

Eine kleine Dosis Tier- und Pflanzengifte
oder
Eine Einführung in die Toxikologie der
Tier und Pflanzengifte

Ein Buchkapitel aus
Eine kleine Dosis Toxikologie – Toxikologie der Tier- und Pflanzengifte
von
Steven G. Gilbert, PhD, DABT
Institute of Neurotoxicology & Neurological Disorders (INND)
Seattle, WA 98115

E-mail: sgilbert@innd.org

Supporting web sites
web: www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
web: www.toxipedia.org - Connecting Science and People

Dossier Tiergifte

Name: Tiergifte
Verwendung: Medizinische Anwendungen
Quelle: Spinnen, Insekten, Schlangen, Echsen, Fische und Frösche
Empfohlene Tagesdosis: keine (nicht essentiell)
Aufnahme: variabel, kann sehr schnell gehen, z.B. Bisse
Empfindliche Personen: Kinder (geringe Körpergröße), Allergiker
Toxizität/Symptome: variabel
Grenzwerte: keine
Generelles: lange Geschichte in der Anwendung und im Versuch der Giftabwehr, häufig im Zusammenhang mit der Angst vor den Tieren
Umwelt: weltweite Verbreitung, Sorge um zunehmende Verbreitung in weitere Gebiete
Empfehlungen: Vorsichtsmaßnahmen zur Kontaktvermeidung

Dossier Pflanzengifte

Name: Pflanze
Verwendung: Medizinische Anwendungen
Quelle: Vielzahl von Pflanzen
Empfohlene Tagesdosis: keine (nicht essentiell)
Aufnahme: Magen, Haut
Empfindliche Personen: Kinder (geringe Körpergröße), Allergiker
Toxizität/Symptome: variabel
Grenzwerte: keine
Generelles: lange Geschichte in der Anwendung und im Versuch der Giftabwehr
Umwelt: weltweite Verbreitung, Sorge um zunehmende Verbreitung in weitere Gebiete
Empfehlungen: Vermeidung, Gefahrenerkennung (Kennen der einheimischen Giftpflanzen)

Fallstudien

Kugelfisch

Über 100 Kugelfischarten benutzen Tetrodotoxin, damit sie nicht von Raubtieren gefressen werden. Tetrodotoxin wird in allen Organen des Fisches gefunden, die höchsten Konzentrationen treten aber in der Leber, der Haut und im Darm auf. Der Ursprung des Toxins ist unklar, aber es besteht die Möglichkeit, dass der Fisch mit Bakterien in Kontakt kommt, die dieses Gift produzieren. Kugelfische können auch Saxitoxin enthalten, ein Lähmungen hervorrufendes Neurotoxin (paralytic shellfish poisoning). Saxitoxin wird von Dinoflagellaten (Algen) produziert und findet sich am häufigsten in Mies-, Venus- und Jakobsmuscheln. Sowohl Saxitoxin als auch Tetrodotoxin sind hitzestabil, so dass Kochen zu keiner Entgiftung führt. Tetrodotoxin verursacht Lähmungen, indem es den Natriumionentransport sowohl im zentralen als auch im peripheren Nervensystem beeinträchtigt. Eine geringe Dosis Tetrodotoxin erzeugt ein Kribbeln und eine Taubheit der Finger, den Zehen und um den Mund. Höhere Dosen erzeugen Übelkeit, Erbrechen, Atemversagen, Gehschwierigkeiten, Lähmungen und Tod. Bereits eine Menge von 1-4 mg des Giftes kann einen Erwachsenen töten. Saxitoxin besitzt eine ganz andere chemische Struktur als Tetrodotoxin, hat jedoch die gleichen Auswirkungen auf den zellulären Natriumtransport und erzeugt auch ähnlichen neurologische Symptome, ist aber weniger toxisch als Tetrodotoxin. Für manche Völker, besonders in Asien, stellen die Kugelfische eine besondere Delikatesse dar, die sorgfältig von erfahrenen Köchen zubereitet werden. Der Trick dabei ist, nur eine kleine Dosis aufzunehmen, um ein leichtes Kribbeln zu verspüren, aber die schwer wiegenderen Auswirkungen des Tetrodotoxins zu vermeiden. In den vereinigten Staaten ist die Tetrodotoxin Vergiftung selten, aber ein Bericht der amerikanischen Gesundheitsbehörde, CDC (Center for disease control) beschrieb mehrere Fallstudien von Leuten, die Kugelfische mit erhöhten Konzentrationen dieses Toxins gefangen und konsumiert haben und nun unter den negativen Folgen leiden (MMWR, 2002).

Stechapfel

Stechapfel ist die Bezeichnung einer Pflanze, die zu einer Pflanzenfamilie gehört, die seit der Antike für interessante Wirkungen auf das Nervensystem bekannt ist. Die Tollkirsche (*Atropa belladonna*) wurde im römischen Reich und im Mittelalter sowohl als Heilmittel als auch als Gift verwendet. Frauen verwendeten Zubereitungen aus diesen Pflanzen, um ihre Pupillen künstlich zu erweitern, als ein Zeichen von Reiz und Schönheit. Manche sagen, der Name Belladonna rührt von den italienischen schönen Frauen (ital. bella donna) mit erweiterten Pupillen her. Der für diesen Effekt verantwortliche Wirkstoff ist Atropin, der von dem ersten Teil des wissenschaftlichen Namens des Nachtschattengewächses herrührt. Wir begegnen einer Form des Atropins (Homatropin) beim Augenarzt, um die Pupille für eine Augenuntersuchung künstlich zu erweitern. Dies ist eine kurzfristig wirkende Form des Atropins, welche die Augenpupille für wenige

Stunden erweitert anstatt sieben oder mehr Tage, wie es beim normalen Atropin der Fall ist. Atropin ist auch der gleiche Wirkstoff, der verwendet wird, um den Acetylcholinesterasehemmungen, wie sie bei Pestizid – und chemischen Kampfstoffvergiftungen auftreten, entgegenzuwirken. Neben Atropin enthalten diese Familienpflanzenfamilie Scopolamin und andere Belladonna-Alkaloide. Sie wirken, indem sie die Wirkungsweise von Acetylcholin auf zentralen und peripheren Nerven hemmen. Neben der Pupillenerweiterung stoppen die Belladonna-Alkaloide den Speichelfluss, was zu einem trockenen Mund und Schluckbeschwerden führt. Ebenso tritt ein unregelmäßiger Herzschlag auf. Eine größere Dosis verursacht zentralnervöse Störungen wie Halluzinationen, Gedächtnisverlust und Verwirrung. Der Stechapfel (*Datura*), ebenfalls dieser Familie angehören, ist in Nordamerika ein Unkraut. Die leichte Verfügbarkeit dieser Pflanze zusammen mit ihrer Fähigkeit, das Nervensystem zu verändern, führt dazu, dass Jugendliche mit dieser Pflanze experimentieren. Leider kann diese schwerwiegende Folgen haben, die sogar zum Tode führen können, insbesondere dann, wenn diese Pflanze mit anderen Medikamenten kombiniert wird (MMWR, 1995. R, 2002).

