

3 Elemente der Gefahrstoffsicherheit

Jetzt werden Sie lernen, wie Sie Gefäße mit gefährlichen Stoffen oder Zubereitungen mit physikalischen, toxischen bzw. ökotoxischen Eigenschaften richtig kennzeichnen, so dass sowohl Sie in der Apotheke bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, wie auch die Kunden bei Verwendung von Gefahrstoffen rasch erkennen können, um was für einen Gefahrstoff mit welchem gefährlichem Potenzial es sich handelt und welche Maßnahmen demzufolge zum Schutz, zur Lagerung und zur Entsorgung notwendig sind. Darüber hinaus werden Sie erfahren, welche zusätzlichen Maßnahmen zum Schutz von Kindern und Sehbehinderten als Gefahrenpräventionselemente vorgesehen sind. Schließlich werden Sie die Besonderheiten bei der Kennzeichnung von carcinogenen, mutagenen und reproduktionstoxischen Stoffen, sogenannten CMR-Stoffen kennenlernen.

3.1 Gefahrenklassen und -kategorien

Nach der EG-CLP-VO werden die **Gefahrenklassen** (hazard classes) abhängig vom Gefährdungspotenzial des Stoffes weiter in **Gefahrenkategorien** (hazard categories) unterteilt.

Die EG-CLP-VO, im Folgenden vereinfacht „GHS“ genannt, unterscheidet hinsichtlich der Einstufung und Kennzeichnung folgende 3, die Natur einer Gefahr beschreibenden **Gefahrenklassen** (hazard classes):

1. **Physikalische Gefahren** aufgrund physikalisch-chemischer Eigenschaften, z. B. Explosionsgefahr, Entzündungsgefahr.
2. **Gesundheitsgefahren** aufgrund toxischer Eigenschaften, z. B. Giftigkeit, Gefahr der Verätzung.
3. **Umweltgefahren** aufgrund ökotoxischer Eigenschaften, z. B. die Ozonschicht schädigend.

Ein Stoff ist gefährlich (hazardous), wenn er einer/mehrerer der folgenden Gefahrenklassen (hazard classes) (■ Tab. 3.1 bis ■ Tab. 3.4) angehört.

■ **Tab. 3.1** Gefahrenklassen

Eigenschaften	Gefahren	
physikalische Eigenschaften	16 physikalische Gefahren	■ Tab. 3.2
toxische Eigenschaften	10 Gesundheitsgefahren	■ Tab. 3.3
ökotoxische Eigenschaften	3 Umweltgefahren	■ Tab. 3.4

3.1.1 Physikalische Gefahren (physical hazards)

□ **Tab. 3.2** Physikalische Gefahren

Expl.	explosives	Explosive Stoffe/Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff
Flam. Aerosol	flammable aerosols	Entzündbare Aerosole
Flam. Gas	flammable gases	Entzündbare Gase
Flam. Liq.	flammable liquids	Entzündbare Flüssigkeiten
Flam. Sol.	flammable solids	Entzündbare Feststoffe
Met. Corr.	substances and mixtures corrosive to metals	Auf Metalle korrosiv wirkend
Org. Perox.	organic peroxides	Organische Peroxide
Ox. Gas	oxidising gases	Entzündend (oxidierend) wirkende Gase
Ox. Liq.	oxidising liquids	Entzündend (oxidierend) wirkende Flüssigkeiten
Ox. Sol.	oxidising solids	Entzündend (oxidierend) wirkende Feststoffe
Press. Gas	gases under pressure	Unter Druck stehende Gase
Pyr. Liq.	pyrophoric liquids	Selbstentzündliche (pyrophore) Flüssigkeiten
Pyr. Sol.	pyrophoric solids	Selbstentzündliche (pyrophore) Feststoffe
Self-heat	self-heating substances and mixtures	Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische
Self-react.	self-reactive substances and mixtures	Selbsterzetzliche Stoffe und Gemische
Water-react.	substances and mixtures which, in contact with water emit flammable gases	Stoffe und Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln

3.1.2 Gesundheitsgefahren (health hazards)

□ Tab. 3.3 Gesundheitsgefahren

Acute Tox.	acute toxicity	Akute Toxizität
Asp. Tox.	aspiration hazard	Aspirationsgefahr
Carc.	carcinogenicity	Karzinogenität
Eye Dam.	serious eye damage	Schwere Augenschädigung
Eye Irrit.	serious eye irritation	Schwere Augenreizung
Muta.	germ cell mutagenicity	Keimzell-Mutagenität
Repr.	reproductive toxicity	Reproduktionstoxizität
Resp. Sens.	respiratory sensitisation	Sensibilisierung von Atemwegen
Skin. Sens.	skin sensitisation	Sensibilisierung der Haut
Skin. Corr.	skin corrosion	Ätzung der Haut
Skin Irrit.	skin irritation	Reizung der Haut
STOT RE	specific target organ toxicity, repeated exposure	Spezifische Zielorgan-Toxizität(wiederholte Exposition)
STOT SE	specific target organ toxicity, single exposure	Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition)

3.1.3 Umweltgefahren (environmental hazards)

□ Tab. 3.4 Umweltgefahren

Aquatic	hazardous to the aquatic environment	Gewässergefährdend
<ul style="list-style-type: none"> ■ acute ■ chronic 	<ul style="list-style-type: none"> ■ acute aquatic hazard ■ chronic aquatic hazard 	<ul style="list-style-type: none"> ■ akut ■ chronisch
Ozone	hazardous for the ozone layer	Die Ozonschicht schädigend

Das GHS befindet sich in ständiger Weiterentwicklung. An den Arbeiten in den OECD-Expertengruppen beteiligt sich auch das Umweltbundesamt. Die Schwerpunkte in der Weiterentwicklung liegen bei der Erstellung von Einstufungssystemen für die aquatische und terrestrische Toxizität, sowie für ozonschichtschädigende Stoffe. Daher sind insbesondere auch hier künftig Ergänzungen des GHS zu erwarten.

3.2 Kennzeichnungselemente

Pictograms	Piktogramme	► Kap. 3.2.1
Signal words	Signalworte	► Kap. 3.2.2
Hazard Statements	H-Sätze = Gefahrenhinweise	► Kap. 3.2.3
Precautionary Statements	P-Sätze = Sicherheitshinweise	► Kap. 3.2.4

Angaben, die Gefahren verharmlosen, dürfen nicht aufgebracht werden, wie z. B. „Nicht giftig“, „Nicht gesundheitsschädlich“ oder „Nicht schädlich bei bestimmungsgemäßen Gebrauch“.

3.2.1 Piktogramme (Gefahrensymbole, pictograms)

Symbole (◦ Abb. 3.1) sollen den Blick auf sich lenken und durch ihre eindeutige Gestaltung unmittelbar und idealerweise intuitiv informieren.

Schon vor Jahrhunderten warnten Pestkreuze vor dem „schwarzen Tod“. Heute kennen wir Symbole u. a. als Verkehrszeichen, Hinweisschilder oder Computerikons.

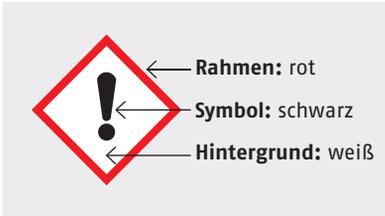
Gefahrensymbole dienen der plakativen Warnung vor Gefahren (▣ Tab. 3.5). Sie begegnen uns im Supermarkt, z. B. auf Haushaltsreinigern, an Tankstellen und natürlich dort, wo mit Gefahrstoffen gearbeitet wird, wie in der Apotheke.



◦ Abb. 3.1 Verschiedene historische Symbole

▣ Tab. 3.5 Gefahrenprävention durch Piktogramme

Gefahrenprävention			
Ursache	Folge	Gefährdung	Maßnahmen
→	→		←
Fehlen von sofort ersichtlichen Hinweisen auf Gefahren	Gefahren werden nicht erkannt oder unterschätzt	Vergiftung auch durch scheinbar harmlose Substanzen möglich	Aufbringen von Piktogrammen



○ Abb. 3.2 Aufbau eines Piktogrammes

Piktogramme (pictograms) (○ Abb. 3.2) haben die Form eines auf der Spitze stehenden Quadrats (square on point, „Quadrat auf Punkt“) mit rotem (ggf. bei Transport schwarzem) Rahmen und schwarzem Symbol auf weißem Hintergrund. Es gibt 9 GHS-Piktogramme (■ Tab. 3.6). Für einige Klassen und Kategorien können sie entfallen. Die Bedeutung einiger Piktogramme hat sich im Vergleich zum alten Recht geändert: Das Symbol „Totenkopf“, das früher vor akut und chronisch wirkenden Giften warnte, warnt jetzt nur noch vor akut toxisch wirkenden Gefahrstoffen, da als Hinweis auf chronisch toxisch wirkende Gefahrstoffe und krebserzeugende Stoffe ein neues Piktogramm (GHS08), das Brust und Kopf eines Menschen darstellt, dessen Inneres zerfällt, hinzukam (s. ▶ Kap. 3.3; ○ Abb. 3.4, ▶ S. 48).

Mit diesem Symbol werden alle 3 **CMR-Kategorien** gleichermaßen gekennzeichnet, die allerdings nicht mehr in 1, 2 und 3, sondern in 1A, 1B und 2 unterteilt werden.

■ **MERKE**

GHS-Kategorie ≠ CMR-Kategorie!

