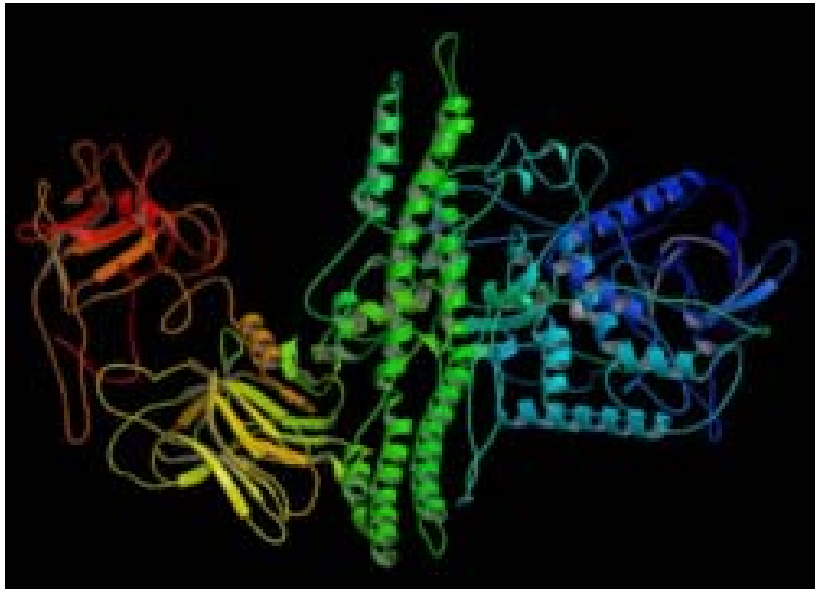


# *Nervengifte*

*Besonderer Schwerpunkt : Nervengifte der Schlangen*



**Jahresarbeit**

**Von**

**Sara – Kristin Ziegler**

Fach :	Biologie
Fachlehrer :	Herr Schmidt
Schule :	Freiherr – vom – Stein Schule
Ort:	Epterode
Datum:	12. April 2007

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort..... Seite 3

## 1. Allgemeines zu Nervengiften

1.1. Was sind Nervengifte..... Seite 4

1.2. Wo und wie wirken Nervengifte..... Seite 5

1.3. Aufbau von Nervengiften..... Seite 8

## 2. Verwendung von Nervengiften

2.1 In welchen Bereichen werden Nervengifte benutzt..... Seite 9

2.2 Nervengifte im Alltag..... Seite 10

2.3. Medizinische Verwendung von Nervengiften..... Seite 11

## 3. Besondere Nervengifte

3.1. Botulinumtoxin..... Seite 12

3.2. Nervenkampfstoffe..... Seite 14

## 4. Allgemeines zu Giftschlangen

4.1. Was sind Giftschlangen..... Seite 16

4.2. Medizinischer Einsatz von Schlangengift..... Seite 18

## 5. Nervengifte am Beispiel von Schlangengift

5.1. Schlangengift..... Seite 19

5.1.2 Neurotoxisch wirkendes Schlangengift.....Seite 21

## 6. Beispiele von Schlangen mit neurotoxisch wirkendem Gift

6.1. Kraits.....	Seite 22
6.2. Inlandtaipan.....	Seite 23
6.3. Seeschlangen.....	Seite 24
Nachwort.....	Seite 26
Glossar.....	Seite 27
Quellenverzeichnis.....	Seite 30
Dokumentation.....	Seite 32
Erklärung.....	Seite 33
Anhang.....	Seite 34

## Vorwort

Meine Jahresarbeit schreibe ich im Fach Biologie, da es mein Leistungskurs ist und ich mich sehr dafür interessiere. Ich habe für meine Jahresarbeit das Thema „Nervengifte“ ausgewählt und dabei einen besonderen Schwerpunkt auf die Nervengifte von Schlangen gelegt. Ich habe dieses Thema ausgewählt, da ich Nervengifte schon immer sehr interessant fand, aber immer nur oberflächlich etwas über sie wusste. Durch meine Jahresarbeit möchte ich mehr Wissen über diese interessante Thematik erlangen. Den Schwerpunkt meiner Jahresarbeit habe ich, wie schon gesagt, auf Schlangengifte gelegt. Mich interessieren und faszinieren Tiere schon mein Leben lang und ich nutze mit meiner Jahresarbeit die Gelegenheit mehr über Schlangen zu erfahren, die meiner Meinung nach sehr besondere und faszinierende Tiere sind.

Die meisten Menschen werden wahrscheinlich schon etwas von Nervengiften gehört haben, sei es von der medizinischen Seite aus, oder von Nervengiften als Waffe. Ich vermute aber trotzdem, dass sie nicht sehr viel über Nervengifte wissen. Daher erkläre ich zu Anfang ein paar allgemeine Dinge über sie und gehe später ins Detail.

Nun noch eine kleine Anmerkung von mir, alle Wörter in meiner Arbeit, die fett gedruckt sind, werden im Glossar erläutert.

Ich wünsche nun viel Freude beim Lesen meiner Jahresarbeit und hoffe, dass ich Ihnen über die Nervengifte etwas Interessantes und Neues näher bringen kann.

# 1 Allgemeines zu Nervengiften

## 1.1. Was sind Nervengifte?

Nervengifte, oder auch **Neurotoxine**, wirken auf die Nervenzellen und das Nervengewebe. Bei Tieren werden Nervengifte meist zur Verteidigung, zur Beutejagd und zur Verdauung eingesetzt. Die meisten Nervengifte sind chemisch hergestellt oder chemischen Ursprungs. Es gibt nur ein paar Ausnahmen, wie zum Beispiel Ultraschallstrahlungen, die ebenfalls das Nervensystem stören können.

Normalerweise sind Nervengifte so genannte „**exogene Toxine**“, das heißt, dass sie aus der Umwelt stammen und sie erst vom Körper aufgenommen werden müssen und nicht im Körper selbst entstehen. Nervengifte sind normalerweise Feststoffe oder Flüssigkeiten, wie Alkohol, Nikotin oder Metalle. Allerdings gibt es auch einige gasförmige Nervengifte. Einige Nervengifte stammen nicht aus der Umwelt, sondern werden von unserem Körper selbst hergestellt. Diese Nervengifte werden endogene Toxine genannt. Eines dieser **endogenen Toxine** ist Glutamat.<sup>1</sup> Glutamat ist der wichtigste **Neurotransmitter** im Körper von Wirbeltieren. Er kommt nur im Gehirn vor und es gilt als muskelaufbauend.<sup>2</sup> Das Gefährliche an Glutamat und damit der Grund für die Einstufung als Nervengift ist, dass die Zellen bei zu viel vorhandenem Glutamat mit **Apoptose**, also dem programmierten Zelltod, reagieren.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Nervengift> ; 06.04.2007

<sup>2</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Glutamins%C3%A4ure> ; 06.04.2007

## 1.2. Wo und wie wirken Nervengifte?

Nervengifte wirken, wie der Name schon sagt, auf das Nervensystem. Das menschliche Nervensystem besteht aus einem Netz von Nervenzellen, den **Neuronen**. Das Nervensystem hat die Aufgabe Informationen und Befehle des zentralen Nervensystems an das **periphere Nervensystem** weiter zu leiten.<sup>1</sup> Als **zentrales Nervensystem** bezeichnet man das Gehirn und das Rückenmark. Es ist durch Knochen und die **Blut – Hirn – Schranke** geschützt. Die genaue Bedeutung und Funktionsweise der Blut – Hirn – Schranke wird im Anhang erklärt. Das periphere Nervensystem besteht aus Fortsätzen der motorischen oder sensiblen Neuronen des zentralen Nervensystems. Man kann dieses noch in somatisches Nervensystem und autonomes Nervensystem unterteilen.<sup>2</sup>

Für die Wirkung von Nervengiften sind die **Synapsen** sehr wichtig. Eine Synapse ist die Verbindungsstelle zwischen zwei Neuronen. Durch die Neuronen können Informationen ausgetauscht oder weitergegeben werden. Sie besteht aus den **Axonen** und **Dendriten** des Neurons. Diese können an andere Neuronen „andocken“. Dabei vergrößern die Dendriten die Oberfläche des Neurons zu dem Zellkörper, dem Erregungsempfänger. Die Dendriten sind also für den Empfang der Informationen anderer Neuronen zuständig und die Axone sind zum Senden von Informationen da.<sup>3</sup>