Pilzvergiftung

Die gefährlichste Pilz weltweit ist der Grüne Knollenblätterpilz (*Amanita phalloides*). In Kalifornien kommt der so genannte „Todesengel“ („death angel“) (*Amanita ocreata*) vor. Die häufigsten Todesfälle treten bei Kindern unter zehn Jahre auf, aber Erwachsene sind auch betroffen. Häufig ist es schwierig, die Symptome mit dem Genuss eines Pilzes in Zusammenhang zu bringen, da die Symptome erst 10-12 Stunden später auftreten. Die ersten Symptome sind Übelkeit, Erbrechen, Durchfall und ein unregelmäßiger Herzschlag. Letztlich schädigt das Toxin –Amatoxin – die Leberzellen und führt schließlich zu Leber- und Nierenversagen. Dies kann zum Tode führen. Das Amatoxin bindet an RNA und hemmt die Proteinsynthese. Es ist ein sehr starkes Gift: die Einnahme von 0,1-0,3 mg/kg Körpergewicht führt zum Tod. Für ein Kind mit 10 kg kann 1 mg Amatoxin zu einer tödlichen Vergiftung führen. 1997 berichtete die amerikanische CDC, dass 2 von 4 Personen, die den „Todesengel“ gepflückt und verzehrt haben an Leberversagen starben. Dies zeigt deutlich, dass Vorsicht beim Verzehr von Wildpilzen dringend geboten ist (MMWR, 1997).

Einführung und Geschichte

Die Lebewesen dieser Erde, sowohl Tiere als auch Pflanzen, produzieren eine Vielzahl an biologisch aktiven Substanzen. Wenn diese Substanzen Schädwirkungen hervorrufen, werden sie als Naturgifte bezeichnet. Naturgifte sind lediglich Substanzen aus dem Tier- oder Pflanzenreich (auch Bakterien- und Pilzgifte) Giftstoffe wie Blei oder Pflanzenschutzmittel gehören nicht in diese Kategorien. Die Einstufung eines Stoffes als

Gift hängt vom Auge des Betrachters ab. Ist das in Pflanzen natürlich vorkommende Koffein ein Gift oder einfach nur eine pharmakologisch aktive Verbindung oder beides?

Forschungen über Pflanzen- und Tiergifte ist in der Tat faszinierend. Sie geben oft Gelegenheit, die Dosis-Wirkungsbeziehungen zu untersuchen und zeigen Möglichkeiten im Kampf um Überleben und Wachstum in einer feindlichen Umwelt. Sie werden offensiv zur Nahrungsbeschaffung verwendet oder defensiv zur Abwehr von Räubern. Um diese Aufgaben zu erfüllen, müssen diese Giftstoffe mit biologischem Gewebe wechselwirken. Das Studium ihrer biologischen Aktivität brachte uns wichtige Medikamente und verbesserte unser Verständnis der biologischen Mechanismen. Die meisten Fortschritte wurden seit 1970 erreicht, nachdem empfindliche Messtechniken zur Trennung der Giftgemische verfügbar wurden. Die Toxine der Welt sind auch zugleich die Apotheke der Natur. Pharmaunternehmen sind auf der Suche nach neuen Pflanzen oder Tiere, die ein mögliches Medikament herstellen. Wir sind inzwischen abhängig von vielen Substanzen, die von Tieren und Pflanzen produziert werden. Andererseits lernen wir, den Stachel der Bienen zu vermeiden und wir auch wissen Bescheid über giftige Zimmerpflanzen. Pilze sind ein klassisches Beispiel für Arten, die essbar, tödlich oder auch halluzinogen sind, was für einige wünschenswert ist. Der Rote Fingerhut (Foxglove, *Digitalis purpurea*) und Maiglöckchen (Lilie-of-the-valley, *Convallaria majalis*) enthalten Digitalis, welches den Blutdruck senkt und Herzinfarkte verhindern kann. Andererseits ist Digitalis und die Pflanze selbst sehr giftig.

In den folgenden Abschnitten werfen wir einen kurzen Blick auf dieses faszinierende Gebiet.

Tiergifte

Tiergifte werden grob in Angriffsgifte (venoms) und Verteidigungsgifte (poisons) unterteilt. Angriffsgifte werden offensiv auf der Suche nach Nahrung eingesetzt. Schlangen produzieren Giftstoffe, die die Beute zur Nahrungsaufnahme bewegungsunfähig machen oder sie töten. Das Spinnengift lähmt Insekten, damit die Spinne sich von deren Körperflüssigkeit ernähren kann. Auch wenn die Angriffsgifte defensiv eingesetzt werden können, liegt der Hauptzweck doch in der Nahrungsbeschaffung. Die meisten Angriffsgifte werden durch den Mund verabreicht, wie zum Beispiel bei Schlangen und Spinnen. Es gibt aber auch Ausnahmen, wie der Skorpion, der seinen Schwanz hierfür benutzt.

Verteidigungsgifte werden in erster Linie defensiv als Schutz vor Raubtieren eingesetzt. Diese Gifte werden oft versprüht oder mittels eines Stachels durch die Haut verabreicht. So besitzen zum Beispiel einige Fische Giftstacheln. Die tiefste können auch auf der Haut sein oder Teil des Fleisches von dem betreffenden Tier, wodurch sie beim Berühren oder beim Verzehr giftig sind. Einige Gifttiere zeigen eine Warnfärbung, um ihre Un genießbarkeit anzuzeigen.

Der Zweck des Angriffsgiftes ist offensiv, wohingegen der des Verteidigungsgiftes defensiv ist, was wiederum Einfluss auf die Eigenschaften des Giftes hat. So sind Angriffsgifte große oder kleine Moleküle, die von biologischen Molekülen abgeleitet sind, wie zum Beispiel Lipide, Steroide, Histamine oder anderer Proteine. Sie stellen oft Mischungen mit einem bestimmten Wirkmechanismus dar, zum Beispiel zur Lähmung des Nervensystems. Verteidigungsgifte sind so ausgelegt, dass sie einem Raubtier zeigen, dass sie keine gute Nahrung darstellen. Sie verursachen in der Regel lokalisierte Schmerzen, um ein Raubtier abzuhalten, aber abhängig von der Dosis und der Sensitivität können sie auch tödlich sein.

Es gibt viele Probleme für ein Gift produzierendes Tier, insbesondere bei Verteidigungsgifte. So muss das Gift konzentriert und in effektiven Mengen gespeichert werden ohne für das produzierende Tier giftig zu sein. Nach einem kurzen Transport muss das Toxin rasch resorbiert werden und schnell wirken, um die Beute zu besiegen. Diese Eigenschaften erzeugen zusammen mit den präzisen Handlungsabläufen einen Neid auf die Giftproduzenten.