■ **Tab. 3.6** Gefahrensymbole

GHS01 Explosierende Bombe	GHS02 Flamme	GHS03 Flamme über einem Kreis
		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Explosive Stoffe/Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff ■ Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische ■ Organische Peroxide 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entzündbare Gase, Aerosole, Flüssigkeiten und Feststoffe ■ Selbstentzündliche (pyrophore) Flüssigkeiten und Feststoffe ■ Selbsterhitzungsfähige Stoffe/Gemische ■ Stoffe/Gemische, die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entzündend (oxidierend) wirkende Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe

4 Arbeitsschutz bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in der Apotheke

In diesem Kapitel erfahren Sie, welche Maßnahmen zum Arbeitsschutz, also zu Ihrem eigenen Schutz und dem Schutz Ihrer Kollegen bei Arbeiten mit Gefahrstoffen in der Apotheke (Abb. 4.1) sinnvoll und notwendig sind. Dreh- und Angelpunkt sind hierbei die H-Sätze, also die Gefahrenhinweise (Hazard Statements), die exakt die Gefahren beschreiben. Zur wesentlichen Vereinfachung der Ableitung der konkreten Arbeitsschutzmaßnahme aus dem H-Satz hat die Bundesapothekerkammer (BAK) ein einfaches und recht praktikables 4-farbiges Farbkonzept in Form farbiger Punkte entwickelt, das ich Ihnen in diesem Kapitel ausführlich vorstelle. Sie werden lernen, wie Sie Ihre konkreten Arbeitsschutzmaßnahmen einfach am farbigen Punkt des verwendeten Standgefäßes erkennen können. Zudem lernen Sie, wie Sie Gefährdungsbeurteilungen erstellen. Auch hier gibt es gute Hilfestellungen von der BAK, die in diesem Kapitel ausführlich erklärt werden. Sie erkennen schließlich, dass zu Ihrer eigenen Sicherheit eine Mitarbeiterunterweisung vor Tätigkeiten mit Gefahrstoffen u. a. anhand von Betriebsanweisungen sinnvoll wie notwendig ist.

4.1 Allgemeine Maßnahmen zum Arbeitsschutz und zur Hygiene

Folgende Maßnahmen werden von der Bundesapothekerkammer (BAK) als Good Manufacturing Practice (GMP) empfohlen:

4.1.1 Information und Kennzeichnung

- Die Gefahrstoffe werden nach Gefahrstoffrecht eindeutig gekennzeichnet.
- Gefahrstoffe werden in geeigneten, dicht schließenden Gefäßen aufbewahrt. Gefahrstoffe werden nicht in solchen Behältern aufbewahrt, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann.
- Die Gefahrstoffe (Ausgangsstoffe, Chemikalien, Reagenzien) werden ordnungsgemäß und übersichtlich geordnet aufbewahrt.
- Nach altem Recht „giftige und sehr giftige Gefahrstoffe sowie CMR-Stoffe Kat. 1 und 2“ werden unter Verschluss aufbewahrt. Bezogen auf das neue Gefahrstoffrecht nach GHS betrifft das die Stoffe, die weiter unten im ▶ Kap. 4.12.1 „Gefahrstofflagerung unter Verschluss“ in der ■ Tab. 4.23 (▶ S. 123) aufgeführt sind.
- Das Gefahrstoffverzeichnis wird mindestens einmal jährlich und bei Verwendung neuer Substanzen aktualisiert.
- Die Sicherheitsdatenblätter der Gefahrstoffe stehen zur Einsicht zur Verfügung.



○ Abb. 4.1 Arbeiten mit Gefahrstoffen in der Apotheke (Synopse)

- Die Betriebsanweisungen sowie die Liste der Giftinformationszentren stehen schriftlich zur Verfügung.
- Die Arbeitnehmer werden über die Gefahren und Schutzmaßnahmen anhand der Betriebsanweisung mindestens einmal jährlich unterrichtet.

4.1.2 Arbeitsplatz

- Trittsichere Fußböden und leicht zu reinigende Oberflächen sind im Arbeitsbereich vorhanden.
- Eine ausreichende Lüftung im Arbeitsbereich ist möglich.
- Der Arbeitsplatz ist aufgeräumt, die Gerätschaften werden sauber aufbewahrt.
- Der Arbeitsplatz wird unverzüglich nach der Tätigkeit mit geeigneten Methoden, z. B. tensidhaltiger Reinigungslösung, und möglichst ohne Staubbelastung gereinigt.
- Waschgelegenheiten mit Einmalhandtüchern, Hautreinigungsmitteln, Desinfektionsmitteln, Hautschutz- und Hautpflegemitteln sind vorhanden. Der Hautschutzplan wird an allen Waschgelegenheiten ausgehängt und während der Unterweisung erläutert.
- Ein Hautschutzplan (Hautgefährdung, richtige Anwendung der zur Verfügung gestellten Hautreinigungs- und Hautpflegemittel) wird vom Arbeitgeber erstellt.

4.1.3 Arbeitsverfahren

- Die standardisierten Prüf- und Herstellungsverfahren, z. B. des Ph. Eur. bzw. des DAC/NRF werden eingehalten.
- Die Leitlinien der Bundesapothekerkammer zu Qualitätssicherung werden empfohlen.
- Wenn möglich, werden Stammverreibungen bzw. Stammkonzentrate verwendet.
- Halbfeste Zubereitungen werden vorzugsweise in geschlossenen Systemen (Unguator oder Topitec) hergestellt.

4.1.4 Arbeitsorganisation

- Gefahrstoffe werden nur in geringen Mengen im unmittelbaren Bereich der Tätigkeit aufbewahrt.
- Ätzende Flüssigkeiten werden nicht über Augenhöhe gelagert.
- Der Arbeitsbereich ist nur für die Mitarbeiter zugänglich, die ihn zur Ausübung bestimmter Arbeiten betreten müssen.
- Unterbrechungen und Störungen des Arbeitsprozesses werden weitgehend ausgeschlossen.
- Der Arbeitsplatz wird möglichst während der Tätigkeit nicht verlassen. Plötzliches Öffnen von Türen und Fenstern wird vermieden.
- Unterschiedliche Tätigkeiten mit verschiedenen gefährlichen Stoffen werden räumlich oder zeitlich getrennt durchgeführt.

- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) werden eingehalten und durch Messung überprüft. (In der Apotheke gibt es nur wenige Stoffe, für die AGW bestimmt worden sind. Wird unter einem funktionierenden Abzug gearbeitet, ist die Überschreitung der AGW unwahrscheinlich.)

4.1.5 Arbeiten mit brennbaren Flüssigkeiten

- Beim Lagern, Transportieren, Umfüllen, Abfüllen, Einwiegen in der Rezeptur oder Defektur (z. B. Herstellung von Lösungen/Suspensionen), bei analytischen Nachweisreaktionen (z. B. Herstellung von Lösungen für Dünnschicht-Chromatografie) bzw. nasschemischen Nachweisen oder Besprühen von DC-Platten können sich Dämpfe bilden, die sich oberhalb des Flammpunktes entzünden oder explodieren.
- Alle Arbeiten mit brennbaren Flüssigkeiten sind unter laufendem Abzug durchzuführen. Innerhalb von 3 m Abstand zur Tätigkeit mit brennbaren Flüssigkeiten und unterhalb von 80 cm Bodenhöhe dürfen sich keine unkontrollierten Zündquellen wie Kühlschränke, Gas- oder Elektroöfen befinden, da deren Funken, die beispielsweise beim Ein- oder Ausschalten entstehen können, eine Explosion auslösen könnten.
- Müssen größere Mengen brennbarer Flüssigkeiten eingewogen werden, wird die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindert, indem in Gefäße mit kleinen Öffnungen eingewogen wird bzw. die Gefäße unverzüglich verschlossen werden.
- Natürliche Lüftung bzw. technische Lüftungseinrichtung müssen vorhanden sein und bei Bedarf genutzt werden.
- Brennbare Stoffe in den Arbeitsbereichen sind nur in geringen Mengen vorrätig zu halten. Wenn möglich, sind brennbare Flüssigkeiten in Sicherheitsgefäßen aufzubewahren und nicht im Lagerraum ab- bzw. umzufüllen. Generell sind brennbare Flüssigkeiten/Stoffe nicht in gefährlichen Mengen oder Konzentrationen, die zu Brand- oder Explosionsgefahren führen können zu lagern (Lagermengen siehe ► Kap. 4.12.2 und ■ Tab. 4.2.4, ► S. 124).

4.1.6 Hygiene

- Bei der Herstellung und Prüfung werden die Grundregeln der Hygiene eingehalten.
- Essen, Trinken, Rauchen in den Herstellungsbereichen und im Labor sind nicht gestattet. Nahrungsmittel werden außerhalb des Herstellungsbereichs und des Labors aufbewahrt.
- Die persönliche Schutzausrüstung (Kittel, Schutzbrille, geeignete Schutzhandschuhe nach Maßgabe des Sicherheitsdatenblattes, ggf. Staubschutzmaske, Atemschutzmaske) wird sachgerecht aufbewahrt, vor Gebrauch geprüft und falls nötig nach Gebrauch gereinigt. Sie wird bestimmungsgemäß verwendet. Schadhafte persönliche Schutzausrüstung wird ausgetauscht bzw. ausgetauscht.

5 Abgabe von gefährlichen Chemikalien

Die Gefahrstoffabgabe ist ein recht komplexes Feld, da sich die Anwendungen der zahlreichen gesetzlichen Vorschriften letztendlich auf die H-Sätze (Hazard Statements) beziehen, die auch hier – so wie bei der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in der Apotheke – der Dreh- und Angelpunkt sind. Daher hat es sich für die Abgabe von gefährlichen Chemikalien bewährt – analog dem QMS, besser noch als integraler Bestandteil Ihres Apotheken-QMS – eine bestimmte Checkliste „abzuarbeiten“ (●Abb. 5.1). So stellen Sie sicher, keinen relevanten Punkt zu übersehen und können ggf. im Schadensfall Ihre korrekte Arbeitsweise belegen. Zunächst lernen Sie wer überhaupt Gefahrstoffe abgeben und wer diese empfangen darf.