Zwischen zwei Nervenzellen liegt ein Spalt, der so genannte **synaptische Spalt**. Damit die Informationen weiter gegeben werden können, muss die präsynaptische Faser einen Neurotransmitter in den synaptischen Spalt abgeben. Der erste bekannte Transmitter war **Acetylcholin**. Heute kennt man allerdings schon über 100 verschiedene Transmitter. Die Informationsübertragung funktioniert nur, wenn auf der anderen Seite, der postsynaptischen Membran, genug freie **Rezeptoren** vorhanden sind. Wenn der Neurotransmitter sich an diese Rezeptoren bindet, kommt es zu einer Erregung der Nerven und die Übertragung ist beendet. Nun müssen die **Rezeptoren** möglichst schnell wieder frei werden, damit eine neue Impulsübertragung stattfinden kann. Der Neurotransmitter muss den Rezeptor wieder verlassen, was mit Hilfe der Acetylcholinesesterase geschieht. Sie baut das Acetylcholin innerhalb von Millisekunden zu **Acetat** und **Cholin** ab und der Rezeptor ist somit wieder frei gegeben.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> [www.medizinfo.de/kopfundseele/multiplesklerose/mnervensystem.htm](http://www.medizinfo.de/kopfundseele/multiplesklerose/mnervensystem.htm) ; 05.04.2007

<sup>2</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Peripheres\\_Nervensystem](http://de.wikipedia.org/wiki/Peripheres_Nervensystem) ; 04.04.2007

<sup>3</sup> [www.neuro24.de/synapse.htm](http://www.neuro24.de/synapse.htm) ; 06.04.2007

<sup>4</sup> [http://www.staff.uni-marburg.de/~gvw/texte.mix/chemie\\_kampfstoffe.html](http://www.staff.uni-marburg.de/~gvw/texte.mix/chemie_kampfstoffe.html) ; 07.04.2007

Die Acetylcholinesterase verhindert auch, dass das Acetylcholin nicht selbst als Nervengift wirkt, indem es eine dauerhafte Reizung der Muskelzellen, durch Abbau von Acetylcholin in seine einzelnen Stoffe, verhindert.

Die meisten Nervengifte beinhalten Stoffe, die diese Transmitter hemmen und so dass keine Informationsübertragung zwischen den Nervenzellen stattfindet. Allerdings kann man keine einheitliche Wirkung von Nervengiften festlegen, da sie zwar alle ähnlich, aber nicht genau gleich wirken.<sup>5</sup>

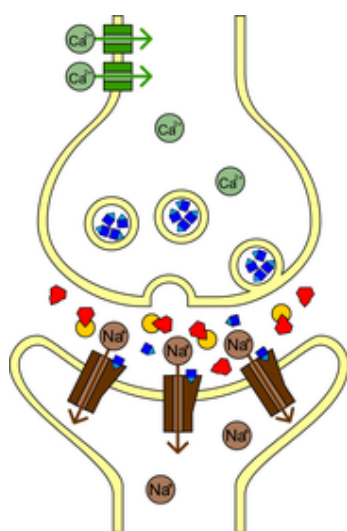
Einige mögliche Arten der Wirkung eines Nervengifts sieht man hier:

- Transmitterfreisetzung wird blockiert
- Hemmung der Transmitterproduktion
- Reaktion mit Transmitter im Spalt → Transmitter wirkt nicht
- Konkurrenz mit Transmitter um Rezeptor
- Hemmung des Spaltungsenzyms<sup>6</sup>

Eine weitere Wirkungsmöglichkeit von Nervengiften kann man am Beispiel des Sarins sehen.

Dieses Nervengift gelangt durch die Atemwege oder die Haut in den Körper. Im Körper hemmt es jedoch nicht die Ausschüttung des Transmitters, sondern Sarin setzt sich an das Enzym **Acetylcholinesterase**. Dieses Enzym ist zum Abbau von Acetylcholin zuständig. Wenn dieses gehemmt wird, kommt es zu einer übermäßigen Konzentration von Acetylcholin und somit zu einer dauerhaften Reizung der Nerven.

Auf dem abgebildeten Schema sieht man diesen Wirkmechanismus:<sup>7</sup>



7

Beispiel der Wirkungsweise eines Nervengifts!

Nervengift = rot

Acetylcholinesterase = gelb

Neurotransmitter = blau

<sup>5</sup> <http://www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/Biologie/BKfH/nerven.htm> ; 30.01.2007

<sup>6</sup> Übernommen aus : <http://www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/Biologie/BKfH/nerven.htm> ; 30.01.2007

<sup>7</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Sarin> ; 05.04.2007

Die Wirkung von Nervengiften hängt jedoch noch von einigen anderen Faktoren ab. Es ist entscheidend, ob der vergiftete Körper schon durch andere Ursachen geschwächt ist. Außerdem muss man die Dosis, die Einwirkungsart, die Einwirkungshäufigkeit und die Einwirkungsgesamtzeit betrachten.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup><http://www.referate10.com/referate/Biographien/18/Nervengifte-reon.php> ; 06.04.2007



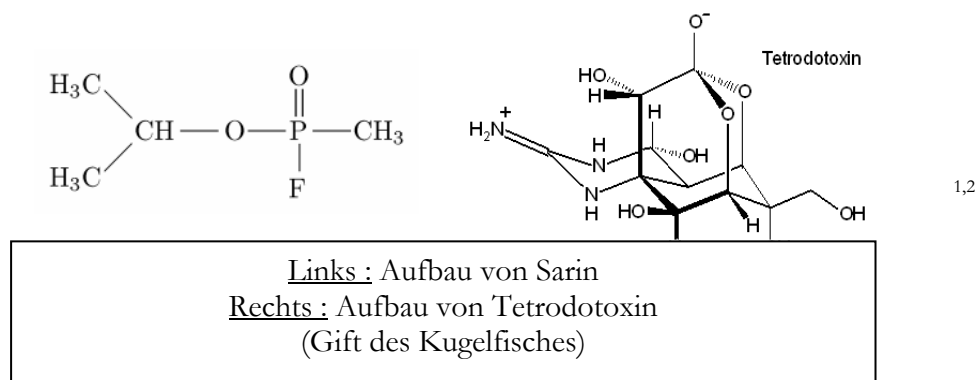
### 1.3. Aufbau von Nervengiften

Es ist schwer einen einheitlichen Aufbau für Nervengifte zu finden, denn es gibt sehr viele neurotoxisch wirkende Substanzen, die als Nervengift bezeichnet werden. Allerdings haben alle diese Stoffe einen unterschiedlichen Aufbau. Zuerst sollte man zwischen chemisch hergestellten Nervengiften und natürlich hergestellten Nervengiften unterscheiden.

Einige chemisch hergestellte Nervengifte sind Ester. Sie bestehen somit immer aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Oft beinhalten chemische Nervengifte Phosphor, wie zum Beispiel Tabun, E605 und Sarin. Diese vier Stoffe sind Hauptbestandteil der meisten chemischen Nervengifte. Bei den natürlichen Nervengiften ist das komplizierter. Ein großes Problem ist, dass es sehr viele natürliche Nervengifte gibt, die fast alle einen anderen Aufbau haben.

Das einzige, was man generell über alle Nervengifte sagen kann ist, dass es Stoffe sein müssen, die die Fähigkeit besitzen in das Nervensystem einzudringen und es auf bestimmte Art zu schädigen. Dafür müssen die Nervengifte beispielsweise einen Stoff beinhalten oder das Nervengift muss ein Stoff sein, welcher sich an die Acetylcholinesterase heftet und sie hemmen kann. Oder sie müssen der Acetylcholineserase so ähnlich sein, dass sie sich an Stelle von Acetylcholinesterase an den Rezeptor heften können.

Man kann Nervengifte nicht nach einem bestimmten Aufbau einteilen. Nervengifte müssen nur bestimmte Eigenschaften haben, können aber sehr unterschiedlich aufgebaut sein. Um das noch einmal deutlich zu zeigen sieht man auf den folgenden Abbildungen den Aufbau von zwei Nervengiften, der sehr unterschiedlich ist. Sie beinhalten zwar ähnliche Stoffe, aber der Aufbau des Tetrodotoxins ist viel komplexer als der eher einfache Aufbau des Esters Sarin.



<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Sarin> ; 05.04.2007

<sup>2</sup> <http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Gifte/Tetrodotoxin.htm> ; 05.04.2007

## **2 Verwendung von Nervengiften**

### **2.1 In welchen Bereichen werden Nervengifte benutzt**

Nervengifte finden ihre Anwendung in sehr vielen Bereichen. Die Anwendungen gehen vom Genussmittel Nikotin bis zum Insektizid E605. Bei natürlich produziertem Gift von Pflanzen und Tieren liegt die Anwendung hauptsächlich bei der Jagd, der Verteidigung und der Verdauung. Allerdings kann das Gift aus Tieren und Pflanzen auch dem Menschen dienen. Das Botulinumtoxin beispielsweise, welches ich später noch genauer vorstelle, stammt aus einem Bakterium. Auch das Nicotin stammt aus einer Pflanze und wird vom Menschen als Genussmittel verwendet.