Arthropoden

Insekten, Spinnen, Skorpione, Krabben, Hundert- und Tausendfüßler und sogar Plankton gehören zu den Arthropoden, dem größten und vielfältigsten Tierstamm. Einige sind in der Lage, sehr wirkungsvolle Gifte über die Nahrungsmittelbeschaffung zu produzieren. Menschen können mit diesen Gifte zufällig in Kontakt kommen oder wenn sich das Tier verteidigt. Manche Insekten, Moskitos und Zecken beispielsweise, sind fähig, andere Krankheitserreger auf den Menschen zu übertragen. Obwohl diese Organismen den Menschen giftig sind, stellen sie keine Toxine dar und werden nicht in diesem Kapitel beschrieben.

Spinnentiere (Skorpione, Spinnen, Zecken)

Skorpione

Es gibt etwa 1000 Skorpionsarten, von denen allerdings nur 75 klinisch relevant sind. In einigen Gegenden sind Skorpionsstiche recht häufig und werden wie Bienen- oder Wespenstiche behandelt ohne eine lang anhaltende Wirkung zu verursachen. Wenige Skorpione besitzen ein Gift, welches stark genug ist, um Menschen, insbesondere Kinder, zu schaden. Die wirksamsten Gifte sind niedrigmolekulare Proteine, die das Nervensystem beeinflussen. In der Regel treten sofort Schmerzen auf, wo der Stachel eingedrungen ist mit der Folge einer erhöhten oder unregelmäßigen Herzfrequenz als erstes klinisches Zeichen. Die meisten Erwachsenen erholen sich innerhalb von 12 Stunden, aber aufgrund ihres geringen Gewichtes sind Kinder anfälliger für ernstere und länger anhaltende Auswirkungen.

Spinnen

Spinnen oder Spinnentiere verwenden das Gift, um Beute zu lähmen, während sie die Körperflüssigkeiten des Opfers zu sich nehmen. Sie ernähren sich hauptsächlich von Insekten und anderen Spinnen. Die Gifte von etwa 200 von 30.000 Spinnenarten stellen eine Gefahr für den Menschen da. Das Spinnengift ist ein komplexes Gemisch von neuroaktiven Proteinen und anderen Substanzen. Forscher untersuchen Gifte, um den Mechanismus zu verstehen und zum anderen um neue Medikamente zu finden. Wären Spinnen größer, wären sie gefährlicher. Glücklicherweise sind sie klein mit nur einer geringen Menge an Gift. Aufgrund unserer Größe erhalten wir nur eine geringe Dosis, aber wenn eine Spinne ein anderes Insekt beißt, erhält dieses eine sehr hohe Dosis.

In den Vereinigten Staaten ist eine der berüchtigten Giftspinnen die Schwarze Witwe (*Latrodectus*), aber es gibt viele ähnlichen Arten in den gemäßigten oder tropischen Klimazonen. Sie hat in den unterschiedlichsten Regionen der Welt eine Reihe anderer Namen und ihre Farbe reicht von Braun bis Schwarz-grau. Die Spezies der Schwarzen Witwe ist glänzend schwarz und auf dem Bauch des Weibchens eine Art rote Sanduhr abgebildet. Sowohl die Menschen als auch die Weibchen sind giftig, aber nur die Weibchen besitzen Cheliceren („Zähne“), die stark genug sind, um die menschliche Haut zu durchdringen. Das Gift dieser Spezies besteht aus Proteinen, die den Calciumionen-Transport der Nervenzellen stören. Dem Stich folgen Muskelkrämpfe, Schwitzen und eventuell Blutdruckabfall. Es gibt kein Gegenmittel, aber der Biss ist selten tödlich.

Eine weitere weltweit vorkommende Giftspinne ist die Braune Einsiedlerspinne (brown recluse or violin spider, *Loxosceles reclusa*). Sie kommt ebenfalls regionsabhängig in zahlreichen Varianten vor. Diese Spinne hat eine Palette an Farben, aber das einzigartige sind die sechs Augen. Das Gift der Braunen Einsiedlerspinne enthält eine Reihe Proteine, welche die zellulären Proteine des Opfers auflösen. Das wirksamste Gift aber wirkt auf die roten Blutkörperchen. Die Auswirkungen des Giftes variieren, im schlimmsten Fall entsteht eine akute Nekrose des Gewebes in der Mitte des Bisses, der von einem roten und geschwollenen Bereich umgeben ist. Das Gift hat buchstäblich Zellen der Haut und des umgebenden Gewebes aufgelöst, welches natürlich den körpereigenen Abwehrreaktionen in Gang setzt. Auffällige Gewebeschäden können besonders bei einem Stich im Gesicht auftreten, aber diese Bisse sind selten tödlich. Es gibt keine wirksame Behandlung gegenüber dem Gift, daher ist besondere Vorsicht angebracht.

Der beste Schutz ist es, Aktivitäten zu vermeiden, die zu Spinnenbissen führen, insbesondere die von gefährlichen Spinnen. Es ist wichtig Giftspinnen von harmlosen Spinnen zu unterscheiden, damit die harmlosen Spinnen nicht unnötigerweise getötet werden.

Zecken

Zecken haben nicht ohne Grund einen schlechten Ruf. Sie sind Überträger einer Vielzahl von Krankheit und der Speichel kann in Einzelfällen zu Lähmungen führen. Die nordamerikanischen Eingeborenen kannten die Zeckenlähmung, aber offiziell wurde sie erst 1912 als Krankheit von Tieren und Menschen anerkannt. Die Bisse von mindestens 60 Zeckenarten können zu Lähmungen führen. Diese treten aber oft erst nach mehreren Tagen nach dem Biss auf. Erste Anzeichen sind Rötung und Schwellungen rund um den Biss. Es folgen neuromuskuläre Schwächen und Gehschwierigkeiten. Wenn die Zecke nicht entfernt wird, können auch die Sprache und das Atmen mit der Folge von Atemlähmungen und Tod betroffen sein. Glücklicherweise führt die Entfernung der Zecke zur schnellen Genesung. Der genaue Mechanismus der Lähmung ist nicht bekannt, aber sie hängt mit einer Störung in der Übertragung neuromuskulärer Synapsen zusammen. Zecken können auch Krankheiten übertragen wie Lyme-Borreliose, Frühsommermeningitis, Q-Fieber, Typhus und andere.