Sie lernen weiterhin bei der Abgabe welcher Gefahrstoffe

- Sie Abgabeverbote beachten müssen,
- Sie sich eine Erlaubnis vorlegen lassen müssen bzw. die Abgabe registrieren müssen, da diese Gefahrstoffe z. B. für eine illegale Drogensynthese verwendet werden könnten,
- Sie diese gar nicht abgeben dürfen wenn der Verdacht auf eine illegale Sprengstoffherstellung besteht,
- Sie verdächtige Transaktionen, erhebliches Abhandenkommen oder Diebstahl polizeilich melden müssen, da diese Gefahrstoffe für eine illegale Explosivstoffherstellung verwendet werden könnten,
- Sie das Alter des Empfängers von über 18 Jahren überprüfen müssen,
- Sie zusätzliche Maßnahmen zum Schutz von Kindern und Sehbehinderten in Form von Gefahrenpräventionselementen aufbringen müssen,
- Sie die Identität des Empfängers feststellen und dokumentieren müssen,
- Sie den Gefahrstoffempfänger mündlich unterrichten müssen,
- Sie eine Gebrauchsanweisung oder ein Sicherheitsdatenblatt mitgeben müssen,
- Sie die Identität des Gefahrstoffempfängers feststellen müssen,
- Sie die Abgabe in einem Abgabebuch dokumentieren müssen,
- Sie einen Empfangsschein unterschreiben lassen müssen bzw.
- Sie eine sog. Endverbleibserklärung ausfüllen müssen.
- Schließlich lernen Sie, wie Sie Abgabegefäße an Gewerbe oder Privat kennzeichnen müssen und wie Sie kleine Abgabegefäße reduziert kennzeichnen dürfen.

6 Pathophysiologische Grundlagen

Dieses Kapitel nimmt fachübergreifend zur Arzneimittelspezialitätenkunde (ASK) Bezug, in der die pharmakologischen Grundlagen über Aufnahme, Verstoffwechslung und Ausscheidung von Substanzen vermittelt werden. Dies hat in gleicher Weise natürlich auch bei Giften Gültigkeit.

6.1 Resorption

Stoffe, so auch gefährliche Stoffe werden meist **oral**, d. h. über den Mund und den sich anschließenden Magen-Darm-Trakt, **dermal**, also über Kontakt mit der Haut oder **inhalativ**, also über die Lunge aufgenommen. Eine Aufnahme über andere Wege, wie z. B. Injektionen unter die Haut, in einen Muskel, eine Vene oder Arterie sind eher seltene und vor allem medizinische Applikationsformen.

Wie ein gefährlicher Stoff aufgenommen wird, hängt je nach dem Resorptionort von verschiedenen Faktoren ab, wie u. a. Hydrophilie bzw. Lipophilie, Partikelgröße und Aggregatzustand.

6.1.1 Enterale Resorption

Enterale Resorption bezeichnet eine Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt, dessen Hauptresorptionsorgan der Dünndarm ist, da er aufgrund seiner Struktur mit seinen vielen Falten und Zotten eine sehr große Oberfläche etwa von der Größe eines Tennisplatzes besitzt.

Lipophile Stoffe sowie organische Säuren können theoretisch bereits im sauren Magen resorbiert werden, wenn sie gelöst sind. Sehr lipophile Stoffe sind unlöslich und können daher erst dann aufgenommen werden, wenn sie im Dünndarm solubilisiert wurden. Basen sind im Dünndarm – aufgrund des im Vergleich zum Magen höheren pH-Wertes – weniger dissoziiert und reagieren somit lipophil. Stark dissoziierte Stoffe, wie anorganische Ionen, werden kaum resorbiert. Vollständig ionisierte Substanzen werden vom Magen-Darm-Trakt nicht resorbiert.

Einen besonderen Weg der gastrointestinalen Resorption bieten die in der Darmwand sitzenden **Carriersysteme**. Sie können aktiv wichtige Nahrungselemente, wie Eisen und Calcium vom Darmlumen in das Pfortaderblut transportieren. Allerdings können auf diesem Weg auch gefährliche Stoffe, wie z. B. Cadmium und Blei aufgenommen werden.

Welchen Unterschied die enterale Resorption im Vergleich zur parenteralen Resorption, d. h. unter Umgehung des Magen-Darm-Trakts, darstellt, macht das bekannte Beispiel des Pfeilgiftes **Curare** anschaulich.

Der spanische Entdecker Christoph Kolumbus erfuhr bei der Entdeckung Südamerikas im 15. Jahrhundert erstmals von Pfeilgiften. Seitdem beschäftigten sich hiermit zahlreiche Forscher, wie Alexander von Humboldt, doch erst 400 Jahre später gelang es Claude Bernard mithilfe von Experimenten, deren Wirkweise endgültig zu enträtseln. Wie Curare wirkt, indem es sich an die Bindungsstellen für Acetylcholin, das für die Reizübertragung vom Nerv auf den Muskel verantwortlich ist, anlagert und dieses hierdurch so verdrängt, dass der Muskel nicht mehr aktiviert werden kann, erfahren Sie genauer weiter unten.

Verblüfft waren die Entdecker, als sie sahen, dass die durch das Pfeilgift getroffenen Tiere an Lähmung der Atemmuskulatur starben, das Fleisch aber, das ja noch Curare enthielt, anschließend problemlos von den Indianern verzehrt werden konnte. Um diesen scheinbaren Widerspruch zu erklären, muss man die unterschiedlichen Aufnahmewege des Curare in unserem Beispiel betrachten:

Bei den von den Indianern durch Pfeilgift getöteten Tieren wurde das Curare mittels vergifteter Pfeilspitze direkt durch die Haut in die Muskulatur des Tieres und somit in dessen Blutkreislauf gebracht und konnte dort wirken. Beim anschließenden Verzehr des curarehaltigen Fleisches gelangte zwar Curare in den Magen-Darm-Trakt des Menschen. Curare ist allerdings stark dissoziiert und daher so wenig lipophil, dass es nicht vom Magen-Darm-Trakt resorbiert werden und somit auch keine Wirkung auf den Menschen haben kann.

6.1.2 Parenterale Resorption

Bei der parenteralen Resorption werden Stoffe unter Umgehung des Magen-Darm-Traktes aufgenommen. Die Aufnahme erfolgt hier z. B.:

- perkutan, also über die Haut,
- intramuskulär als i. m.-Injektion,
- intravenös als i. v.-Injektion oder Infusion,
- subcutan als s. c.-Injektion unter die Haut oder
- als Inhalation über die Lunge etc.

6.2 Distribution

Die Verteilung eines Stoffes zwischen den verschiedenen Verteilungsräumen, man spricht von **Kompartimenten** des Körpers, nennt man Distribution.

Der Transport erfolgt entweder passiv, nach dem Konzentrationsgefälle als Filtration gemeinsam mit dem Lösemittel, aktiv unter Energieverbrauch mittels eines Carriers entgegen dem Konzentrationsgefälle durch eine Membran oder durch Einstülpung der Oberflächenmembranen um Flüssigkeitströpfchen (Pinozytose) bzw. feste Bestandteile (Phagozytose).

■ MERKE

Zwischen einigen Kompartimenten gibt es biologische Barrieren:

- **Blut-Hirnschranke:** Diese stellt nur eine Barriere für hydrophile Substanzen dar, lipophile Substanzen passieren diese gut, wie z. B. organische Lösungsmittel, die wegen der zentralen Wirkung im ZNS auch als sog. „Schnüffelgifte“ missbraucht werden.
- **Blut-Plazenta-Membran:** Zahlreiche für den Embryo schädliche Stoffe können die Plazentaschranke nicht durchdringen. Andere Substanzen, wie z. B. Alkohol und Nicotin, können diese jedoch passieren und so ihre toxische Wirkung entfalten. Daher sollen Alkohol und Nicotin in der Schwangerschaft strikt gemieden werden.

6.3 Wirkort

Zwischen dem körpereigenen Substrat und dem gefährlichen Stoff bewirken mannigfaltige chemische und/oder physikalische Interaktionen dessen Toxizität.

6.3.1 Physikalische Schädigung

Chemisch verschiedene Stoffe, wie z. B. einige Kohlenwasserstoffe, Edelgase und Barbiturate, können am ZNS gleichartige narkotische Wirkungen auslösen, ohne dass sie chemische Interaktionen mit spezifischen Rezeptoren eingehen. Daher wird vermutet, dass hier wohl physikalische Wirkungen vorliegen müssen. Eine von derzeit vielen Überlegungen hierzu ist z. B., die narkotische Wirkung von Anästhetika durch ihre Wechselwirkung mit den Membranlipiden zu erklären. Durch Einlagerung von Anästhetika in die Lipidschicht neuronaler Zellmembranen expandieren diese, wodurch wahrscheinlich deren Ionenkanäle blockiert werden.

6.3.2 Chemische Schädigung

Durch Interaktion mit **Rezeptoren**, also den biologisch aktiven „Andockstellen“ der Zellmembranen für Botenstoffe (**Transmitter**), kann es zu einer agonistischen (aktivierenden) oder antagonistischen (hemmenden) Wirkung auf die Zelle kommen.

Wenn ein Fremdstoff anstelle des biologisch vorgesehen Botenstoffes (Transmitter) – bildlich wie ein Schlüssel in das Türschloss – „in“ dessen Rezeptor passt, kann dieser Fremdstoff entweder den Rezeptor aktivieren, wenn er dem Transmitter gleicht (diese aktivierende Wirkung bezeichnet man auch als „intrinsic activity“; man sagt bildlich: „Der falsche Schlüssel steckt im Schloss und vermag dies zu öffnen.“) oder blockieren, wenn er dem Transmitter nur ähnelt (man sagt bildlich: „Der falsche Schlüssel steckt zwar im Schloss, vermag dies aber nicht zu öffnen.“).