Viele Nervengifte werden als Waffen eingesetzt, wie die Nervenkampfstoffe. In der Industrie und in der Medizin und in der Industrie sind Nervengifte auch sehr wichtig. Einige in der Industrie genutzte Nervengifte sind zum Beispiel Blei oder andere Schwermetalle. In der Medizin werden einige Nervengifte verwendet, worauf ich aber im nächsten Unterpunkt genauer eingehe. Nervengifte kann man also nicht in einen gewissen Bereich einteilen. Das liegt hauptsächlich auch daran, dass sehr viele Stoffe neurotoxisch wirken können und somit zu den Nervengiften zählen.

## 2.2. Nervengifte im Alltag

Die meisten Menschen haben, ohne es zu wissen, täglich mit Nervengiften zu tun. Das liegt daran, dass schon die alltäglichsten Stoffe eine **neurotoxische Wirkung** haben können. Zu diesen Nervengiften zählen auch Alkohol und Nikotin. Beide Stoffe haben in gewissen Dosen eine neurotoxische Wirkung auf den menschlichen Körper. Alkohol hat sogar schon in sehr geringen Mengen, schon bei 0,3 l Bier, solch eine Wirkung.<sup>1</sup> Nikotin wirkt ,wie alle anderen Nervengifte auf die Synapsen. Dort hat es die gleiche Wirkung wie der Neurotransmitter Acetylcholin. Das heißt, eigentlich hat Nikotin eine positive Wirkung, da es wie Acetylcholin die Weitergabe von Informationen zwischen den Nervenenden zur Folge hat. Das Problem, was auch die neurotoxische Wirkung bei Nikotin ausmacht, ist dass Nikotin nicht von der Acetylcholinesterase abgebaut werden kann. Somit kommt es zur dauerhaften Stimulation. Bei Nikotin liegt die zum Tode führende Dosis bei 1 mg / kg Körpergewicht.<sup>2</sup> Zum Vergleich, eine Zigarette beinhaltet 0,8 – 3 mg Nikotin, was sich dann allerdings auf das gesamte Körpergewicht verteilt.

Ein weiterer Stoff, der neurotoxisch wirkt, ist E 605. Auf den ersten Blick ist dieser Stoff eher unbekannt. E 605 wird als Insektizid verwendet und man kann es somit zu alltäglichen Stoffen zählen. E 605 ist eine flüssige organische Phosphorverbindung und zählt zu den **Estern**. Es kann eine stabile Verbindung mit der Acetylcholinesterase bilden und diese somit hemmen. Dadurch kann das Acetylcholin nicht mehr abgebaut werden und es kommt zu einer zu hohen Konzentration dieser Moleküle. Die Folge davon sind Krämpfe. Das Gefährliche an E 605 ist, dass dieser Vorgang **irreversibel** ist, also nicht mehr rückgängig zu machen ist.<sup>2</sup> Seit Januar 2002 ist der Verkauf und der Besitz von E 605 verboten worden, da es zu viele Missbräuche gab.

---

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Alkohol#Giftigkeit> ; 06.04.2007

<sup>2</sup> <http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Claudia/seiten/gifte1.html> ; 06.04.2007

### 2.3. Medizinische Verwendung von Nervengiften

Nervengift spielt heute eine wichtige Rolle in der Medizin. Nervengifte können bei den verschiedensten Krankheiten eingesetzt werden. Eine davon ist Alzheimer. Bei dieser Krankheit wird das zentrale Nervensystem geschädigt. Die Folge daraus ist, dass zu wenig Acetylcholin produziert werden kann und somit die Übertragung von Befehlen des Gehirns zu den Muskelzellen nicht stattfinden kann. Das wenige Acetylcholin, welches noch produziert wird, wird von der Acetylcholinesesterase in seine Einzelteile aufgespalten. Normalerweise ist diese Reaktion auch gut und notwendig, damit die Nervenzellen nicht dauerhaft erregt werden, da aber nur so wenig Acetylcholin da ist, ist es schlecht wenn diese kleine Menge aufgespalten wird. Bestimmte Nervengifte können die Acetylcholinesesterase hemmen und genau das haben sich Forscher zu Nutze gemacht und haben diese Nervengifte in Medikamente eingebaut. Das funktioniert nur, da man heute genau weiß, in welchen Dosen man Nervengifte in den menschlichen Körper injizieren kann, ohne dass sie Schaden anrichten.<sup>1</sup>

Ein weiterer Anwendungsbereich ist die plastische Chirurgie. Dort wird Botulinumtoxin eingesetzt um beispielsweise Falten zu unterspritzen. Dieses Nervengift und seine medizinischen Einsatzgebiete erkläre ich später noch genauer.

In der Medizin sind Nervengifte zur Herstellung von **Antidota** wichtig. Denn nur, wenn man das Nervengift selbst genau erforscht, kann ein Gegengift hergestellt werden.

Es sind jedoch noch nicht alle Einsatzmöglichkeiten von Nervengiften in der Medizin erforscht. Nervengift als Medikament ist also noch mitten in der Forschung.

Ein Beispiel dafür liefert eine amerikanische Universität. Sie testen, ob das Nervengift der im Meer lebenden Kegelschnecken zur Linderung von chronischen Nervenschmerzen eingesetzt werden kann. Getestet wurde diese Hypothese bislang nur an Tieren, wobei sich aber Erfolge feststellen ließen.<sup>2</sup>

Nervengifte können vermutlich in der Zukunft noch häufiger in der Medizin eingesetzt werden, momentan werden sie jedoch noch erforscht und es wird sich erst heraus stellen in welchen Anwendungsgebieten Nervengifte noch verwendet werden können.

---

<sup>1</sup> <http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/alzheimer/acetylcholinesesterase-hemmer.xml> ; 29.01.07

<sup>2</sup><http://www.faz.net/s/Rub7F74ED2FDF2B439794CC2D664921E7FF/Doc~E404F3882B7934ED993D4AF69C81DCC42~ATpl~Ecommon~Scontent.html> ; 05.04.2007

### 3. Besondere Nervengifte

#### 3.1. Botulinumtoxin

Botulinumtoxin gehört zu den bekanntesten Nervengiften. Man kennt es jedoch besser unter dem Namen Botox. Auf Grund seines Bekanntheitsgrades habe ich mich dafür entschieden dieses Nervengift als Beispiel etwas genauer vorzustellen.<sup>1</sup>

Botulinumtoxin ist das gefährlichste bekannte Gift. Die tödliche Dosis für einen Menschen beträgt 0,000003 mg. Der Tod folgt bei diesem Nervengift durch Lähmung der Atemmuskulatur.<sup>2</sup>

Botulinumtoxin ist ein natürliches Nervengift, das heißt, dass es nicht chemisch hergestellt wird. Es wird von den Bakterien **Clostridium botulinum** ausgeschieden. Allerdings bildet das Bakterium nur unter gewissen Bedingungen sein Nervengift. Die durch die Einnahme von Botulinumtoxin hervor gerufene Vergiftung nennt man Botulismus. Diese Vergiftung wird meist durch verdorbene Nahrungsmittel aufgenommen, auf denen sich das Bakterium gebildet hat. Heutzutage ist diese Vergiftung jedoch sehr selten geworden.

Zu medizinischen Zwecken wurde Botulinumtoxin erstmals 1979 verwendet, damals zur Behandlung von Schielerkrankungen. Heute wird Botox zur Bekämpfung von Bewegungsstörungen, so genannten **Dystonien**, bei Schielen, Lidkrämpfen, bestimmten spastischen Syndromen, zur Schmerztherapie und zur Behandlung von **Parkinson** verwendet. Am bekanntesten ist jedoch die Verwendung von Botox in der plastischen Chirurgie. Dort wird es zur Behandlung von Falten verwendet.<sup>3</sup>

Das Wirkprinzip von Botulinumtoxin ist genauso, wie bei den meisten Nervengiften ist. Es wirkt an der **neuromuskulären Endplatte**. Dort bewirkt sie, wie in Kapitel 1.3. schon erklärt, dass der Transmitter Acetylcholin nicht mehr ausgeschüttet wird und somit die Weitergabe von Informationen nicht mehr stattfinden kann. In diesem Fall wird ein Muskel geschwächt. Diese Wirkung ist jedoch **reversibel** und hält nur etwa 8 – 10 Wochen.<sup>1</sup>

Botulinumtoxin wird allerdings nicht nur zu medizinischen Zwecken verwendet. Da es ein so starkes Gift ist, wird es auch beim Militär angewendet. Dort wird es als **Biowaffe** benutzt. Botulinumtoxin ist als Kampfstoff so wirksam, da es für den Moment viel Schaden anrichtet, aber nicht von langer Dauer ist. Gemeint ist damit, dass Botulinumtoxin an der Luft ziemlich schnell in unschädliche Stoffe umgewandelt wird.