Tab. 17.1 Spinnentiere (Skorpione, Spinnen, Zecken)

Klasse	Beispiele	Übertragung & Gift	Bemerkung
Spinnentiere (Skorpione & Spinnen & Zecken)	Skorpione	Stachel - Neurotoxin, keine Enzyme	Lokalisierte Schmerzen, vor allem gefährlich für Kinder
	Latrodectus – Echte Witwen (schwarz, braun, weiß)	Biß – Neurotoxin – großes Proteinmolekül	Lokalisierte Schmerzen, Schwitzen, Muskelkrämpfe, erniedrigter Blutdruck
	Loxosceles - Einsiedlerspinnen	Bite – complex mixture of enzymes	Ernste Gewebeschäden & Angriff auf Blutzellen
	Zecken	Biss – Speichel Neurotoxin – Übertragung anderer Krankheiten	Zeckenparalyse – Schwäche & Gehschwierigkeiten – Entfernen der Zecke

Insekten

Einige Schmetterlinge und Raupen produzieren reizende Substanzen oder wehren Raubtieren mit Stoff ab, die schlecht schmecken und somit vermieden werden.

Eine aggressivere Insektengruppe, die im Verhältnis zu ihrer Größe mehr Kraft hat und die wir alle kennen, sind Ameisen. Ameisen produzieren giftige oder reizende Stoffe als Mittel zur Verteidigung. Die meisten Ameisen haben einen Stachel und einige können Substanzen durch ihre mächtigen Kiefer auf die Haut oder Wunde sprühen. Es gibt tausende Arten von Ameisen und die von ihnen produzierten Gifte sind sehr unterschiedlich. Einige Ameisenarten produzieren Mischungen mit großen Proteinmengen, die eine allergische Reaktion hervorrufen können. Andere Ameisen produzieren Ameisensäure, die die Haut angreift. Die in den USA vorkommenden Feuerameisen produzieren eine Alkaloid reiche Substanz, die zu lokalisierte Gewebeerstörungen (Nekrose) führt. Mehrere Bisse können gefährlich und lebensbedrohlich sowohl für Menschen und Tiere werden. Sie führen zu Übelkeit, Erbrechen, Atembeschwerden, Koma und Tod.

Bienenstiche

Eine Honigbiene hat etwa 150 µg Gift, aber nur ein kleiner Teil wird in der Regel injiziert. Je schneller der Stachel entfernt wird, desto geringer ist die Auswirkung.

Bienen-, Wespen-, Hornissenstiche und Stiche verwandter Insekten sind uns wohl bekannt. Honig wurde gesammelt seit mindestens 6000 Jahren. Honigbienen stechen Menschen und Raubtieren, insbesondere Wespen, bei Bedrohung oder bei Angriff ihres Bienenstockes und Honigs. Wespen werden durch den Geruch von Honig angezogen versuchen, den Honig zu stehlen. Beobachtet man Bienen, wenn sie ihren Stock gegen Wespen verteidigen, erkennt man die Notwendigkeit eines Stachels. Der Stachel einer Honigbiene ist mit einem Widerhaken versehen, der buchstäblich von der Biene abgerissen wird, die bald darauf stirbt. In der Haut verbleibt ebenfalls ein komplexes Mischung, die neben unterschiedlichen Proteinen, die das Gewebe auflösen, auch Substanzen wie Histamin und Dopamin enthält. Bei einem Stich ist es ratsam, den Stachel so schnell wie möglich zu entfernen, um die Exposition zu verringern. Einige Leute empfehlen, einen Fleischzartmacher (z.B. Salz, Zucker, Papain) auf die Stichwunde aufzutragen. Dies soll helfen, da ein Zartmacher, das Fleisch erweicht, indem Protein verdaut wird. Die Reaktion auf einen Bienenstich variiert enorm, von nahezu keiner, bis zu einer lebensbedrohlichen Reaktion. Normalerweise gibt es eine Schwellung mit der der Körper versucht, das eingedrungene Fremdprotein zu entfernen. Manche Menschen reagieren sehr allergisch auf Bienenstiche (etwa 1 bis 2 pro 1 000) und bei ihnen ist die Reaktion nicht lokal begrenzt, sondern führt zu einer massiven Reaktion, die zum Tode führen kann. Selbst für nicht-allergische Personen können mehrere Bienenstiche zu Atemproblemen, Blutdruckabfall, Schock und zum Tode führen.

Wespenstiche enthalten weniger Proteine und mehr Ameisensäure verwandte Substanzen, die ein intensives Brennen verursachen.

Tab. 17.2 Insekten

Beispiel	Gift	Bemerkung
Falter und Raupen	Reizende Substanzen	Schlecht schmeckend
Ameisen	variiert – Proteine, Ameisensäure u.a.	Unterschiedliche Reaktionen – Reizungen, Immunantwort, Gewebeschäden
Honigbienen	Komplexe Proteine	Schwellungen, allergische Reaktionen
Wespen	Ameisensäure	Reizungen

Reptilien

Echsen

Die Bedrohungen auf Eidechsen durch den Menschen sind größer als umgekehrt. Echsen sind in der Regel sich langsam bewegende nachtaktive Tiere, die mit Ausnahme des Menschen wenige Feinde haben. Das Gift stellt eine komplexe Mischung dar, die den Neurotransmitter Serotonin enthält, aber andere proteinabbauende Enzyme fehlen. Klinische Wirkungen sind gering, es sei denn man ist klein und empfängt eine große Dosis des Giftes.

Schlangen

Schlangen sind einzigartig und regen zur Fantasie an. Die Hauptfunktion des Schlangengiftes besteht darin, die Beute zum Fressen unbeweglich zu machen oder zu töten. Eine weitere Funktion des Giftes liegt in der Verteidigung und dem Schutz, denn es ist klar, dass Schlangen unfähig sind größere Tiere zu fressen, einschließlich des Menschen. Giftschlangen schlagen oft zu, aber injizieren nicht unbedingt Gift, da dies eine wertvolle Ressource darstellt. Rund 400 der mehr als 3500 Schlangenarten sind giftig und können eine Gefahr für Mensch und Tiere darstellen.

Es wird geschätzt, dass es weltweit 300.000-400.000 Schlangenbisse pro Jahr mit etwa 10 % (oder 30.000) an Todesfällen gibt. In den vereinigten Staaten gibt es etwa 7000 Bisse von Giftschlangen pro Jahr, aber nur einen bei 500 Todesfällen, was für die gute medizinische Versorgung spricht.

Die häufigsten Giftschlangenbisse in Nordamerika stammen von Vipern. Diese Schlangen besitzen einen hoch entwickelten Giftinjektionapparat. Das Gift wird durch einen Kanal im Zahn geleitet. Der Zahn ist zudem beweglich. Das Gift wird schnell in das Opfer injiziert. Grubenvipern, wie Klapperschlange sich haben einen Sensor

zwischen den Nasenlöchern und Augen, von dem vermutet wird, dass er hilft, das Opfer auch im Dunkeln zu treffen. Das Gift der Vipern ist einer auf Enzyme basierende Mischung, die schnell Schwellungen und Gewebeerstörungen (Nekrose) verursacht. Das aus Proteinen bestehende Gift, bewirkt eine allergische Reaktion, die zu Blutungen, Blutdrucksenkung, Schock, Austritt von Flüssigkeiten in die Lunge und zum Tod führen kann.

