgebracht werden. Die drei wichtigsten Typen sind die *Penetranten*, die die Körperdecke des Beutetieres durchbohren und es gegebenenfalls vergiften, die *Volventen*, die die Beute umwickeln, und die *Glutinanten*, die die Beute regelrecht festkleben.

Obwohl diese hier genannten Gebilde nur mikroskopisch klein sind, kommen sie in so großer Zahl vor, daß ihre gleichzeitige Wirkung zu recht beträchtlichen Folgen führen kann, die auch einen größeren Organismus erheblich zu schädigen vermögen. Am Beispiel der *Penetranten* sei hier der Aufbau der Nesselzellen kurz dargestellt (s. S. 13). Es handelt sich um ungefähr 50μ große Kapseln, deren oberer Teil in einen dünnen Schlauch übergeht, der handschuhfingerartig umgestülpt und im Inneren der Kapsel aufgerollt ist. Die Basis dieses aus hornähnlichem Material bestehenden Nesselfadens ist mit größeren Dörnchen oder Stiletten versehen. Außerdem enthält die Kapsel eine giftige Flüssigkeit. Am oberen Pol weist die Nesselzelle ein plasmatisches Deckelchen auf, neben dem das Cnidocil emporragt, welches Reize aus der Außenwelt aufnimmt. Bei einer Reizung des Cnidocils werden in 0,003–0,005 Sekunden unter Umgehung des Nervensystems durch die Elastizität der Wand und Spannung des Kapselinhaltes der Kapseldeckel abgehoben und der Nesselschlauch ausgestülpt und vorgeschneilt. Zuerst treten die an der Basis gelegenen Dörnchen hervor, die die Körperdecke des Beutetieres durchschlagen und dem nachfolgenden Nesselfaden und der Giftflüssigkeit den Weg bahnen. Das zappelnde Beutetier stößt an immer neue Cnidocile und bringt somit weitere Nesselkapseln zur Entladung. Die Nesselzellen sind also zur gleichen Zeit giftige, einzellige Drüsen und Apparate zum Verwunden der Haut.

Die Entladung der Kapsel erfolgt nicht nur durch mechanische Reize, sondern auch durch bestimmte chemische Substanzen, die den eiweißhaltigen Kapselverschluß angreifen, oder aber durch Änderung des pH-Wertes. Von großem biologischen Interesse ist hierbei die Tatsache, daß die Entladung nicht automatisch erfolgt, da nicht jede Berührung dazu führt. Von verschiedenen Korallenfischen ist nämlich bekannt, daß sie mit bestimmten Aktinien in Symbiose leben. Der Fisch kann sich regel-

recht in die nesselkapselstarrenden Fangarme der Scerose einwühlen. ohne daß die Giftwaffe zur Entladung gebracht wird.

Auch bestimmte Wimpertierchen können beispielsweise an Polypen herumkriechen, ohne daß es zur Nesselkapselentladung kommt. Jede Nesselzelle kann sich nur einmal entladen. Die „abgeschossenen“ Kapseln werden durch neue ersetzt, die in bestimmten Körperregionen vorgebildet und dann an die Einsatzorte gebracht werden und dabei gegebenenfalls den Gastralraum durchwandern. Die Nesselkapseln sind überaus zahlreich. So besitzt z. B. nach P a w l o w s k y die im Mittelmeer vorkommende *Actinia mesembryanthemum* in einem einzigen Fangarm mehr als 4 Millionen reife Nesselzellen. Eine Aktinie hat aber mehr als 100 Fangarme. Denkt man an die vielen meterlangen, im Wasser treibenden Fangfäden bestimmter Staatsquallen, so kann man sich eine Vorstellung machen, welche große Zahl Nesselzellen nahezu gleichzeitig entladen werden können.

Die Nesselzellen werden im allgemeinen an bestimmten Körperteilen (z. B. Tentakeln) konzentriert und bilden regelrechte Nesselbatterien.

Als besondere zoologische Kuriosität muß die Tatsache erwähnt werden, daß bei einigen Strudelwürmern und Nacktkiemerschnecken auf der Rückenseite Nesselzellen vorkommen, die ihren Ursprung nicht in diesen Tieren haben, sondern von bestimmten Polypen stammen. Diese Polypen dienen den Strudelwürmern und Schnecken als Nahrung. Die nicht entladenen Nesselzellen werden von dem fremden Gewebe aufgenommen und an bestimmte Körperstellen transportiert, wo sie weiterhin funktionstüchtig eingelagert werden können.

Giftwirkung der Nesselzellen

Gelangt ein kleines Wassertier in die Reichweite der Tentakeln eines Polypen oder einer Meduse, und es kommt zur Entladung einer größeren Zahl von Nesselkapseln, so wird das Beutetier schlagartig gelähmt oder auf der Stelle getötet und kann in unbeweglichem Zustand der Mundöffnung zugeführt werden. Die in gestrecktem Zustand etwa 1 cm große *Hydra*, die sich normalerweise von Wasserflöhen ernährt, ist nach Angaben von S c h u b e r g (1905) in der Lage, 3–4 cm große Lachse zu töten. Durch eine große Zahl Nesselkapselentladungen bestimmter Coelenteraten kann es sogar für den Menschen und andere Warmblütler zu gefährlichen Folgen kommen.

Wohl ein jeder ist schon einmal beim Baden in der Ost- oder Nordsee mit einer der oft bis tellergroßen Quallen in Berührung gekommen und hat dann nach einiger Zeit ein mehr oder minder heftiges Brennen ver-