---

<sup>1</sup>[http://www.charite.de/ch/neuro/klinik/patienten/ag\\_bewegungsstoerungen/index/info/Botulinum\\_Neurotoxin/Botulinum\\_Neurotoxin.htm](http://www.charite.de/ch/neuro/klinik/patienten/ag_bewegungsstoerungen/index/info/Botulinum_Neurotoxin/Botulinum_Neurotoxin.htm) ; 06.04.2007

<sup>2</sup>„Taschenatlas der Pharmakologie“ – Heinz Lüllmann ; S.186

<sup>3</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Botulinumtoxin> ; 06.04.2007

Somit werden Gebiete, in denen es verwendet wurde, sehr schnell wieder gefahrlos. Da Botulinumtoxin so gefährlich ist, gibt es bestimmte Kriegswaffenkontrollgesetze, durch die es Terroristen schwerer gemacht werden soll, an den Stoff heran zu kommen. Es gibt unabhängig von diesen Gesetzen sowieso zwei Gründe, warum Botulinumtoxin nicht oft als Biowaffe eingesetzt wird. Die Gründe sind, dass die Herstellung dieses Nervengifts sehr kostspielig und zeitaufwändig ist.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Botulinumtoxin> ; 06.04.2007

### 3.2. Nervenkampfstoffe

Begonnen hat die Verwendung von chemischen Kampfstoffen im ersten Weltkrieg, wo zum ersten Mal Chlorgas eingesetzt wurde. Chlorgas hat allerdings keine neurotoxische Wirkung. Die Entwicklung von Nervenkampfstoffen begann 1937. Damals fand man heraus, dass einige organische Phosphorverbindungen auf die Acetylcholinesterase wirken und diese hemmen können.

Nervenkampfstoffe können auf drei verschiedene Arten den Prozess der Informationsübertragung im Nervensystem stören :

- 1) Hemmung der Freisetzung des Neurotransmitters
- 2) Blockieren der Rezeptoren
- 3) Blockieren der Neurotransmitter abbauenden Enzyme (wie Acetylcholinesterase) <sup>1</sup>

Unter Nervenkampfstoffen werden Nervengifte gezählt, die als Waffen eingesetzt werden. Zu den bekanntesten Nervenkampfstoffen zählen Sarin, Tabun, Soman und VX.

Sarin wurde 1938 zufällig entdeckt. Es wurde beim Golfkrieg vom Irak gegen den Iran eingesetzt und ebenfalls vom Irak 1988 gegen die Kurden. Auch bei terroristischen Anschlägen in Tokio wurde Sarin schon verwendet.<sup>2</sup>

Tabun ist ein flüssiger Phosphorsäureester. Er wurde im zweiten Weltkrieg in deutsche Bomben und Granaten gefüllt, jedoch nie benutzt.<sup>3</sup>

Soman ist chemisch mit Sarin verwandt und zerfällt an der Luft. Von den drei genannten Nervenkampfstoffen ist Soman der giftigste.<sup>4</sup>

Der letzte der vier bekanntesten Nervenkampfstoffe, ist VX. VX wurde durch den Film „The Rock – Fels der Entscheidung“ sehr bekannt. In dem Film soll ein Angriff mit VX – Raketen durchgeführt werden.<sup>5</sup>

Die Wirkung der vier genannten Nervenkampfstoffe ist sehr ähnlich. Sie blockieren alle die Acetylcholinesterase an den Synapsen.

---

<sup>1</sup> [http://www.staff.uni-marburg.de/~gvw/texte.mix/chemie\\_kampfstoffe.html](http://www.staff.uni-marburg.de/~gvw/texte.mix/chemie_kampfstoffe.html) ; 07.04.2007

<sup>2</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Sarin> ; 05.04.2007

<sup>3</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Tabun> ; 05.04.2007

<sup>4</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Soman> ; 05.04.2007

<sup>5</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/VX> ; 05.04.2007

Dadurch kann Acetylcholin nicht mehr abgebaut werden und eine zu hohe Konzentration von Acetylcholin an den Muskelzellen ist die Folge. Dadurch entsteht eine dauerhafte Reizung der Muskelzellen. Die schlimmste Folge ist Atemlähmung, die dann zum Tod führt.<sup>2</sup>

In der folgenden Aufzählung sieht man einige Anschläge mit dem Nervenkampfstoff Sarin. Es ist deutlich zu erkennen, welche verheerenden Folgen solche Anschläge haben :

- 25. August 1988 – Irak setzt Sarin gegen das Dorf Birjinni ein
- Juni 1994 - Ōmu Shinrikyō-Sekte setzt Sarin bei einem Anschlag in Zentral – Japan ein.  
→ 7 Menschen getötet ; 200 weitere verletzt
- Juni 1994 - Ōmu Shinrikyō-Sekte verübt Anschlag mit Sarin auf 3 Richter → überlebten den Anschlag, erkrankten aber schwer
- 20. März 1995 - Ōmu Shinrikyō-Sekte setzt kleine Mengen Sarin in der U – Bahn von Tokyo frei. → 12 Menschen getötet ; 5500 werden verletzt <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Sarin> ; 05.04.2007

<sup>2</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Tabun> ; 05.04.2007



## 4. Allgemeines zu Giftschlangen

### 4.1. Was sind Giftschlangen?

Die Giftschlangen zählen zu den Kriechtieren. In dieser Gruppe sind sie eine der wenigen Tiere, die giftig sind. Sie kommen auf allen Kontinenten der Erde vor, sind jedoch in den Tropen, den Subtropen und in den gemäßigten Zonen am meisten verbreitet.<sup>1</sup> Die giftigste auf dem Land lebende Schlange ist der Inlandtaipan. Er lebt, genauso wie die ebenfalls sehr giftige Braunschlange, in Australien. Australien ist das Land, in dem die giftigsten Schlangen der Welt zu finden sind. Die höchste Giftschlangendichte hat jedoch die Insel Queimada Grande vor Brasilien.<sup>2</sup>

Einige Regionen der Erde sind komplett frei von Giftschlangen. Dazu gehören Madagaskar, die kanarischen Inseln und in Europa alle Regionen nördlich des Polarkreises und auch Irland, Island, die Balearen, Korsika, Kreta und Sardinien. Auch in der Karibik und im Atlantik leben keine Giftschlangen. Sehr interessant ist auch, dass Neuseeland frei von Giftschlangen ist, obwohl fast alle der gefährlichsten Giftschlangen im benachbarten Australien leben. Es existieren heute etwa 2700 verschiedene Schlangenarten, davon sind jedoch nur ein Fünftel Giftschlangen.<sup>3</sup>

Giftschlangen werden in 6 große Familien unterteilt :

1. Elapidae (Giftnattern, Kobras)
2. Hydrophiidae (Seeschlangen)
3. Viperidae (Vipern)
4. Crotalidae (Klapperschlangen, Grubenottern)
5. Atractaspididae (Trugnattern)
6. Colubridae (Nattern)

Schlangen verwenden ihr Gift für verschiedene Zwecke. Sie benutzen das Gift zur Erlegung der Beute, zur Verdauung der unzerkleinerten Beute und zur Verteidigung.<sup>1</sup> Die Verdauungswirkung der Schlangengifte sieht man noch mal auf einem Foto im Anhang.

Die meisten Giftschlangen sind Menschen gegenüber nicht aggressiv so lange man sie nicht reizt. Trotzdem sterben jährlich etwa 125.000 Menschen durch einen Schlangenbiss. Damit gehören die Schlangen zu den gefährlicheren Tieren für Menschen.