Tab. 17.3 Reptilien

Klasse	Beispiele	Gifte, Übertragung	Symptome
Vipern (Viperidae)	Klapperschlangen Wassermokkasinotter, Buschmeister (<i>Lachesis</i>)	Sehr komplex, auf Enzyymbasis, hoch entwickelter Giftinjektionsapparat – beweglicher Giftzahn	Schwellung und Nekrose an Bißstelle, beeinträchtigt Blutzellen, Hämorrhagie, Blutdruckabfall, Schock
Elapidae	Kobras Kraits Korallenschlangen	Neurotoxin (einige davon sind sehr wirksam), kurzer Giftzahn, normalerweise gering Dosis	Auswirkungen auf das Nervensystem, Lähmungen, Benommenheit, Atembeschwerden

Die zweithäufigste giftigste Schlangenart ist die der Giftnattern (Elapidae), zu denen Kobras und Korallenschlangen gehören. Diese Schlangen injizieren ihr Gift über Furchenzähne und müssen das Opfer festhalten, während das Gift freigesetzt wird. Diese Schlangen sind in der Regel kleiner als die Vipern und injizieren nur eine geringere Dosis Gift. Aber was an der Menge fehlt, machen sie durch die Giftigkeit wett. Das Gift dieser Schlangen wirkt hauptsächlich auf das Nervensystem und führt in der Regel zu Lähmungen und Taubheitsgefühl. Der Tod tritt meistens durch Atemversagen ein.

Meerestiere

Schalentiere

Schalentiere wie Mies-, Venus-, und Jakobsmuschel, sowie Austern produzieren das Gift nicht selbst, sondern nehmen es durch das Gift enthaltende Plankton auf. Wenn das Plankton (Dinoflagellaten) übermäßig wächst, wird dies durch eine Rotfärbung des Wassers „red tide“ sichtbar. Dies kann erhebliche Todesfälle bei Meerestieren der verursachen. Es gibt mehrere Arten Toxinen, die meist auf das Nervensystem wirken. Das letzte dieser Gifte, Domoinsäure, wurde 1987 auf Prince Edward Island in Kanada

gefunden. Dieses Nervengift führt zu Verwirrung und, vor allem bei älteren Menschen, zu Gedächtnisverlust. Einige ältere Menschen starben infolge von Krampfanfällen und Koma. Domoinsäuren sind hitzestabil und werden durch Kochen nicht zerstört. Das Auftreten dieser Toxine in Schalentiere wird inzwischen behördlich überwacht und bei Bedarf die Ernte verboten. Dies zeigt deutlich, wie wichtig eine laufende Überwachung in der Lebensmittelversorgung ist.

Der Kugelfisch ist der wohl bekannteste neurotoxische Fisch. Mehrere Verwandte Fischarten sowie andere Meerestiere, wie beispielsweise Seesterne, Tintenfischen und Frösche, enthalten Tetrodotoxin. Trotz der gelegentlich gemeldet Todesfälle bei schlechter Vorbereitung, betrachten viele Menschen diese Fische als Delikatesse. Tetrodotoxin ist hitzestabil und Wasser löslich, so dass eine sorgfältige Vorbereitung notwendig ist, um neurologische Zwischenfälle zu vermeiden. Die Vergiftungssymptome beinhalten ein schnelles Einsetzen von einem Taubheitsgefühl in den Lippen und den Mund, die sich dann auf die Finger und Zehen ausdehnt und schließlich von allgemeiner Schwäche, Schwindel und Atemstillstand gefolgt wird, der zum Tode führen kann. Der Wirkmechanismus ist ähnlich dem des Saxitoxin und betrifft die Durchlässigkeit des Natriumkanals.

Es sollte daran erinnert werden, dass in der Nahrungskette hoch stehende Fische, wie Thunfisch, Schwertfisch und Hai giftige Substanzen, wie Quecksilber oder PCB anreichern können. Quecksilber beeinflusst das Nervensystem und beeinträchtigt die Fortpflanzungsfähigkeit.

Tab. 17.4 Meerestiere

Tierklasse	Beispiel	Toxin	Symptome	Bemerkung
Schalentiere (filtrierende Muscheln)	Mies-, Venus-, und Jakobsmuschel, Austern	Unterschiedliche Gifte, die durch Plankton (Dinoflagellaten) aufgenommen werden	Vgl. oben	
	Paralytische Schalentiervergiftung (PSP)	Saxitoxin im Muskel	Taubheitsgefühl, Atemlähmung	Durchlässigkeit der Natriumkanäle
	Diarrhoetische Schalentiervergiftung (DSP)	Hochmolekulare Polyether	Übelkeit, Erbrechen, Durchfall	In der Regel milder Verlauf, aber lästig
	Neurotoxische Schalentiervergiftung (NSP)	Brevetoxine	Taubheit des Mundes, Muskelschmerzen, Schwindel	
	Amnesische Schalentiervergiftung (ASP)	Domoinsäure	Verwirrung, Gedächtnisverlust, Krampfanfälle, Koma	Betrifft ältere Personen

Coelenterates	Quallen, Seeanemonen, Korallen	Gifte der Nesselzelle	Stich, Muskelkrämpfe	
Fische	Meeresschnecke (Ciguatera) und einige Fische, Austern und Muscheln	Ciguatera, Scaritoxin und Maitotoxin	Taubheit, Speichelfluss, kardiovaskuläre Wirkungen, Atemlähmung	Hemmt die Acetylcholinesterase
Fische	Kugelfisch (Fugu), Krötenfisch, einige Frösche, Seesterne, Tintenfische)	Tetrodotoxin	Nervensystem: Taubheit, Lähmungen, Atemstillstand, Tod	Verringerte Durchlässigkeit der Natriumkanäle
Fische	Thunfisch, Hai, Schwertfisch	Quecksilber	Neurotoxisch, Auswirkung auf die Fortpflanzungsfähigkeit	Nicht durch den Fisch selbst produziert, im Muskel angereichert

Pflanzengifte

Im Kampf ums Überleben haben Pflanzen eine Reihe Abwehrmaßnahmen entwickelt. Pflanzen produzieren eine Reihe Substanzen, um Raubtiere abzuwehren oder Insekten und Tiere vom Pflanzenkonsum abzuhalten. Wir werden diese von Pflanzen produzierten Substanzen näher betrachten und dabei untersuchen, wie sie beim Essen oder bei Kontakt auf uns wirken. Seit tausenden von Jahren experimentieren Menschen mit Pflanzen auf der Suche nach Nahrung, zur Behandlung von Krankheiten und sogar auch um das Bewusstsein zu verändern. Sehr viele Medikamente werden aus Pflanzen gewonnen und die Suche nach weiteren wird weltweit von führenden Pharmaunternehmen fortgesetzt. Andere fördern den Gebrauch von Pflanzen in der pflanzlichen oder natürlichen Medizin. Dieser Abschnitt setzt seinen Fokus auf die Toxizität von einigen bekannteren Pflanzen, die auf bestimmte Organe einwirken.