■ MERKE

Fremdstoffe, die den Rezeptor und damit die Zellfunktion aktivieren (stimulieren) heißen **Agonisten**. Die aktivierende Wirkung bezeichnet man auch als „intrinsische“ Wirkung.

Fremdstoffe, die den Rezeptor durch ihre Blockade für die physiologischen Transmitter unzugänglich machen und so die Zellfunktion hemmen, bezeichnet man als **Antagonisten**.

Beispiel Curare

Zur Reizübertragung eines Nervenreizes auf eine Muskelfaser mit dem Ziel einer Muskelkontraktion benötigt der Körper als Botenstoff (Transmitter) Acetylcholin. Acetylcholin überträgt als chemische Substanz den „elektrischen“ Nervenreiz auf die Muskelfaser, die hierdurch kontrahiert.

Das Gift Curare vermag am gleichen Rezeptor wie der Transmitter Acetylcholin „anzudocken“. Ist Curare neben Acetylcholin vorhanden, verdrängt es dies abhängig von seiner Menge vom Acetylcholinrezeptor. Man bezeichnet dies als **kompetitiven Antagonismus**. Nach „Andocken“ des Curare am Acetylcholinrezeptor wird dieser allerdings nur blockiert, nicht aber aktiviert. Das vorhandene Acetylcholin kann durch die curarebedingte Blockade des Acetylcholinrezeptors nicht mehr wirken. Somit ist die Zellwirkung blockiert, es kann keine Muskelkontraktion mehr ausgelöst werden, die Muskulatur erschlafft.

Curare-Alkaloide sind die Prototypen der nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien, die im Gegensatz zu den depolarisierenden Muskelrelaxanzien bei Wirkungsbeginn keine Depolarisation und dadurch keine Faszikulationen (Muskelzittern) auslösen.

Die Alkaloide stammen aus den Rinden verschiedener Strychnos- und Chondodendron-Arten, wie z. B. *Strychnos toxifera* oder *Chondodendron tomentosum*. Das Hauptalkaloid des Curare ist D-Tubocurarin. Nach den Aufbewahrungsgefäßen unterschied man Tubocurare (Bambusrohre), Topfcurare (Tontöpfe) und Calebassencurare (ausgehöhlte Kürbisse).

Den muskelrelaxierenden Effekt von Curare machte man sich in der Medizin u. a. bei der Narkose zunutze. Mit dem Einsatz von Curare konnte oft dann Narkosemittel eingespart werden, wenn eine Muskelentspannung zur besseren Operabilität erforderlich war. Da Curare auch die Atemmuskulatur hemmt, war für dessen Einsatz eine künstliche Beatmung Voraussetzung. Die Muskelrelaxation war nur vorübergehend und hielt so lange an, bis das kaum metabolisierte D-Tubocurarin nach 60–80 Minuten unverändert ausgeschieden wurde. Die Wirkung nicht depolarisierender Muskelrelaxanzien kann jedoch, im Gegensatz zu den depolarisierenden Muskelrelaxanzien, auch schon früher durch eine Erhöhung der Acetylcholinkonzentration wieder aufgehoben werden. Dies kann z. B. durch den Cholinesterasehemmer Neostigmin bewirkt werden, der den Acetylcholinabbau hemmt, wodurch die Acetylcholinkonzentration ansteigt.

8 Notfälle

Sie lernen welche Notfallmedikamente für welche Indikationen in der Apotheke in der sog. „Notfallschublade“ vorrätig gehalten werden müssen. Weiterhin lernen Sie neben allgemeinen Erste-Hilfe- und Notfallmaßnahmen auch Maßnahmen bei bestimmten Vergiftungen bzw. Unfallsituationen kennen. Als PTA wird man sich von Ihnen nicht nur in der Apotheke, sondern auch im Familien-, Freundes- und Bekanntenkreis Kompetenz in Erster Hilfe wünschen.

8.1 Allgemeine Erste-Hilfe- und Notfallmaßnahmen

Kenntnisse in Erste-Hilfe-Maßnahmen, wie Schockbekämpfung, Mund-zu-Mund- bzw. Mund-zu-Nase-Beatmung, Herzdruckmassage etc. sollten Sie auf Erste-Hilfe- oder Ersthelfer-Lehrgängen erwerben und dann regelmäßig auffrischen.

Der **European Resuscitation Council (ECR)**, frei übersetzt der „Europäische Rat für Wiederbelebung“, veröffentlichte 2005 neue „Guidelines for Resuscitation“ (Richtlinien zur Reanimation bzw. Wiederbelebung). Der **BLS-Algorithmus**, d. h. der Basic Life Support-Algorithmus, auf Deutsch: „Genau definierte Handlungsvorschriften für grundlegende lebensunterstützende Maßnahmen“ wurde geändert.

Bisher erfolgte die Durchführung der **cardiopulmonalen Reanimation (CPR)**, also der „Herz-Kreislauf-Wiederbelebnungsmaßnahmen“ in der Reihenfolge der **ABC-Sofortmaßnahmen**:

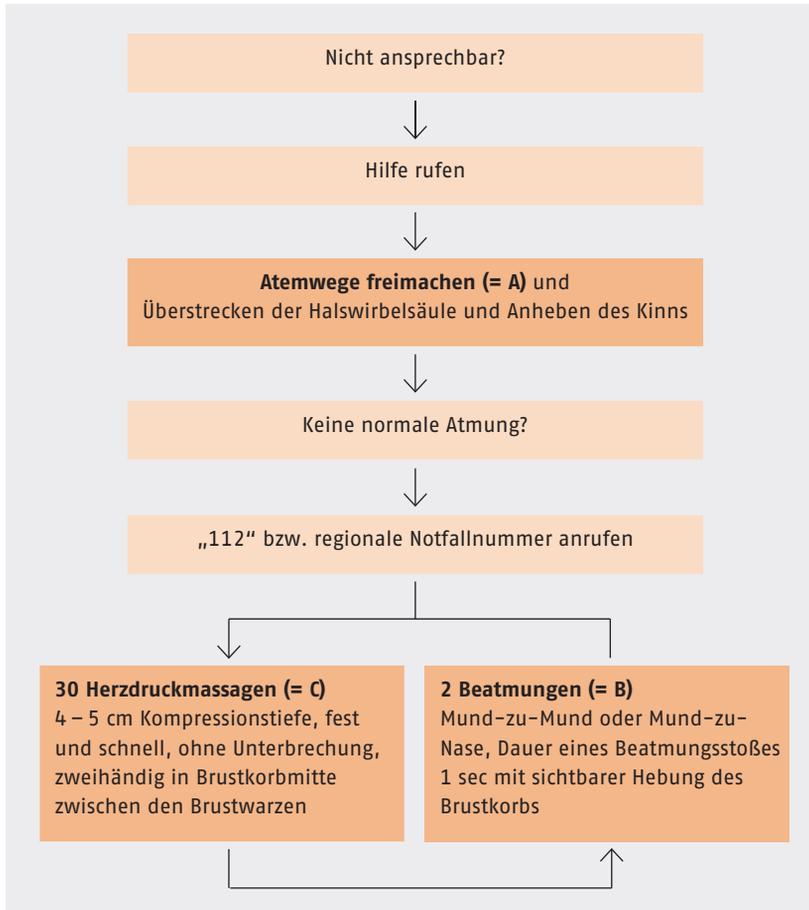
- **A:** Airway (Freimachen der Atemwege),
- **B:** Breathing (Beatmung) und
- **C:** Circulation (Wiederherstellung der Kreislauffunktion, Blutzirkulation durch Herzdruckmassagen).

Daran schließen ggf. an:

- **D:** vasoaktive Medikamente (Drugs) und
- **E:** Suche nach Verletzungen (Environmental Control), z. B. der Wirbelsäule.

Diese bisherige Reihenfolge und auch die Durchführung wurden 2005 **wie folgt geändert**:

Wenn ein Mensch **nicht mehr reagiert und nicht normal atmet**, sollen künftig Laien-Ersthelfer nicht kostbare Zeit mit dem Suchen nach Zeichen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes verschwenden, sondern **sofort** mit der Herzdruckmassage beginnen:



○ Abb. 8.1 Reihenfolge der grundlegenden lebensunterstützenden Maßnahmen

Wenn ein Mensch auf Ihr Schütteln an der Schulter und lautes Ansprechen keine Reaktion zeigt, rufen Sie laut um Hilfe und machen seine Atemwege frei. Sie überstrecken seinen Kopf und heben sein Kinn an. Wenn Sie zweifelsfrei **Spontanatmung** feststellen, positionieren Sie diesen Menschen in eine **stabile Seitenlage**. Wenn Sie allerdings **keine** Spontanatmung feststellen oder sich **nicht sicher** sind, setzen Sie einen **Notruf** per Telefon oder Handy ab und beginnen **sofort** mit den **Wiederbelebungsmaßnahmen**: Sie beginnen mit 30 Herzdruckmassagen, gefolgt von 2 Beatmungen. Die Reihenfolge der ABC-Maßnahmen hat sich somit zu **ACB** geändert.

Bei einem Atem- und Kreislaufstillstand soll **künftig** das Verhältnis von Herzdruckmassage zu Beatmung von bisher 15:2 auf jetzt **30:2**, also 30 Kompressionen des Brustkorbs gefolgt von 2 Atemstößen durch Mund-zu-Mund- oder Mund-zu-Nase-Beatmung, erhöht werden.