---

<sup>1</sup> „Gifftiere und ihre Waffen“ – Gerhard G. Habermehl S. 145 ff

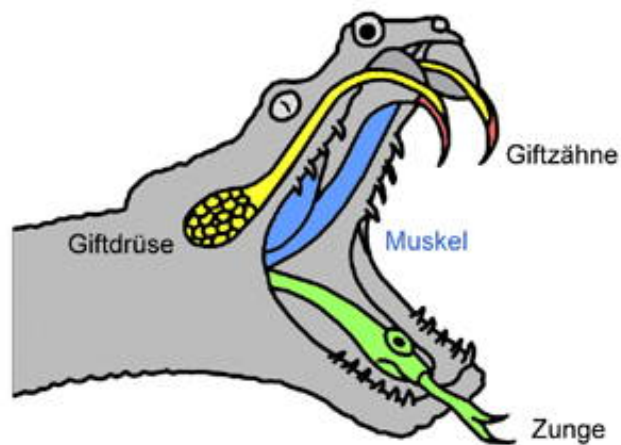
<sup>2</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Schlangengift> ; 29.01.2007

<sup>3</sup> „Gifftiere“ – Dietrich Mebs S. 184

Die genannten Verwendungszwecke des Giftes kann man bei den Schlangenbissen sogar erkennen. Das heißt, dass man einen Verteidigungsbiss meist problemlos von einem Jagdbiss unterscheiden kann. Das liegt daran, dass eine Schlange bei einem Jagdbiss viel mehr Gift abgibt als bei einem Verteidigungsbiss.<sup>1</sup>

Das Gebiss der Schlangen unterscheidet sich von Art zu Art. Drei verschiedene Arten von Schlangengebissen sieht man im Anhang. Zu diesem gehört der so genannte „vollständige Giftapparat“, den alle Giftschlangen besitzen. Dieser Giftapparat besteht aus Zähnen, Giftdrüsen und speziellen Kanälen besteht. Von den Giftdrüsen aus wird das Gift über diese speziellen Gänge in die Giftzähne geleitet :<sup>1</sup>

### Giftapparat einer Giftschlange



4

---

<sup>1</sup> „Gifftiere und ihre Waffen“ – Gerhard G. Habermehl S. 145 ff

#### 4.4. Medizinischer Einsatz von Schlangengift

Das Gift von Schlangen war schon vor sehr langer Zeit Bestandteil der Medizin. Ihr Gift oder die Schlangen selbst wurden gegen verschiedene Krankheiten eingesetzt. Es wurde jedoch auch zum Erlangen von Schönheit, Potenz und Vitalität verwendet. Damals war es üblich das Fleisch der Schlangen zu essen oder alkoholisierte Schlangensextrakte zu trinken, wobei man die Wirkung solcher Riten nicht belegen konnte. Trotzdem glauben noch heute Menschen an die Wirkung solcher „Schlangenprodukte“. Besonders in Asien sind diese Rituale noch heute populär, was einen hohen Schaden für verschiedene Schlangenarten zur Folge hat.<sup>1</sup>

Die Schlangengifte haben, wie nach langer Forschung herausgefunden wurde, nicht nur negative Wirkungen auf den menschlichen Körper und finden Anwendung in der Medizin. Allerdings geschieht dies unter anderen Voraussetzungen als bei der historischen Art der Anwendung. Wenn Schlangengifte in der richtigen Dosierung dem Körper zugeführt werden, können sie verschiedene Krankheiten lindern.

Eine medizinische Verwendung finden die Schlangengifte in drei großen Bereichen:

1. In der Schulmedizin
2. In der **Homöopathie**
3. In der **Hämatologie**

In der Schulmedizin finden die Gifte Anwendung bei Bluthochdruck, bei Störungen des Gerinnungssystems und natürlich auch bei der Herstellung von **Antidota**. Die Homöopathie benutzt Schlangengifte zur Schmerzbehandlung. Die Schlangengifte finden ihre Anwendung in der Hämatologie auf dem Gebiet der Blutgerinnung.<sup>1</sup> Die Gifte enthalten gewisse Enzyme, beispielsweise **Ancrod** und **Batroxobin**, welche **Fibrinogen** spalten. Fibrinogen ist die Vorstufe des **Fibrins**, welches in der Blutgerinnung eine wichtige Rolle spielt. Fibrin ist ein Protein, welches zur Wundheilung beiträgt, da es **polymerisiert** und somit die Wunde verschließt. Eingesetzt werden diese Stoffe bei chronischen Durchblutungsstörungen, wie zum Beispiel bei Verschlüssen in den Arterien. Die Durchblutung des Körpers wird dann gesenkt um somit die **Blutviskosität** wieder herzustellen.<sup>2</sup>

Schlangengifte werden auch indirekt in der Medizin eingesetzt. Das heißt, dass es nicht direkt als Medikament verwendet wird, sondern der Forschung dient. Dabei hilft das Gift physiologische Vorgänge zu verstehen und dadurch neue Wirkstoffe zu entdecken.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Schlangengift> ; 29.01.07

<sup>2</sup> „Toxikologie“ – Wolfgang Dekant S. 256

## 5. Nervengifte am Beispiel von Schlangengift

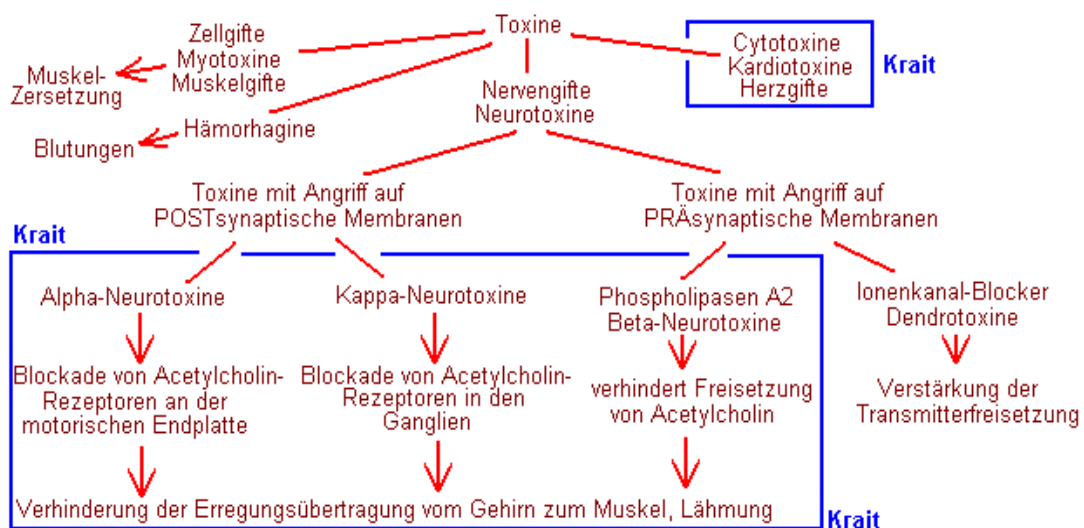
### 5.2. Schlangengift

Schlangengifte können sehr unterschiedliche Wirkungen haben. Nach diesen Wirkungen und nach ihrer chemischen Zusammensetzung kann man die Schlangengifte in einzelne Gruppen einteilen. Diese Einteilung erfolgt in die folgenden 3 Gruppen :

1. **Zytotoxisch**
2. **Neurotoxisch**
3. **Hämotoxisch**

Die zytotoxischen Gifte werden noch in die Unterpunkte Hämorrhagisch, Cytolyse, Myotoxisch und **Cardiotoxisch** aufgeteilt. Oft kann man das Gift einer Schlange den aufgeführten Gruppen nicht problemlos zuordnen, da die Gifte meist mehr als nur eine Wirkung haben.<sup>1</sup>

Die genaue Einteilung der Gifte sieht man in der folgenden Abbildung :

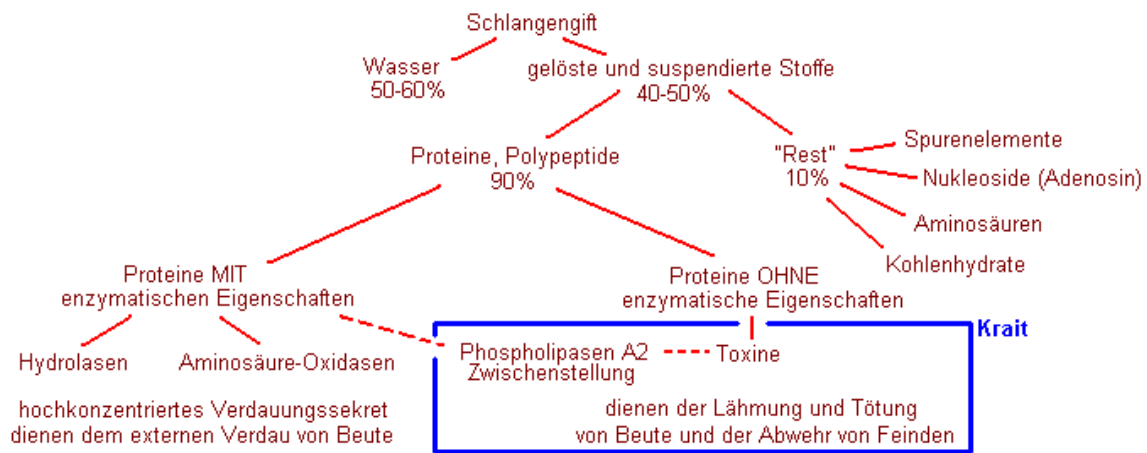


Einteilung von Schlangengiften nach den einzelnen Wirkungen mit Beispiel des Kraits

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Schlangengift> ; 29.01.07

<sup>2</sup> <http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Gifte/Bungarotoxine.htm> ; 29.01.07

Schlangengifte bestehen zum größten Teil aus Proteinen. Der Rest sind **Enzyme** und andere Stoffe.<sup>1</sup> In der unteren Abbildung kann man sehen, woraus Schlangengifte genau bestehen:



Bestandteile des Schlangengifts am Beispiel des Kraits.