Die Tabelle unten zeigt einige bemerkenswerte Fakten. Der Text enthält zusätzliche Informationen und versucht einige Punkte zu klären. Allerdings können wir nur an der Oberfläche dieses faszinierenden Gebietes der Biologie kratzen.

Haut

Eines der besten Schutzmaßnahmen der Pflanze besteht darin, den Kontakt über die Haut schmerzvoll zu gestalten. Dies wird entweder erreicht durch allergische Antikörper vermittelten Reaktionen oder durch direkt wirkende Substanzen. Bei allergischen Reaktionen ist es nicht der erste Kontakt, der diese Reaktion auslöst, sondern erst der nächste.

Der Gift-Efeu enthält Urushiolen, die bei 70 % aller eine allergische Reaktion auslösen. Auch enthalten Pollen der Ambrosie, des Beifuß oder der Gräser Allergie, obwohl dies nicht direkt zum Schutz der Pflanze dient.

Die Zimmerpflanze Dieffenbachia oder Schweigrohr produziert einen Saft, der bei Zerbrechen oder Zerkauen des Stammes freigesetzt wird und eine schmerzhaft rasche Schwellung und Entzündung an der Zunge und dem Mund hervorruft. Die Symptome werden durch mit irritierenden Proteinen versehene Oxalat-Kristalle hervorgerufen und können mehrere Tage andauern. Die Brennnessel (*Urtica*) setzt Histamin, Acetylcholin und Serotonin aus feinen Härchen mit Verdickungen am Ende, die aufbrechen und auf der Haut ein intensiv brennendes oder stechende Gefühle verursachen.

Tab. 17.5 Wirkungen auf die Haut

Organsystem	Symptome	Pflanzenbeispiel	Gift / Bemerkung
Haut	Allergische Dermatitis - Pflanzen Ausschlag, juckende Haut	Philodendron, Gift-Efeu, Cashewnüsse, Narzissenzwiebeln, Hyazinthen, Tulpen	Antikörpervermittlung nach der ersten Sensibilisierung, unterschiedliche Antwort. Allergene in äußeren Zellen der Pflanze
	Allergische Dermatitis - Pollen Schnupfen und Niesen, tränende Augen	Ambrosie (North America), Beifuß (Europe), Gräser	Antikörpervermittelt - Pollen in Luft verteilt. Sehr häufig, kann zu Erschöpfungen führen
	Kontaktdermatitis Oral - Schwellungen und Entzündungen im Mundbereich Haut - Schmerzen und Stechen	Schweigrohr (Dieffenbachia) Brennnesseln (Urtica)	Kalziumoxalatkristallen mit irritierenden Proteinen beschichtet feine Härchen enthalten Histamin, Acetylcholin und Serotonin

Magen-Darm-Trakt

Eine weitere gute Möglichkeit für Pflanzen, um das Gefressenwerden durch Tiere zu verhindern, besteht darin, dem Tier Magenbeschwerden zu verursachen. Dieser Ansatz wird von einer Reihe Pflanzen verfolgt, aber der Mechanismus variiert. Die erste Möglichkeit besteht darin, den Magen zu reizen und Übelkeit und Erbrechen zu verursachen. Das Auslösen von Erbrechen ist in einigen Situationen nützlich. Die

„Heilige Rinde“ des Kalifornischen Kreuzdornes (*Cascara*) in produziert Cascara, welches mildes Erbrechen ausgelöst.

Andere Methoden, um Magen Darm Beschwerden auszulösen, sind schwer wiegende. Colchicin unterbricht die Zellteilung (antimitotisch) mit der Folge von Übelkeit, Erbrechen und Dehydration, was wiederum zu Delirium, Neuropathie und Nierenversagen führen kann. Andererseits wird Colchicin zur Behandlung der Gicht und da es die Zellteilung unterbricht auch als Antikrebsmittel verwendet. Die giftigsten Pflanzen produzieren Lektine, wovon das giftigste Lektin das aus Ricinus gewonnene Ricin darstellt. 5-6 Samen sind ausreichend, um ein Kleinkind zu töten. Glücklicherweise wird nach oraler Gabe das meiste Ricin im Magen zerstört. Ricin stoppt äußerst wirksam die Proteinsynthese, daher kann eine Exposition von 0,1 g/kg tödlich sein.

Tab. 17.6 Magen- Darm- Trakt

Organsystem	Symptome	Pflanzenbeispiel	Gift / Bemerkung
Magen-Darm-Trakt	Direkte Magenentzündung – Übelkeit, Erbrechen, Durchfall	Kalifornischer Kreuzdorn (Heilige Rinde), Holzölbaum, Rosskastanie, Amerikanische Kermesbeere (<i>Phytolacca Americana</i>)	Emodin & Aesculin (Gifte); Öl aus Samen, Nüsse; einige medizinische Extrakte, häufig sind Kinder betroffen
	Antimitotisch (unterbricht die Zellteilung) – Übelkeit, Erbrechen, Verwirrtheit, Delirium	Lilienarten, Herbstzeitlose, Krokus, Maiäpfel (<i>Podophyllum</i>)	Colchicin (Gichtbehandlung)
	Lectintoxizität – Übelkeit, Durchfall, Kopfschmerzen, Verwirrung, Wasserentzug, Tod	Wisteria, Rizius (<i>Ricinus communis</i>)	Lectine binden an Zelloberflächen Ricin – blockiert Proteinsynthese, sehr giftig: 5 to 6 Bohnen können ein Kind töten

Herz-Kreislaufsystem

Das medizinisch wichtige Herzkreislauf-Medikament Digitalis wurde aus den Fingerhut (*Digitalis purpurea*) gewonnen. In medizinisch nützlichen Dosen verlangsamt und

stabilisiert Digitalis die Herzfrequenz, wohingegen zu hohe Dosen zu einer unregelmäßigen Herzfrequenz und zum Blutdruckabfall führen. Als erstes berichteten die Griechen vor fast 2000 Jahren von einer „Honigvergiftung“ und Honigvergiftung treten heute noch auf, wenn Bienen den Nektar von Rhododendron sammeln und in den Bienenstock bringen. Die kardiovaskulären Wirkungen werden durch das in den Blättern und Nektar produzierte Grayanotoxin verursacht. Die Bienen reichern das Toxin in Honig an. Ziegen und Schafe sind ebenfalls betroffen wenn sie die Blätter von Rhododendron oder Liliengewächse konsumieren. Die kardiovaskulären Effekte bei Mistelkonsum führten dazu, dass Misteln entweder als heilig galten oder als Vertreter dämonischer Mächte. Die kardiovaskulären Wirkungen bei Verzehr von Mistelbeeren wurden erstmals 1597 beobachtet.