Nur bei der Wiederbelebung von Kindern (außer Neugeborenen) durch zwei professionelle Helfer sollen weiterhin Herzdruckmassage und Beatmung im Verhältnis von 15:2 erfolgen.

Die **aktuelle Reihenfolge** der grundlegenden lebensunterstützenden Maßnahmen (**BLS, Basic Life Support**) ist in **Abb. 8.1, ▶S. 192** dargestellt.

Details hierzu und praktische Übungen erfahren Sie auf Erste-Hilfe-Lehrgängen, die regelmäßig von verschiedenen Institutionen angeboten werden.

8.2 Notfallmedikamente

Damit in Notfällen einige sofort benötigte Medikamente kurzfristig von der Apotheke abgegeben werden können, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Bestimmte Medikamente müssen immer in der Apotheke **vorrätig gehalten** werden → Notfallmedikamente nach § 15 Abs. 1 ApBetrO (▶Kap. 8.2.3)
- weitere Medikamente können in der Apotheke **vorrätig gehalten werden oder müssen kurzfristig zu beschaffen** sein → Notfallmedikamente nach § 15 Abs. 2 ApBetrO (▶Kap. 8.2.4, ▶S. 199). Diese befinden sich grundsätzlich in den sog. **Notfalldepots**.

Eine Übersicht über die **Notfallmedikamente nach ApBetrO** finden Sie im Kasten auf ▶S. 194.

8.2.1 Notfallmedikamente in Notfalldepots

In **speziellen Notfalldepots** werden zumindest die in ▶Kap. 8.2.4 (▶S. 199) aufgeführten sowie oft noch zusätzlich weitere Medikamente vorrätig gehalten.

Wo sich diese Notfalldepots befinden, können Sie von der zuständigen Landesapothekerkammer erfahren.

Die aktuellen Kontaktdaten werden regelmäßig in der Fachpresse, wie in der PZ oder DAZ veröffentlicht.

8.2.2 Antidote

Antidote verringern die Gefährlichkeit von Substanzen für den betroffenen Organismus z. B. durch folgende Wirkungen:

- Mindern der Toxizität der Substanz,
- Bindung der Substanz,
- Umwandlung in weniger giftige Substanzen (Entgiftung),
- Verdrängung vom Wirkort (Antagonismus),
- Beschleunigung der Verstoffwechslung,
- Beschleunigung der Ausscheidung,
- spezifische Wirkung.

Antidote stehen nur für wenige Stoffe zur Verfügung, werden gezielt eingesetzt und können u. U. selbst toxisch wirken.

Notfallmedikamente nach ApBetrO

In der Apotheke vorrätig zu halten sind:

1. Analgetika,
2. Betäubungsmittel, darunter Opioide zur Injektion sowie zum Einnehmen mit unmittelbarer Wirkstofffreisetzung und mit veränderter Wirkstofffreisetzung,
3. Glucocorticosteroide zur Injektion,
4. Antihistaminika zur Injektion,
5. Glucocorticoide zur Inhalation zur Behandlung von Rauchgas-Intoxikationen,
6. Antischaum-Mittel zur Behandlung von Tensid-Intoxikationen,
7. Medizinische Kohle, 50 Gramm Pulver zur Herstellung einer Suspension,
8. Tetanus-Impfstoff,
9. Tetanus-Hyperimmun-Globulin 250 I. E.,
10. Epinephrin zur Injektion,
11. 0,9% Kochsalzlösung zur Injektion,
12. Verbandstoffe, Einwegspritzen und -kanülen, Katheter, Überleitungsgeräte für Infusionen sowie Produkte zur Blutzuckerbestimmung.

In der Apotheke vorrätig zu halten oder kurzfristig beschaffbar sein müssen:

1. Botulismus-Antitoxin vom Pferd,
2. Diphtherie-Antitoxin vom Pferd,
3. Schlangengift-Immuneserum, polyvalent, Europa,
4. Tollwut-Impfstoff,
5. Tollwut-Immunglobulin,
6. Varizella-Zoster-Immunglobulin,
7. C1-Esterase-Inhibitor,
8. Hepatitis-B-Immunglobulin,
9. Hepatitis-B-Impfstoff,
10. Digitalis-Antitoxin,
11. Opioide in transdermaler und in transmucosaler Darreichungsform.

8.2.3 Notfallmedikamente, die in der Apotheke vorrätig sein müssen

Nachfolgend aufgeführte Medikamente müssen immer in der Apotheke vorrätig gehalten werden

Analgetika

Indikation: Akute oder chronische schwache bis starke Schmerzen.

Pathophysiologie: Schmerz ist eine komplexe Sinnesempfindung. Grundsätzlich werden thermische, mechanische, oder chemische Reize von Nozirezeptoren des

peripheren Nervensystems wahrgenommen, über Nervenfasern weitergeleitet und im ZNS verarbeitet und interpretiert.

Medikament:

- Schwach wirksame Analgetika: Paracetamol, Metamizol und NSAR wie Diclofenac, Ibuprofen etc.
- Schwach zentral wirksame Analgetika: Niederpotente Opiate bzw. Opioide wie Codein, Tramadol, Tilidin.

Medikamenten-Wirkung:

- Peripher wirksame Analgetika: Wirken in der Körperperipherie hemmen die Cyclooxygenase und damit die Prostaglandinbiosynthese. Dadurch kommt es zu einer Blockade der Schmerzweiterleitung.
- Zentral wirksame Analgetika: Sind an den Endorphin-Rezeptoren (Opiatrezeptoren) oder NMDA-Rezeptoren des ZNS, die für die Schmerzwahrnehmung verantwortlich sind, wirksam.

Betäubungsmittel

Darunter fallen Opioide zur Injektion sowie zum Einnehmen mit unmittelbarer Wirkstofffreisetzung und mit veränderter Wirkstofffreisetzung.

Indikation: Starke und stärkste Schmerzen, Tumorschmerzen.

Pathophysiologie: Schmerz ist eine komplexe Sinnesempfindung. Grundsätzlich werden thermische, mechanische, oder chemische Reize von Nozirezeptoren des peripheren Nervensystems wahrgenommen, über Nervenfasern weitergeleitet und im ZNS verarbeitet und interpretiert.

Medikament: Stark zentral wirksame Analgetika. Opiate bzw. Opioide, wie Buprenorphin, Morphin, Oxycodon, Hydromorphon, Levomethadon.

Medikamenten-Wirkung: Zentral wirksame Analgetika sind an den Endorphin-Rezeptoren (Opiatrezeptoren) oder NMDA-Rezeptoren des ZNS, die für die Schmerzwahrnehmung verantwortlich sind, wirksam.

Glucocorticosteroide zur Injektion

Indikation: Zur Behandlung lebensbedrohlicher Zustände.

Pathophysiologie: Z. B. Entzündungsreaktionen in den Atemwegen (Status asthmaticus), schwere allergische Hautreaktionen, anaphylaktischer Schock.

Medikament: Hoch dosiertes Corticoid (zur Injektion), z. B. Prednisolon oder Methylprednisolon, z. B. Solu-Decortin®-H 250 oder Urbason solubile forte® 250 mg Amp.

Medikamenten-Wirkung: Glucocorticoide senken als Antiphlogistika (z. B. toxisch induzierte) Ödeme und Entzündungen.

Antihistaminika zur Injektion

Indikation: Zur symptomatischen Akutbehandlung allergischer Reaktionen, Pruritus verschiedener Genese, juckende Dermatosen, Urtikaria, Nahrungs- und Arzneimittelallergien, allergischer Rhinitis und dem Quincke-Ödem. Außerdem Einsatz zur

9 Spezielle Giftkunde

In diesem Kapitel begegnen Ihnen konkrete Gefahrstoffe, wie Säuren, Laugen, Lösemittel, Atemgifte und Metalle, mit denen Sie auch im Berufsalltag konfrontiert werden können.

Nach allgemeinen Hinweisen zu Definition, Vorkommen, Giftwirkung, möglichem Missbrauch und grundsätzlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen erfahren Sie zu typischen Vertretern der jeweiligen Gruppen in einer strukturierten Matrix die gefahrstoffrelevanten Eckdaten, wie Hinweise zur Kennzeichnung mit den Piktogrammen und den H- und P-Sätzen, ggf. zur CMR-Einstufung, die Strukturformel und die chemisch-physikalischen Eigenschaften. Daran schließen sich Informationen zu Vorkommen und Verwendung im Alltag an. Neben historischen Anwendungsgebieten erfahren Sie, welche Rolle die Stoffe in der Neuzeit und Gegenwart, in Technik und Chemie – sei es in der Industrie oder im Haushalt – wie auch in der Medizin und Pharmazie spielen. Abschließend folgen Informationen zur Toxizität bei häufigen Intoxikationssituationen sowie Erste-Hilfe-Maßnahmen und Therapieoptionen.

Um die spezielle Giftkunde als aktuell lebendiges Element unserer Realität begreifbar zu machen, habe ich – soweit es der Umfang dieses Buches erlaubt – Bezüge zu historischen, aktuellen, ökologischen, medizinischen, pharmazeutischen, biologischen, chemischen, industriellen und praktischen Gegebenheiten und Situationen skizziert, da die Giftkunde ganz eng mit vielen Dingen unseres Alltags verknüpft ist.

9.1 Säuren

9.1.1 Basiswissen zu Säuren

Definition von Säuren

Säuren sind nach der Theorie von Brønsted (dänischer Chemiker 1879–1947) chemische Stoffe, die Wasserstoffionen (Protonen) abspalten können. Man bezeichnet sie daher als **Protonendonatoren** (lat. donare: schenken).

Basen sind chemische Stoffe, die Wasserstoffionen (Protonen) aufnehmen (akzeptieren) können. Man bezeichnet sie daher als **Protonenakzeptoren**.