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Schlangengift> ; 29.01.07

<sup>2</sup> <http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Gifte/Bungarotoxine.htm> ; 29.01.07

### 5.2.1. Neurotoxisch wirkendes Schlangengift

Neurotoxisch wirkendes Schlangengift ist das Wirksamste aller Schlangengifte und vor allem für deren Jagd sehr effektiv. Die meisten Schlangen mit neurotoxisch wirkendem Gift gehören zur Familie der Elapide.

Die Neurotoxine von Schlangen wirken auf das periphere Nervensystem, also nicht direkt auf das Gehirn, sondern auf die Nervenzellen. Der Grund dafür ist, dass die Proteine der meisten Nervengifte die **Blut – Hirn – Schranke** nicht überwinden können. Man kann die Neurotoxine der Schlangen in zwei Gruppen einteilen:

1. Toxine, die an der **postsynaptischen Membran** wirken
2. Toxine, die an der **präsynaptischen Membran** wirken

Die Toxine, die auf die postsynaptische Membran wirken, greifen die Membran der Muskelzellen an. Diese Toxine blockieren den Rezeptor des Acetylcholins und verhindern somit eine Erregungsübertragung. Sie haben eine sehr hohe Bindungsstärke mit dem Rezeptor, teilweise ist diese sogar irreversibel.

Die Toxine, die an der präsynaptischen Membran wirken, greifen die Nervenmembran der Synapse an. Man unterteilt diese noch mal in neurotoxische Phospholipasen, welche die Freisetzung von Acetylcholin hemmen, und in Toxine, die die Ionenkanäle blockieren und somit die Freisetzung von Acetylcholin fördern. Die Phospholipasen sind hierbei das weitaus stärker wirkende Neurotoxin. Die genaue Wirkung dieser **Phospholipasen** oder hydrolisierenden Enzyme ist jedoch bis heute noch nicht genau erforscht.

Die Neurotoxine der Schlangen lassen sich auch noch in zwei andere Gruppen aufteilen. Es gibt kurzkettige und langkettige Neurotoxine. Die kurzkettigen Neurotoxine bestehen aus 60 – 62 Aminosäuren. Diese sind zu einer Kette verbunden. An vier Stellen sind jeweils zwei Aminosäuren durch **Disulfidbrücken** miteinander verknüpft. Die längerkettigen Neurotoxine bestehen aus 70 – 74 Aminosäuren und haben 5 solcher Disulfidbrücken. Diese Brücken sind zur Stabilisation des Toxins da.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> „Gifftiere“ – Dietrich Mebs S. 187 ff

## 6. Beispiele von Schlangen mit neurotoxisch wirkendem Gift

### 6.1. Kraits

Kraits sind Giftschlangen, die zur Familie der Elapiden gehören. Sie kommen hauptsächlich in Südostasien vor. Bis heute sind 12 verschiedene Arten von Kraits bekannt. Kraits gehören zu den gefährlichen Giftschlangen. Tagsüber sind sie zwar sehr scheu und beißen nicht häufig, aber nachts, wenn sie auf der Jagd sind, sind sie sehr aktiv und beißen schnell zu. In den Regionen, wo Kraits vorkommen werden sie als große Gefahr angesehen. Man erkennt ihre Gefahr auch daran, dass 17 % der Todesfälle durch Schlangenbisse zwei Arten von Kraits zuzuordnen sind.

Die Kraits besitzen ein stark wirkendes Neurotoxin, das Bungarotoxin. Dieses kann man noch mal einteilen in  $\alpha$  – Bungarotoxin und  $\beta$ - Bungarotoxin. Das  $\alpha$  – Bungarotoxin wirkt an der postsynaptischen Membran und das  $\beta$  – Bungarotoxin wirkt an der präsynaptischen Membran.<sup>2</sup> Bei dem Biss eines Kraits kommt es zur Wirkung der im Gift enthaltenen Neurotoxine. Die Gifte blockieren die Informationsübertragung zwischen Gehirn und Muskeln. Dabei kommt es beim Menschen zur Lähmung der Augen und dann zur Lähmung des ganzen Gesichts. Schließlich kommt es zur Lähmung der Atmung und zum Tode. Dieser ganze Prozess erfolgt bei vollem Bewusstsein.<sup>1</sup>



Chinesischer Krait  
(*Bungarus multicinctus*)

---

<sup>1</sup> <http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Gifte/Bungarotoxine.htm>; 29.01.07

<sup>2</sup> „Gifttiere“ – Dietrich Mebs ; S. 223 ff

## 6.2. Inlandtaipan

Der Inlandtaipan besitzt das stärkste Schlangengift der Welt. Er lebt in Australien und er ist entweder orange – braun oder olivfarben. Die Inlandtaipane werden im Durchschnitt 1,70m groß, es gab aber auch schon Exemplare, die fast 2m lang waren. Er ist eher scheu, anders als sein Verwandter der Küstentaipan, der sehr aggressiv ist. Inlandtaipane sind im Gegensatz zu den Kraits tagaktiv.

Der **LD50 - Wert** des Inlandtaipans beträgt 0,025 mg / kg Körpergewicht und ist damit die giftigste Schlange der Welt. Die **Mortalitätsrate** der Gebissenen liegt beim Inlandtaipan bei 100 %, wenn das Gift in die Blutgefäße gelangt. Dann tritt der Tod nach wenigen Sekunden ein. Für diese hohe Letalität sind die im Gift enthaltenen Neurotoxine verantwortlich. Die Giftmenge, die der Inlandtaipan bei einem Biss abgibt, reicht aus um bis zu 170 Menschen oder 250.000 Mäuse zu töten. Bei dem Inlandtaipan kommen kaum Bisse vor, bei denen kein Gift injiziert wird.<sup>1</sup>



Inlandtaipan

---

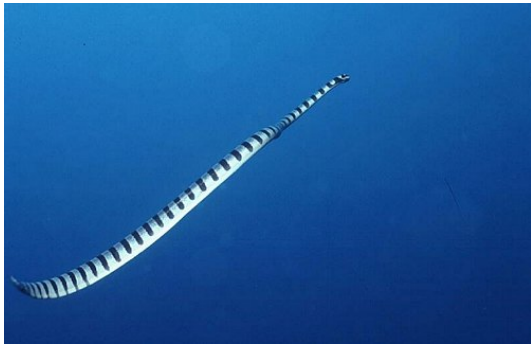
<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Taipan#Inlandtaipan> ; 04.04.2007

<sup>2</sup> Übernommen aus : <http://www.venomsupplies.com/dangeroussnakesofsa/inlandtaipan.html> ; 06.04.2007



### 6.3. Seeschlangen

Seeschlangen sind Meerestiere, die mit nur einer Ausnahme im Salzwasser leben. Sie werden teilweise in eine eigene Familie eingeteilt, den Hydrophiidae, man kann sie aber auch zu den Elapiden zählen. Sie sind eng verwandt mit den Taipanen und bis heute sind 56 verschiedene Arten von Seeschlangen bekannt.



4



3

Zwei verschiedene Arten von  
Seeschlangen

Bei den Seeschlangen erreichen die Weibchen eine deutlich längere Körpergröße als die Männchen und die größten Exemplare können bis zu 2,75 m lang werden.

Seeschlangen kommen hauptsächlich im Pazifik und im Indischen Ozean vor. Sie sind von ihrer Nahrung her oft Spezialisten. Ihre Junge bekommen sie nicht wie die meisten Schlangen durch Eier legen, sondern sie sind lebend gebärend.<sup>1</sup> Sie müssen regelmäßig zum Luftholen an die Meeresoberfläche und leben daher auch meist in Meeresoberflächen – und Küstennähe.<sup>2</sup> Das erkennt man noch mal in einer Karte im Anhang.

Ihr Gift gilt als eines der stärksten Schlangengifte. Trotzdem ist die Mortalitätsrate ziemlich niedrig, was daran liegt, dass nicht bei allen Bissen von Seeschlangen Gift in die Bisswunde eintritt.

Außerdem wird vermutet, dass die Seeschlangen mit ihrem Gift eher sparsam umgehen und somit nicht bei jedem Biss eine tödliche Menge abgeben. Der neurotoxische Anteil im Gift der Seeschlangen wirkt hauptsächlich auf die Atmung und das Herz.