Tab. 17.7 Herz-Kreislaufsystem

Organsystem	Symptome	Pflanzenbeispiel	Gift / Bemerkungen
Herz-Kreislauf	Digitalis-ähnliche Glycoside – Arrhythmien	Fingerhut (<i>Digitalis purpurea</i>), Blaustern, Maiglöckchen	Enthalten digitalisähnliche Glycosides: Scillaren, Convallatoxin
	Herznerven – senkt Herzfrequenz und Blutdruck, generelle Schwäche	Lilie, Christrose (<i>Helleborus</i>), Weißer Germer Heidekrautgewächse (<i>Ericaceae</i>) Eisenhut, Rhododendron	Alkaloide, Aconitum, Grayanotoxin (konzentriert in Honig)
	Blutgefäßverengung (Vasokonstriktion)	Mistel (Beeren enthalten das Gift)	Heilig oder dämonisch – Effekte auf das Herz wurden 1597 erstmals beschrieben. Das Gift heißt Phoratoxin.

Nervensystem

Es gibt viele Pflanzen, die eine Reihe auf das Nervensystem wirkende Substanzen produzieren. Seit tausenden von Jahren machen wir Gebrauch von auf das Nervensystem wirkende Pflanzen und wir setzen diese Errungenschaft weiterhin fort. 399 v. Chr. starb Sokrates an dem griechischen Staatsgift, welches aus Schierling gewonnen wurde. Eine weitere interessante Geschichte einer Vergiftung findet sich in der Bibel 4 Moses 11, 31-33. Die hungrigen Israeliten starben nach dem Verzehr von Wachteln, die über das Meer geflogen kamen. Es wurde spekuliert, dass die Wachteln Schierlingsamen gefressen

hatten, welches Coniin enthalten. Den Wachteln macht Coniin nichts aus, aber sie lagern das Gift im Gewebe an und werden dadurch für den Menschen giftig.

Die Produktion und der Verkauf von Kaffee ist ein großes internationales Geschäft, welches darauf abzielt, die Nachfrage nach dem häufigsten konsumierte Stimulans Koffein (siehe Kapitel 4) zu befriedigen. Eine weitere interessante Herausforderung stellen Pilze dar. Jedes Jahr werden Menschen krank und sterben sogar durch den Verzehr giftiger Pilze, andere konsumieren sie ihre Halluzinogene Wirkung wegen. Es folgen ein kurzer Überblick von Pflanzen und ihre produzierten neuroaktiven Substanzen.

Tab. 17.8 Nervensystem

Organsystem	Symptome	Pflanzenbeispiel	Gift / Bemerkung
Nervensystem	Krämpfe	Wasserschierling, (Doldenblütler), Minzenfamilie	Cicutoxin – betrifft Kaliumkanäle. Monoterpene in Minzöle
	Stimulation – Exzitatorischen Aminosäuren - Kopfschmerzen, Verwirrtheit, Halluzinationen	Rotalgen (red tide), Grünalgen Pilze– <i>Amanita</i> – Familie (Fliegenpilz), Platterbse (<i>Lathyrus</i>)	Kainsäure, Domoinsäure konzentriert in Schalentieren, Ibotensäure, Muscarin, (Halluzinationen) Latthyrimus - Motoneuronale Degeneration
	Abweichendes Verhalten, sehr erregt, Muskelschwäche, Tod	Locoweed - Australische & westamerikanische Pflanze	Swainsonin – Leberenzymhemmer- bekannt zur Schädigung von Weidetiere
	Stimulation	Kaffeebohne, Tee, Kolanuß,	Koffein, weltweit am häufigsten konsumiertes Stimulans
	Neurotoxisch – Tod	Gefleckter Schierling (<i>Conium maculatum</i>)	Coniin – neurotoxisches Alkaloid – bei Socrates eingesetztes Gift
	Paralyse – Demyelinierung peripherer Nerven	Sanddorn, Coyotillo, Tullidora (USA, Mexico)	Anthracenone – greifen das Myelin der peripheren Nervenzellen an
	Atropinähnliche Effekte – trockener	<i>Solanaceae</i> -Familie – Stechapfel,	Klinische Wirkungen vieler seit der Antike

	Mund, erweiterte Pupillen, Verwirrung, Halluzinationen, Gedächtnisverlust	Bilsenkraut, Tollkirsche (<i>Atropa belladonna</i>), Engelstropfete (Atropin und Scopolamin)	bekanntes Pflanzen. Todesfälle sind selten, aber Kinder sind anfällig. Halluzinationen bei Muscarin & Psilocybin
	Neuromuskulär – milde Stimulation Muskellähmung, Atemstillstand (Curare), der Tod	Tabak – Südamerika – <i>Strychnos</i> -Familie (Curare) Blaugrüne Algen (Anatonin A)	Nikotin -blockiert Acetylcholinrezeptoren Curare – wird als Jagdgift verwendet und stellt ein sehr potenter Rezeptor-Blocker dar

Leber

Pilze produzieren zwei der stärksten Giftstoffen Auswirkungen auf die Leber. Der „Grüne Knollenblätterpilz“ (*Amanita phalloides*) und der „Todesengel“ (*Amanita ocreata*) beide Pilze aus der Familie Amanita, töten jedes Jahr bei versehentlichen Konsum mehrere Menschen. Eine Reihe von Schimmelpilzen wächst auf Nüsse Getreide. Hohe Luftfeuchtigkeit und schlechte Lagerbedingungen fördern das Wachstum des Pilzes auf den Nüssen, der das stark toxische Lebergift Aflatoxin produziert. Menschen mit Lebererkrankungen, wie Hepatitis, sind besonders anfällig.

Tab. 17.9 Leber

Organsystem	Symptom	Pflanzenbeispiele	Gifte / Bemerkungen
Leber	„Hepatitis“ und Leberzirrhose – aus verunreinigtem Getreide	Jakobskreuzkraut oder Greiskraut (Senecio)	Pyrrrolizidinalkaloide – greift Lebergefäße an – schädigt Menschen, Rinder, aber einige Spezies sind resistent
	Leberschäden und Tod	Pilze – „Knollenblätterpilz“ (<i>Amanita phalloides</i>)	Amatoxin und Phalloidin wirkt auf die RNA- und Proteinsynthese
	Leberkrebs	Pilze, die auf Erd- und Walnüsse wachsen, etc...	Aflatoxine– produziert von Pilze in schlecht gelagertem Getreide

Reproduktionsstörungen

Gifte die, Reproduktions- und Entwicklungsstörungen hervorrufen, betreffen vor allem das Weidevieh. Eine hohe Fehlbildungsrate bei Schafgeburten tritt vor allem beim Abweiden der in den Bergen von Nordamerika vorkommende Pflanze *Veratrum californicum* auf. Pflanzen, wie Samen der Bittermelone (*Momordica charantia*), welche Aborte auslöst, werden seit langer Zeit von Menschen verwendet.