Die Übertragung der Protonen auf einen Reaktionspartner (Base bzw. Lösemittel) nennt man Säure-Basen-Reaktion oder **Protolyse**.

10 Vergiftungen und Erkrankungen durch Nahrungsmittel

Auch in Nahrungsmitteln können gesundheitsschädliche Stoffe enthalten sein. Hier erfahren Sie, wie primär harmlose Nahrungsmittel sekundär gefährlich werden können. Sie erfahren an Beispielen, welche biologisch verursachten Gefährdungen von Bakterien, Pilzen, Viren und Prionen in Nahrungsmitteln ausgehen können. Sie lernen welche gesundheitsabträglichen chemischen Substanzen über Nahrungsmittel aufgenommen werden oder hierdurch im Körper entstehen können. Die ausführlichen praxisnahen Informationen zur Prophylaxe werden Sie privat und als PTA in Beratungsgesprächen in der Apotheke bestimmt nutzen können.

10.1 Mikrobiologische Nahrungsmittelintoxikationen

10.1.1 Bakterielle Enterotoxine in Lebensmitteln

Erreger

Bakterien, wie Staphylokokken, Salmonellen, Enterokokken, Coli- und Proteusbakterien, bilden sog. Enterotoxine (griech. Enteron: den Darm betreffend und griech. Toxin: Gift), die Verursacher einer Gastroenteritis (ugs. Magen-Darm-Grippe) sein können.

Beispiel. *Escherichia coli* (*E. coli*) ist ein säurebildendes, gramnegatives, stäbchenförmiges und peritrich begeißeltes (viele Geißeln sind gleichmäßig verteilt) Colibakterium, das im menschlichen und tierischen Darm vorkommt. Das sich schnell teilende Bakterium gehört zur normalen Darmflora und verhindert so das Ausbreiten anderer pathogener Erreger. Einige *E.-coli*-Stämme sind für den Menschen darmpathogen (rufen Darmerkrankungen hervor).

Nach den unterschiedlichen Pathogenitätsfaktoren unterscheidet man folgende Subtypen:

EHEC: enterohämorrhagische *E. coli*; EPEC: enteropathogene *E. coli*; ETEC: enterotoxische *E. coli*; EIEC: enteroinvasive *E. coli*; EAEC (EaggEC): enteroaggregative *E. coli*; DAEC: diffus adhärente *E. coli*.

Vorkommen

Infektionen mit enterotoxinbildenden Bakterien sind z. B. auf folgenden Wegen möglich:

Eierschalen können während der Eischalenbildung oder anschließend durch Exkremate mit Erregern kontaminiert werden. Bei hohen Temperaturen, hoher Feuchtigkeit und eventuellen Schalendefekten kann der Eiinhalt durch die Eischale hindurch infiziert werden. In diesen Eiern und den daraus hergestellten Speisen, die herstellungsbedingt nicht erhitzt werden, wie z. B. Mayon-

naise, Eischaum, Speiseeis, Cremes und einige Süßspeisen, können so Erreger, wie z. B. Salmonellen wachsen.

Daneben können sich Erreger durch einen Lebensmittelumgang, der nicht den hygienischen Standards entspricht, wie z. B. durch ungekühlte oder zu lange Aufbewahrung, Lagerung und Transport oder eine Unterbrechung der Kühlkette vermehren. Hiervon betroffen ist vor allem rohes Fleisch, wie Hackfleisch, Mett oder Schlachtgeflügel sowie nicht oder nicht ausreichend erhitzte Fleischprodukte, wie Rohwurst, Mettwurst oder Fleischsalate.

Toxizität und Intoxikationen

Anhaltende Brechdurchfälle führen schnell zu einem erheblichen Wasser- und Elektrolytverlust (Mineralien). Die „Austrocknung“ des Körpers (Exsikkose) führt zu Kreislaufproblemen mit Kopfschmerzen, Blutdruckabfall und Fieber.

Darminfektionen, die durch enterohämorrhagische *E.-coli*-Stämme (EHEC) verursacht werden, sind meldepflichtig. Mögliche Infektionsquellen sind neben Rindern und Rohmilch auch infizierte Menschen oder Trinkwasser. Nach ca. 8 Tagen kommt es meist zur Spontanheilung. Als Komplikation kann sich ein **hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)** entwickeln.

Enterotoxinbildende *Escherichia-coli*-Stämme (ETEC) sind weltweit als Erreger für etwa 50 % der **Reisediarrhöen** verantwortlich. Sie heften sich mittels sog. plasmidkodierter **Adhäsine**, das sind Erkennungsmoleküle z. B. auf Fimbrien (haarähnliche Anhangsgebilde, die mit Rezeptoren an den Wirtszellen interagieren) an die Dünndarmepithelzellen an, vermehren sich dort und bilden – ebenfalls plasmidkodiert – 2 Enterotoxine: ein hitzelabiles Toxin (LT) und ein hitzestabiles Toxin (ST). **Plasmide** sind kleine, zirkuläre, autonom replizierende DNA-Moleküle, die zusätzlich zur eigentlichen DNA des Bakterienchromosoms vorhanden sind.

Das **hitzelabile Enterotoxin (LT)** knüpft mit einer bindenden Domäne (Bezirk) an die Zielzelle an und bewirkt mit der anderen Domäne über eine Stimulation der **Adenylatcyclase** eine verstärkte Sekretion der Kryptenzellen und eine Absorptionshemmung von Flüssigkeit durch die Zottenzellen.

Das **hitzestabile Toxin (ST)** stimuliert die **Guanylatcyclase** mit der Folge einer Hemmung der Na^+ - und Cl^- -Absorption durch die Enterozyten.

So kommt es zu wässrigen Diarrhöen (Durchfällen), die aufgrund des hohen Wasser- und Elektrolytverlustes sogar lebensbedrohlich sein können.

Der enteropathogene *E.-coli*-Stamm (EPEC) heftet sich an die Dünndarmzellen, zerstört die Mikrovilli und erzeugt so bei Säuglingen Durchfälle.

Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) dringen in Darmschleimhautzellen ein und zerstören diese. Das Krankheitsbild ähnelt der bakteriellen Ruhr.

Bei anderen Enterobakterien spielt neben der Toxinproduktion auch eine Verminderung der Resorptionsfläche durch Befall der Darmschleimhaut mit teilweise blutigen Diarrhöen eine zusätzliche Rolle.

Salmonelleninfektionen, sog. **Salmonellosen**, führen ca. 5 bis 72 h nach Aufnahme zu Bauchschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, heftigen Durchfällen und Fieber. Salmonelleninfektionen sind nach dem **Infektionsschutzgesetz (IfSG)**, dem Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen ebenso wie Infektionen mit z. B. einigen Stämmen des Darmbakteriums *E. coli* **meldepflichtig**. Bei ca. 95 % der Patienten ist die Keimausscheidung nach wenigen Tagen bis einigen Wochen beendet. Bei ca. 1 % der Erkrankten verbleiben Salmonellen bei meist klinisch gesunden Menschen und Tieren in Darm, Gallenblase, Niere oder Leber und werden über Monate bis Jahre ausgeschieden, man spricht von sog. **Dauerausscheidern**.

Besonders anfällig sind Kinder, Ältere, Schwangere und abwehrgeschwächte Menschen, sog. **YOPIs** (Young, Old, Pregnant and Immuno-compromised persons).

Erste-Hilfe-Maßnahmen und Therapieoptionen

- Im Vordergrund der Behandlung der gewöhnlichen Brech-Durchfälle steht die symptomatische Gabe von Flüssigkeit und Elektrolyten. Grundsätzlich ist die Gabe von Motilitätshemmern wie Loperamid sowie Antibiotika kontraindiziert, da sie den Krankheitsverlauf nicht beeinflussen, aber die Salmonellenausscheidung verlängern. Antibiotika können aber z. B. bei Immunschwäche notwendig sein.
- Ersatz der Flüssigkeit und Elektrolyte, die durch Durchfälle und Erbrechen verloren gehen, durch z. B. Oralpädon[®] oder Elotrans[®].

Prophylaxe

Allgemein: Salmonellenkontamination z. B. kann man weder am Geruch noch Aussehen erkennen, daher sind der richtige Umgang mit Lebensmitteln sowie Hygiene der beste Schutz vor einer Infektion. Hier können auch Sie als PTA kompetent beraten.

Kauf: Kaufen Sie nur einwandfreie Ware und halten Sie beim Kauf von Lebensmitteln die Kühlkette z. B. durch Verwendung von Kühltaschen oder einer Kühlbox mit Kühlaggat ein.

Reinigung: Regelmäßiges und gründliches Reinigen der Hände und aller Küchengeräte, wie insbesondere auch der Küchenschneidebretter, verhindert Bakterienausbreitung.

Trennung: Lebensmittel sollten getrennt gelagert und zubereitet werden, um eine Keimübertragung zu verhindern.

Kühlung: Leicht verderbliche Lebensmittel, wie Hackfleisch, sofort nach dem Einkauf in den Kühlschrank legen, da sich z. B. Salmonellen schon ab 7 °C vermehren.

11 Gifte in Genussmitteln

Auch wenn Genussmittel, wie Nicotin, Alkohol und Coffein in unserem Kulturkreis gesellschaftlich toleriert werden, können von ihnen akute, insbesondere von den beiden ersten auch chronische Gefährdungen bei Abhängigkeit ausgehen. Sie lernen die Gefährdungen durch Tabakrauch kennen, denen Aktiv- und Passivraucher gleichermaßen ausgesetzt sind. Diese Gefahren bewirken immer schärfere Nichtrauchergesetze z. B. in den USA, Italien und auch in Deutschland, um Nichtraucher durch Einschränkung des Tabakkonsums in Cafés, Restaurants, öffentlichen Gebäuden oder am Arbeitsplatz zu schützen. Alkohol, der als das bekannte „eine Glas Rotwein zum Essen“, von Erwachsenen in geringen Maßen genossen, sogar eine nachgewiesene kardioprotektive Wirkung haben soll, kann bei Abhängigkeit zu Erkrankungen und sozialem Abstieg führen. Eine Gewöhnung jüngerer Konsumenten an Alkohol ist zunehmend durch süße Alcopops und Mixgetränke zu beobachten. Coffein hat für Kinder ein gewisses Gefahrenpotenzial, da bei ihnen durch Cola und Schokolade bereits in „üblicher“ Menge Überdosierungen möglich sind.