---

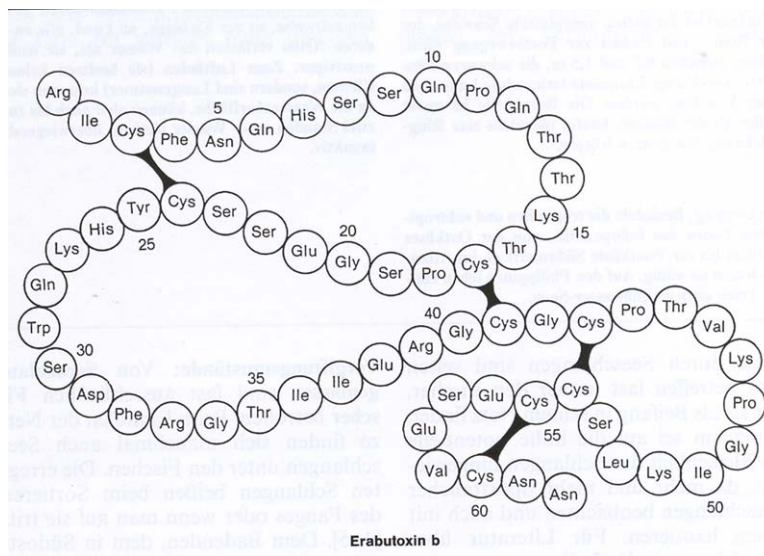
<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Seeschlangen> ; 04.04.2007

<sup>2</sup> <http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/29/0,1872,2058045,00.html> ; 04.04.2007

<sup>3</sup> „Gifttiere“ – Dietrich Mebs ; S. 241 ff

<sup>4</sup> <http://www.dorenbach.ch/meer/giftig/ppages/ppage7.htm> ; 06.04.2007

Das Neurotoxin ist für den Tod durch einen Schlangenbiss dieser Arten verantwortlich, da das Herz und die Atmung gelähmt werden. Der Betroffene hat bis zu seinem Tode, genauso wie bei den Kraits, noch sein volles Bewusstsein.<sup>1</sup> Das Gift der Seeschlangen bestehen meist aus nur wenigen Enzymen und einem hohen Anteil Toxinen. Die Toxine greifen die postsynaptische Membran an und blockieren dann die Acetylcholinrezeptoren der motorischen Endplatte. Sie verhindern somit die Erregungsübertragung, was eine Muskellähmung zur Folge hat. Die Toxine der Seeschlangen können auch in langkettige und kurzkettige Neurotoxine aufgeteilt werden.<sup>3</sup> Auf dem folgenden Bild sieht man ein kurzkettiges Neurotoxin einer Seeschlange:



<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Seeschlangen> ; 04.04.2007

<sup>3</sup> „Gifttiere“ – Dietrich Mebs ; S. 241 ff

## Nachwort

Nachdem ich mich nun lange Zeit mit dem Thema „Nervengiften“ beschäftigt und viel dazu gelernt habe, möchte ich abschließend mein erlangtes Wissen zusammenfassen und meine eigene Meinung zu dem Thema hinzufügen.

Bevor ich meine Arbeit begonnen habe, war mir nicht bewusst wie weitreichend das Thema Nervengifte ist. Im Laufe meiner Jahresarbeit ist mir dann klar geworden, dass Nervengifte in unserem Leben in den unterschiedlichsten Situationen eine Rolle spielen. Es ist erstaunlich, mit wie vielen Nervengiften wir im Alltag zu tun haben. Sogar in der Medizin helfen uns Nervengifte, was man dem Namen nach zuerst nicht vermuten würde. Außerdem ist mir aufgefallen, wie viele Tiere und Pflanzen Nervengifte für ihre Zwecke verwenden können und wie viele dieser Lebewesen Nervengifte selbst produzieren.

Mir wurde auf der anderen Seite auch bewusst, dass Nervengifte sehr gefährlich für den Menschen werden können, wenn die falschen Menschen sie für ihre Zwecke benutzen. Aus diesem Grund habe ich Nervenkampfstoffe ausgewählt, um sie in einem eigenen Kapitel zu erklären. Diese Stoffe können einen riesigen Schaden anrichten und es müsste stärker gegen die Verwendung solcher Stoffe für Anschläge oder ähnlichem vorgegangen werden.

Im Nachhinein bin ich froh, dass ich meinen Schwerpunkt auf die Nervengifte von Schlangen gelegt habe. Zuerst habe ich überlegt, ob ich mir nicht noch einen besseren Schwerpunkt hätte setzen können, aber während meiner Arbeit ist mir klar geworden wie interessant und auch komplex Giftschlangen und besonders ihre neurotoxisch wirkenden Gifte sind.

Abschließend kann ich sagen, dass ich froh bin mir dieses Thema für meine Jahresarbeit ausgesucht zu haben. Es war zwar nicht immer einfach, da die Thematik sehr komplex ist, aber dafür ist sie mindestens genauso interessant. Ich habe durch meine Jahresarbeit sehr viel neues Wissen erlangt, was mir denke ich in meinen Leistungskurs Biologie helfen wird.

# Glossar

Benutztes Lexikon : [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

<b>Fremdwort</b>	<b>Erklärung</b>
<b>Acetat</b>	Essigsäure oder Ethansäure. Die Salze der Essigsäure werden als Acetate bezeichnet.
<b>Acetylcholin</b>	chemischer Botenstoff, der zur Erregungsleitung zwischen benachbarten Nervenzellen bzw. zwischen Nerven- und Muskelzellen dient und bewirkt, dass sich die Muskeln zusammenziehen. Außerdem wirkt Acetylcholin blutdrucksenkend. Es wird in Nervenzellen gebildet.
<b>Acetylcholinesterase</b>	Enzym, welches den Neurotransmitter Acetylcholin in Acetat und Cholin spaltet.
<b>Ancrod</b>	Ein Enzym
<b>Antidota</b>	= Gegengift
<b>Apoptose</b>	Die Apoptose ist eine Form des programmierten Zelltods. Es ist gewissermaßen ein „Selbstmordprogramm“ einzelner biologischer Zellen. Dieses kann von außen angeregt werden oder aufgrund von zellinternen Prozessen ausgelöst werden.
<b>Axon</b>	langer, faserartiger Fortsatz einer Nervenzelle, der elektrische Nervenimpulse vom Zellkörper wegleitet.
<b>Batroxobin</b>	Ein Enzym
<b>Biowaffe</b>	Biologische Waffen sind Massenvernichtungswaffen, bei denen Krankheitserreger oder natürliche Giftstoffe gezielt als Waffe eingesetzt werden. Sie gehören zu den ABC-Waffen.
<b>Blut – Hirn – Schranke</b>	Schutz für das Gehirn. ( Genauere Erklärung im Anhang)
<b>Blutviskosität</b>	Maß für die Zähflüssigkeit des Bluts
<b>Cardiotoxisch</b>	Stoffe sind Cardiotoxisch, wenn sie auf das Herz wirken
<b>Cholin</b>	Cholin ist ein primärer, einwertiger Alkohol. Es ist Strukturelement des Neurotransmitters Acetylcholin.
<b>Clostridium botulinum</b>	Bakterium, welches Botulinumtoxin bilden kann.
<b>Disulfidbrücke</b>	Disulfidbrücke oder Disulfidbrückenbindung bezeichnet in der Biochemie eine Atombindung (Elektronenpaarbindung) zwischen zwei Schwefel-Atomen, die in Aminosäureseitenketten vorkommen.
<b>Dendrit</b>	Der Dendrit bezeichnet einen Zytoplasmafortsatz der Nervenzelle zur Aufnahme synaptisch übertragener Informationen, der zumeist breitbasig vom Zellkörper des Neurons entspringt und sich baumartig teilt.
<b>Dystonie</b>	Bewegungsstörungen, deren neurologischer Ursprung in den motorischen Zentren im Gehirn liegt.
<b>Endogene Toxine</b>	Gifte, die aus dem Körperinneren stammen.
<b>Enzym</b>	Ein Enzym, ist ein Protein, das eine chemische Reaktion