Table 17.10 Reproduktionsorgane

Organsystem	Symptom	Pflanzenbeispiele	Gifte / Bemerkungen
Reproduktive Effekte	Teratogen – Fehlbildungen bei den Nachkommen (Schafe)	<i>Veratrum californicum</i> – ursprüngl. in Nordamerika	Veratrum – hemmt die Cholesterinsynthese – zuerst bei Nachkommen der Bergschafe gefunden
	Abtreibungsmittel – verursacht Aborte	Hülsenfrüchte (<i>Astrogalus</i>) Samen der Bittermelone (<i>Momordica</i>)	Swainsonin – stoppt die Zellteilung Lectin – unterbricht die Proteinsynthese– für den Menschen nutzbar

Gesetzliche Bestimmungen

Lebensmittelverunreinigungen einige Toxine werden von Behörden überwacht. So werden beispielsweise regelmäßig Schalentiere auf Toxine untersucht und bei Bedarf die Ernte eingeschränkt. Viele der natürlich vorkommenden Giftstoffe werden nicht überwacht und der Konsument muss sich der möglichen Gefahren bewusst sein. So liegt es wirklich an einem selbst, die Gefahren einzuschätzen, wenn man Pflanzen und Pilzen selber sammelt.

Manche schädliche Unkräuter und giftige Pflanzen können in Blumenläden verkauft werden.

Empfehlungen und Konsequenzen

Kinder sind aufgrund ihrer geringen Körpergröße auch häufig für die meisten natürlich vorkommende Gifte besonders anfällig. Das Koffein einer Dose Cola hat einen größeren Effekt auf ein kleines Kind, als auf einen Erwachsenen. Der Gesundheitszustand und das Alter beeinflussen ebenso die Auswirkungen des Giftes. Aflatoxin kontaminierte Nüsse verursachen mit höherer Wahrscheinlichkeit Leberkrebs in Personen mit Lebererkrankungen, wie Hepatitis. Es wichtig, sich ein Wissen über die Gefährlichkeit von Pflanzen und Tieren anzueignen und zu lernen, wie man den gefährlichen Kontakt vermeiden kann.

Weitere Informationen und Nachweise

Bilderpräsentation

- A Small Dose of Animal and Plant Toxins presentation material and references online: <http://www.toxipedia.org> or <http://www.toxipedia.org/wiki/display/toxipedia/Animal+Toxins+Overview>. Web site contains presentation material related to the health effects of animals and plant toxins.

Europäische, asiatische und Internationale Behörden

- Amphibians and Reptiles of Europe. Online: < <http://www.herp.it/> > (accessed: 16 June 2009).
A large sample of European Amphibians and Reptiles.

Nordamerikanische Behörden

- Society For The Study Of Amphibians And Reptiles (SSAR). Online: < <http://www.ssarherps.org/> > (accessed: 16 June 2009).
SSAR, a not-for-profit organization established to advance research, conservation, and education concerning amphibians and reptiles.
- Health Canada - Natural Health Products Directorate. Online: < <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/index-eng.php> > (accessed: 16 June 2009).
Natural Health Products Directorate works to “ensure that all Canadians have ready access to natural health products that are safe, effective, and of high quality, while respecting freedom of choice and philosophical and cultural diversity”.

- U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. Online: <<http://www.cfsan.fda.gov/seafood1.html>> (accessed: 16 June 2009).
Site has information on seafood health and safety issues.
- Northwest Fisheries Science Center's (NWFS) Harmful Algal Bloom Program . Online: < <http://www.nwfsc.noaa.gov/hab/index.html> > (accessed: 16 June 2009).
NWFS Harmful Algal Bloom Program, part of the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, provides information related to algal blooms.
- U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook – The “Bad Bug Book”. Online: <<http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html>> (accessed: 16 June 2009).
The “Bad Bug Book” contains extensive information on natural toxins either on the web or book can be downloaded.

Regierungsunabhängige Organisationen

- Natural Toxins Research Center (NTRC) - Texas A&M University System. Online: < <http://ntrc.tamuk.edu/>> (accessed: 16 June 2009).
NTRC provides global research, training, and resources that will lead to the discovery of medically important toxins found in snake venoms.
- Cornell University Plants Poisonous to Livestock. Online: <<http://www.ansci.cornell.edu/plants/index.html>> (accessed: 16 June 2009).
This is “includes plant images, pictures of affected animals and presentations concerning the botany, chemistry, toxicology, diagnosis and prevention of poisoning of animals by plants and other natural flora (fungi, etc.)”.
- Alternative Medicine Foundation, Inc, HerbMed®. Online: <<http://www.herbmed.org/>> (accessed: 16 June 2009).
“HerbMed® - an interactive, electronic herbal database – provides hyperlinked access to the scientific data underlying the use of herbs for health. It is an evidence-based information resource for professionals, researchers, and general public.”
- American Association of Poison Control Centers (AAPCC). Online: <<http://www.aapcc.org/>> (accessed: 16 June 2009).
The AAPCC is a United States based organization of poison centers and interested individuals that coordinates information on common poisons.

- The Vaults of Erowid. Online: <<http://www.erowid.org/>> (accessed: 16 June 2009).
The Vaults of Erowid web site contains information on wide variety of natural plants and chemicals.

Referenzen

Handbook of Clinical Toxicology of Animal Venoms and Poisons
by J. Meier (Editor), Julian White (Editor), Informa HealthCare, 768 pages, 1995.

Venomous and Poisonous Animals: A Handbook for Biologists, Toxicologists and Toxinologists, Physicians and Pharmacists. by Dietrich Mebs, Medpharm 360 pages, 2002.

MMWR (1997). Amanita phalloides Mushroom Poisoning – Northern California, June 6, 1997, Vol 46(22), p 489-491. Online:
<<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00047808.htm>> (accessed: 16 June 2009).

MMWR (2002). Neurologic Illness Associated with Eating Florida Pufferfish, 2002., April 19, 2002, Vol 51(15), p 321-323. Online:
<<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5115a1.htm>> (accessed: 16 June 2009).

MMWR (1995). Epidemiologic Notes and Reports Jimson Weed Poisoning -- Texas, New York, and California, 1994 . January 27, 1995, Vol 44(3), p 41-44. Online:
<<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00035694.htm>> (accessed: 16 June 2009).