11.1 Toxine im Tabakrauch

11.1.1 Stoffe

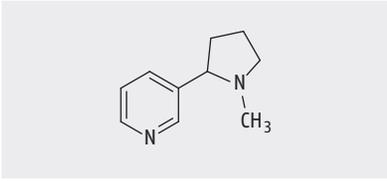
Durch Abbrennen einer Zigarette (Tabakpyrolyse) entstehen etwa 21 Rauch, der neben Teer nachweislich über 4000 feste und gasförmige Stoffe, darunter über 70 krebserzeugende, zahlreiche weitere wahrscheinlich krebserzeugende, giftige und gesundheitsgefährdende Stoffe enthält.

Einige dieser toxikologisch relevanten Stoffe kennen Sie aus der speziellen Giftkunde. Hier eine kleine Auswahl: Alkohole (z. B. Methanol), Ammoniak, Benz[a]pyren, Benzol, Blausäure, Dioxine, Formaldehyd, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Nickel, Nicotin, Nitrosamine, Phenole, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff, Schwermetalle (z. B. Arsen, Cadmium, Chrom und Nickel), Stickoxide u. v. m.

Über den Rauch von Wasserpfeifen (Shisha oder Bong) werden größere Mengen an Teer, Kohlenmonoxid, Arsen, Chrom und Nickel als über filterlose Zigaretten aufgenommen.

11.1.2 Vorkommen und Verwendung

Nicotin, benannt nach dem französischen Gelehrten Nicot, ist das Hauptalkaloid der Tabakpflanze, deren Stammpflanze *Nicotiana tabacum* zur Pflanzenfamilie der Solanaceen gehört. Reines Nicotin (◉ Abb. 11.1) ist eine farblose, ölige Flüssigkeit mit charakteristischem Geruch, die sich an der Luft dunkel färbt.



○ Abb.11.1 Nicotin

Im „Jahrbuch Sucht“ von 2014 und 2015 wurden von der Deutschen Hauptstelle für Suchtfragen e. V. (DHS) alleine für Deutschland folgende Fakten zusammengetragen:

- **Tabakkonsum im Jahr 2015 im Vergleich zum Vorjahr**
 - Fertigzigaretten: $-0,9\%$ = 79 500 000 000 Zigaretten
 - Zigarren, Zigarillos u. a. $+8,4\%$
 - Pfeifentabak: $+13,2\%$
- **Raucheranteil in der Bevölkerung (Jahrbuch Sucht 2014)**
 - rauchende Männer: 34 %
 - rauchende Frauen: 26 %
 - rauchende Männer im Alter von 18–29 Jahre: 47 %
 - rauchende Frauen im Alter von 18–29 Jahre: 40 %
- **Tod durch Rauchen**
 - Tabakbedingte Todesfälle: 100 000–120 000/a
 - Todesfälle durch Passivrauchen: 3300/a
 - Rauchertote in 4 Jahren (2 000–2003): 500 000 Raucher

11.1.3 Toxizität und Intoxikationen

Eine Zigarette enthält je nach Sorte 15–20 mg Nicotin. Nicotin gehört zu den stärksten Giften. Die LD p. o. liegt bei einem Erwachsenen etwa bei 30–40 mg. Ein oral aufgenommener Aufguss von 2–5 Zigaretten bzw. $\frac{1}{2}$ –1 Zigarre – bei Kindern weniger – kann zum Tode führen, so dass auch deshalb Zigaretten von Kindern fernzuhalten sind.

Tabakrauchexposition: Tabakrauch besteht zu ca. 20 % aus dem sog. **Hauptstromrauch**, der durch Ziehen an der Zigarette bei etwa 950 °C entsteht und zu ca. 80 % aus dem sog. **Nebenstromrauch**, der durch das Glimmen der Zigarette zwischen den Zügen bei etwa 500 °C entsteht. Obwohl die Substanzen im Haupt- und Nebenstromrauch qualitativ identisch sind, unterscheiden sie sich quantitativ aufgrund der unterschiedlichen Verbrennungstemperatur. Der Nebenstromrauch enthält z. B. wesentlich höhere Konzentrationen an krebserzeugenden Nitrosaminen, Benzol und Benzo(a)pyren als der Hauptstromrauch. Die Gesundheitsgefährdung durch Zigarettenrauchen resultiert somit keinesfalls nur aus der Giftigkeit des Nicotins. Hinweise zur Toxizität der o. g. Stoffe wurden bereits in der allgemeinen Giftkunde besprochen.

Aktivrauch: Durch Ziehen an der Zigarette nimmt der **Raucher** mit dem Hautstromrauch die gesundheitsschädlichen Substanzen über den Mund und die Lunge auf. Zwischen den Zügen inhaliert er den Nebenstromrauch.

Passivrauch: Dieser besteht aus dem Nebenstromrauch und dem Anteil des Hauptstromrauches, der sich in der Raumluft befindet. Beides wird auch vom **Passivraucher** eingeatmet.

Akute Nicotivergiftungen: Sind durch Rauchen selten, da sich der größte Teil des Nicotins im Zigarettenstummel ansammelt, verbrennt oder verdampft. Das inhalierte Nicotin wird rasch oxidativ zu den Hauptmetaboliten Pyridinmethylaminobuttersäure und Cotinin abgebaut, nur maximal 10 % werden unverändert mit dem Urin ausgeschieden, so dass die Halbwertszeit nur 2 Stunden beträgt. Hierdurch erklärt sich der oft schnelle Griff zur nächsten Zigarette bei sog. **Kettenrauchern**.

Akute Nicotivergiftungen werden eher durch nicotinhaltige Pflanzenschutzmittel oder Rohnicotin hervorgerufen. Akute Intoxikationssymptome durch Zigarettenrauch sind Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Zittern und Schwächegefühl in den Beinen bis hin zu Krämpfen, Schock, Koma und Tod durch Atemlähmung sowie Herzstillstand.

Beispiele für Funktionsstörungen und Erkrankungen bei chronischer Intoxikation von Rauchern durch Tabakrauchexposition

- Arteriosklerose mit KHK (koronare Herzkrankheit), Herzinfarkt, pAVK (periphere arterielle Verschlusskrankheit, im Volksmund „**Raucherbein**“), Zerebralsklerose (Arteriosklerose der Hirngefäße, ugs. „Gehirnverkalkung“) etc.
- Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüre.
- Veränderungen der Stoffwechselfunktionen, z. B. bei Diabetes.
- Schädigung der weiblichen und männlichen Keimzellen, so dass die Missbildungs- und Frühgeburtsrate steigt.
- Bronchialkarzinome und andere maligne (bösartige) Erkrankungen.
- Verkürzung der durchschnittlichen Lebenserwartung um ca. 8 Jahre. Nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sterben weltweit jährlich vier Millionen Menschen, davon in Deutschland 110 000 bis 140 000 Menschen vorzeitig an den Folgen des Tabakkonsums.
- **Rauchende Schwangere** haben ein höheres Risiko für kindliche Fehlbildungen, Fehl-, Früh- oder Totgeburten.
- Die **Säuglinge rauchender Mütter** sterben häufiger am **plötzlichen Kindstod** (sudden infant death syndrome).

Folgen chronischer Intoxikation von Passivrauchern durch Passivrauchexposition

Die MAK-Kommission, die im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wissenschaftliche Grundlagen zum Schutze der Gesundheit vor toxischen Stoffen am Arbeitsplatz erarbeitet, hat 1998 aufgrund der Ergebnisse

12 Giftpflanzen und Giftpilze

Viele Pflanzen haben während der Evolution chemische Strategien entwickelt, um in ihrer Umwelt überleben zu können. Sie haben gelernt, sich vor Fraßfeinden oder UV-Strahlung zu schützen oder Insekten und andere Tiere anzulocken, die über das Weitertragen von Pollen und Samen zur Verbreitung der Pflanze beitragen. Sie werden jetzt zahlreiche chemische Substanzen, sog. sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe kennenlernen, die für den Menschen angenehm (wie duftende ätherische Öle) medizinisch hilfreich (wie Digitalis) oder aber toxisch (wie jene in den Knollenblätterpilzen) sein können. In diesem Abschnitt lernen Sie das Gefährdungspotenzial dieser sekundären Pflanzeninhaltsstoffe für den Menschen, wie auch entsprechende Erste-Hilfe-Maßnahmen und Therapieoptionen bei Intoxikationen kennen.

12.1 Giftpflanzen

12.1.1 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe und ihre Bedeutung für die Pflanze

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, auch Sekundärmetaboliten oder kurz sekundäre Pflanzenstoffe genannt, haben sich wahrscheinlich als Folge der Anpassung der Pflanzen an ihre Umwelt entwickelt. Sie sind zwar für den unmittelbaren Primärstoffwechsel, wie Wachstum und Entwicklung in der Regel entbehrlich, haben aber dennoch für die Pflanzen wichtige Funktionen, wie z. B.:

- Abwehr von Pflanzenfressern,
- chemische Abwehr von Krankheitserregern,
- Verdunstungsschutz,
- Schutz vor UV-Strahlung,
- Pflanzenverbreitung, indem durch Farb- und Aromastoffe Insekten, die Pollen weiter tragen oder Fruchtfresser, die Samen verbreiten, angelockt werden.