	katalysieren kann.
<b>Ester</b>	Ester bilden eine Stoffgruppe organischer Verbindungen, die durch die Reaktion einer Säure und eines Alkohols unter Abspaltung von Wasser entstehen.
<b>Exogene Toxine</b>	Gifte, die aus der Umwelt stammen.
<b>Fibrin</b>	Fibrin ist der aktivierte, vernetzte „Klebstoff“ der Blutgerinnung.
<b>Fibrinogen</b>	Das Fibrinogen ist ein Protein, welches bei der Blutgerinnung durch das Enzym Thrombin und Calcium in Fibrin umgewandelt.
<b>Hämatologie</b>	Hämatologie ist die Lehre von der Physiologie, Pathophysiologie und den Krankheiten des Blutes sowie der blutbildenden Organe.
<b>Hämotoxisch</b>	Als Blutgifte oder Hämotoxine (von "Hämo" = Blut und "Toxin" = Gift) werden Substanzen bezeichnet, deren chemische Beschaffenheit das Blut-, Blutgerinnungs- oder Blutbildungssystem derart verändert, dass die Transport- und Stoffwechselfunktion eingeschränkt oder verhindert wird.
<b>Homöopathie</b>	Die Homöopathie ist eine kontrovers diskutierte, weit verbreitete alternativmedizinische Praxis.
<b>Irreversibel</b>	nicht mehr umkehrbar
<b>LD 50 – Wert</b>	Eine letale Dosis (LD) ist die für ein bestimmtes Individuum tödliche Menge eines bestimmten Stoffes. Der LD <sub>50</sub> -Wert ist ein Maß für die akute Giftigkeit (Toxizität) einer Substanz (wie z. B. eines Medikaments) und wird üblicherweise in mg/kg Körpergewicht angegeben.
<b>Mortalitätsrate</b>	Sterberate
<b>Neuromuskuläre Endplatte</b>	Die motorische Endplatte (auch: " <i>neuromuskuläre Endplatte</i> ") überträgt die Erregung von einer Nervenfasern auf die Muskelfaser. Sie stellt eine chemische Synapse mit dem Transmitter Acetylcholin dar.
<b>Neuronen</b>	Nervenzelle oder Neuron ist eine auf Erregungsleitung spezialisierte Zelle, die Bestandteil des Nervensystems höherer Lebewesen ist.
<b>Neurotoxin</b>	Nervengift
<b>Neurotoxisch</b>	Gifte sind neurotoxisch, wenn sie auf das Nervensystem wirken.
<b>Neurotransmitter</b>	Neurotransmitter sind biochemische Stoffe, welche die Information von einer Nervenzelle zur anderen über die Kontaktstelle der Nervenzellen, der Synapse, weitergeben.
<b>Parkinson</b>	Die Parkinson-Krankheit bzw. Morbus Parkinson ist eine langsam fortschreitende neurologische Erkrankung. Die vier Hauptsymptome sind Rigor (Muskelstarre), Tremor (Muskelzittern) und Hypokinesie (Bewegungsarmut), welche bis hin zu Akinesie (Bewegungslosigkeit) führen kann, sowie posturale Instabilität (Haltungsinstabilität).
<b>Peripheres Nervensystem</b>	Das Periphere Nervensystem (PNS) umfasst den Teil des Nervensystems, der außerhalb des Gehirns und Rückenmarks gelegen ist. Das PNS ist weiter unterteilt in das somatische Nervensystem und das autonome Nervensystem.

<b>Phospholipasen</b>	Phospholipasen sind Enzyme, die Phospholipide in Fettsäuren und weitere lipophile Substanzen spalten. Es gibt vier Hauptgruppen an Phospholipasen, die mit A, B, C und D benannt sind.
<b>Polymerisiert</b>	Die Polymerisation ist eine chemische Reaktion, bei der ungesättigte organische Verbindungen, unter Einfluss von Katalysatoren und unter Auflösung der Mehrfachbindung zu Polymeren (Moleküle mit langen Ketten, bestehend aus miteinander verbundenen Monomeren) reagieren.
<b>Postsynaptische Membran</b>	Erklärung im Anhang
<b>Präsynaptische Membran</b>	Erklärung im Anhang
<b>Reversibel</b>	umkehrbar
<b>Rezeptoren</b>	Als Rezeptor wird in der Biologie auf zellulärer Ebene eine spezialisierte Zelle bezeichnet, die bestimmte äußere und innere chemische oder physikalische Reize in eine für das Nervensystem verständliche Form bringt.
<b>Synapsen</b>	Synapsen sind Kontaktstellen zwischen Nervenzellen bzw. Nervenzellen und anderen Zellen (wie Sinnes-, Muskel- oder Drüsenzellen). An ihnen findet die Erregungsübertragung von einer Zelle auf die andere statt.
<b>Synaptischer Spalt</b>	Der synaptische Spalt ist der Spaltraum zwischen dem Synapsenendknöpfchen am Ende des Axons eines Neurons und einem Dendrit eines anderen Neurons. Durch diesen Spalt wandern Neurotransmitter, die Signale von der einen Nervenzelle zur anderen übertragen.
<b>Zentrales Nervensystem</b>	Das Gehirn und das Rückenmark bilden das ZNS. Es ist durch Knochen und die Blut – Hirn – Schranke geschützt.
<b>Zytotoxisch</b>	Zytotoxizität ist die Fähigkeit einiger chemischen Substanzen Gewebezellen zu schädigen.

# Quellenangaben

## Literatur :

- „Lehrbuch der Toxikologie“ – Marquardt, Schäfer / Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart  
„Gifftiere – Ein Handbuch für Biologen, Toxikologen, Ärzte, Apotheker“ – Dietrich Mebs / Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart  
„Gifftiere und ihre Waffen“ – Gerhard G. Habermehl / Springer Verlag  
„Pharmakologie und Toxikologie“ – W. Forth, D. Henschler, W. Rummel, K. Starke / BI Wissenschaftsverlag  
„Taschenatlas der Pharmakologie“ – Heinz Lüllmann, Klaus Mohr / Georg Thieme Verlag, 2001  
„Toxikologie für Einsteiger“ – J. A. Timbrell / Spektrum Akademischer Verlag  
„Toxikologie“ – Wolfgang Dekant, Spiros Vamvakas / Spektrum Akademischer Verlag

## Internet :

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Alkohol#Giftigkeit> ; 06.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Botulinumtoxin> ; 06.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Glutamins%C3%A4ure> ; 06.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Nervengift> ; 06.04.2007  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Peripheres\\_Nervensystem](http://de.wikipedia.org/wiki/Peripheres_Nervensystem) ; 04.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sarin> ; 05.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Schlangengift> ; 29.01.07  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Seeschlangen> ; 04.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Soman> ; 05.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Tabun> ; 05.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Taipan#Inlandtaipan> ; 04.04.2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/VX> ; 05.04.2007  
<http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/alzheimer/acetylcholinesterase-hemmer.xml> ; 29.01.07  
[http://www.charite.de/ch/neuro/klinik/patienten/ag\\_bewegungsstoerungen/index/info/Botulinum\\_Neurotoxin/Botulinum\\_Neurotoxin.htm](http://www.charite.de/ch/neuro/klinik/patienten/ag_bewegungsstoerungen/index/info/Botulinum_Neurotoxin/Botulinum_Neurotoxin.htm) ; 06.04.2007  
<http://www.dorenbach.ch/meer/giftig/ppages/ppage7.htm> ; 06.04.2007  
<http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Gifte/Bungarotoxine.htm>; 29.01.07  
<http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Gifte/Tetrodotoxin.htm> ; 05.04.2007  
<http://www.faz.net/s/Rub7F74ED2FDF2B439794CC2D664921E7FF/Doc~E404F3882B7934ED993D4AF69C81DCC42~ATpl~Ecommon~Scontent.html> ; 05.04.2007  
<http://www.medizinfo.de/kopfundseele/multiplesklerose/mnervensystem.htm> ; 05.04.2007  
<http://www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/Biologie/BKfH/nerven.htm> ; 30.01.2007  
<http://www.neuro24.de/synapse.htm> ; 06.04.2007  
<http://www.referate10.com/referate/Biographien/18/Nervengifte-reon.php> ; 06.04.2007

<http://www.seilnacht.com/versuche/tngifta.JPG> ; 02.04.2007

[http://www.staff.uni-marburg.de/~gvw/texte.mix/chemie\\_kampfstoffe.html](http://www.staff.uni-marburg.de/~gvw/texte.mix/chemie_kampfstoffe.html) ; 07.04.2007

<http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Claudia/seiten/gifte1.html> ; 06.04.2007

<http://www.venomsupplies.com/dangeroussnakesofsa/inlandtaipan.html> ; 06.04.2007

<http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/29/0,1872,2058045,00.html> ; 04.04.2007



# Erklärung

*Ich versichere hiermit, dass ich diese Facharbeit selbstständig verfasst, keine anderen, als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe und dass sämtliche Stellen, die benutzten Werken im Wortlaut oder dem Sinne nach entnommen worden sind, mit Quellenangaben kenntlich gemacht wurden. Diese Versicherung gilt auch für Zeichnungen, Skizzen und bildliche Darstellungen.*

*Epterode, den 12. April 2007*

---

*Sara – Kristin Ziegler*