Um sich selbst vor der Toxizität der oft schon in kleinen Mengen giftigen pflanzlichen Sekundärstoffe zu schützen, haben die Pflanzen folgende Tricks entwickelt:

- **Toxische** Substanzen speichert die Pflanze in besonderen Zellen bzw. Vakuolen, wie z. B. Alkaloide in speziellen Haaren oder Schuppen. Sie werden erst bei Verletzung der Pflanze freigesetzt.
- Nicht giftige **Toxinvorstufen** und entsprechende **Enzysysteme zur Toxinbildung** sind in der Pflanze räumlich getrennt. Durch Verletzung der Pflanze wird diese räumliche Trennung aufgehoben, so dass die Enzyme die Abwehrttoxine aus den Toxinvorstufen bilden können.

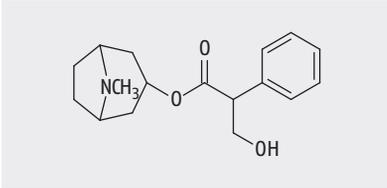
Die Toxizität von Pflanzen wird durch Standort, Jahres- und Tageszeit sowie Witterungsbedingungen beeinflusst.

12.1.2 Beispiele für sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

Alkaloide

Chemische Struktur

Alkaloide, wie das **Atropin** (○ Abb. 12.1), eine der wichtigsten Klassen giftiger Pflanzeninhaltsstoffe, sind Pflanzenbasen, in denen das Stickstoffatom in der Regel cyclisch, d. h. in ein Ringsystem eingebunden ist. Ist der Stickstoff nicht cyclisch eingebunden, wie z. B. beim Ephedrin, spricht man von **Protoalkaloiden**.



○ Abb. 12.1 Atropin

Einteilung nach dem Strukturtyp (Grundgerüst)

Die Pflanze bildet Alkaloide vorwiegend aus Aminosäuren. Diese bestimmen die Grundstruktur des Ringsystems, des Heterozyklus, der als Heteroatom den Stickstoff der Aminosäure enthält. Nach den Aminosäuren bzw. der Art des Heterozyklus erfolgt die Einteilung. Alkaloide, die nicht aus Aminosäuren, sondern aus anderen Verbindungen synthetisiert werden, bezeichnet man als **Pseudoalkaloide**.

Das Alkaloid Atropin z. B. wird in der Tollkirsche aus den Vorstufen Arginin oder Ornithin und Acetoacetat hergestellt. Benannt wird das Alkaloid nach dem entstehenden Tropangerüst als **Tropanalkaloid**.

Weitere Beispiele für Alkaloide sind:

- **Indol-Alkaloide**, z. B. in Risspilzen,
- **Piperidin-Alkaloide**, z. B. im Gefleckten Schierling,
- **Isochinolinalkaloide**, z. B. im Schlafmohn,
- **Diterpen-Alkaloide**, z. B. im Blauen Eisenhut,
- **Senecio-Alkaloide** (Pyrrolizidin-Typ), z. B. im Huflattich, Beinwell,
- **Purin-Alkaloide**, z. B. in der Tabakpflanze,
- **Ephedra-Alkaloide**, z. B. im Khat-Strauch (Protoalkaloid).

Einteilung nach der Herkunft

Die Einteilung erfolgt hier nach dem Namen der Pflanzen bzw. Pflanzenteile, in denen die Alkaloide enthalten sind.

Ergotamin z. B. wird als „**Mutterkornalkaloid**“ oder als „**Secalealkaloid**“ bezeichnet, da es vom Mutterkorn (*Secale cornutum*), der Dauerform eines Mutterkornpilzes (*Claviceps purpurea*), der auf den Ähren von Roggen und anderen Getreidearten wächst, gebildet wird. Im Mittelalter traten epidemieartig Durchblutungsstörungen aufgrund von Vasospasmen (Gefäßverengungen)

mit schmerzhaftem Absterben von Fingern und Zehen (Gangrän) auf. Erst als man im 17. Jahrhundert erkannte, dass die Ursache hierfür eine Vergiftung durch mit Mutterkorn befallenen Roggen war, wurde das Krankheitsbild des sog. **Ergotismus gangraenosus** selten.

Einteilung nach der pharmakologischen Wirkung

Wegen der halluzinogenen Wirkung von Lysergsäureamid (LSA) wird dieses als **halluzinogenes Alkaloid** bezeichnet.

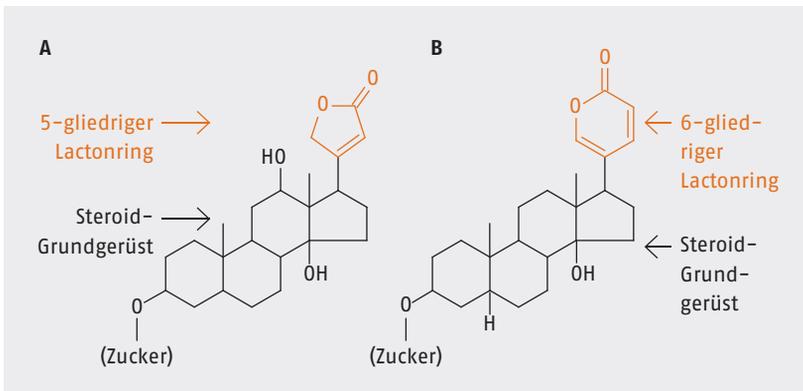
Toxizität für den Menschen:

- Schon geringe Mengen an Alkaloiden können beim Menschen ausgeprägte Wirkungen verursachen.
- Alkaloide können z. B. als Agonisten oder Antagonisten der Neurotransmitterrezeptoren fungieren. Die Tropanalkaloide **Hyoscyamin** und **Scopolamin** wirken als Muscarin-Rezeptor-Antagonisten, das Isochinolin-Alkaloid **Morphin** als Endorphin- und Enkephalinrezeptor-Agonist.
- Colchicin fungiert als ein Mitose-Hemmstoff. Medizinisch kann man sich dies bei der Behandlung der Gicht zunutze machen.
- Pyrrolizidinalkaloide, die die Partialstruktur eines Allylesters aufweisen, haben eine toxische, karzinogene, mutagene und teratogene Wirkung.

Glykoside

Chemische Struktur

Glykoside bestehen aus zwei strukturellen Komponenten: dem **Zucker**, z. B. Glucose, der die Löslichkeit der Glykoside und damit deren Aufnahme und Transport beeinflusst und dem zuckerfreien Teil, dem sog. **Aglykon**, der weitgehend für die (Gift)Wirkung verantwortlich ist und nach dem die Glykoside in Untergruppen differenziert werden.



○ Abb. 12.2 Digoxigenine: A Cardenolid und B Bufadienolid



◦ Abb.12.7 Herbstzeitlose, *Colchicum autumnale* L.



◦ Abb.12.8 Maiglöckchen, *Convallaria majalis* L.

12.1.4 Wichtige Giftpflanzen und ihre Hauptinhaltsstoffe

Colchicum autumnale

Pflanze: *Colchicum autumnale*, Herbstzeitlose, Giftkrokus (◦Abb. 12.7).

Familie: Liliaceae, Liliengewächse.

Inhaltsstoffe: Alkaloid: Colchicin.

Intoxikation: Erbrechen, Übelkeit, kolikartige Durchfälle, Dyspnoe, Zyanose, Tachykardie, Kollaps, Lähmungen, Atemlähmung bei Bewusstsein, Mitosehemmung. 1–2 Wochen nach überstandener Vergiftung Haarausfall.

LD p.o.: Erwachsene 2–5 g Samen, Kinder 1–1,5 g Samen. Kinder lassen sich gerne zum Spielen mit den – mit vielen kleinen Samen gefüllten und daher klappernden – Kapseln verleiten.

Verwechslungen mit der Küchenzwiebel bzw. dem Bärlauch haben schon zu tödlichen Vergiftungen geführt.

Convallaria majalis

Pflanze: *Convallaria majalis*, Maiglöckchen, Maiblume (◦Abb. 12.8).

Familie: Liliaceae, Liliengewächse.

Inhaltsstoffe: Cardenolid–Glykoside und Saponine.

Intoxikation: Bei Berührung Haut- und Augenreizung. Bei Aufnahme Übelkeit, Durchfälle, Herzrhythmusstörungen, initial Hypertonie und Tachykardie, der dann Hypotonie und Bradykardie bis hin zum Herzstillstand folgen.



○ Abb. 12.9 Blauer Eisenhut, *Aconitum napellus* L.



○ Abb. 12.10 Adonisröschen, *Adonis vernalis* L.

Aconitum napellus

Pflanze: *Aconitum napellus*, Blauer Eisenhut, Echter Sturmhut (○Abb. 12.9).

Familie: Ranunculaceae, Hahnenfußgewächse.

Inhaltsstoffe: Alkaloid: Aconitin u. a.

Intoxikation: Parästhesien wie Kribbeln und Brennen, Kälteempfindungen, Untertemperaturen durch Senkung der Körpertemperatur, absteigende Lähmungen, Bradykardie und Arrhythmie, Kreislaufstillstand.

Aconitin ist eines der gefährlichsten Pflanzengifte.

Adonis vernalis

Pflanze: *Adonis vernalis*, Adonisröschen, Ziegenblume (○Abb. 12.10).

Familie: Ranunculaceae, Hahnenfußgewächse.

Inhaltsstoffe: Cardenolid-Glykoside.

Intoxikation: Ähnlich einer Digitalisintoxikation: Übelkeit, Durchfall, Schwindel, Störungen des Farbsehens, Herzrhythmusstörungen, Tod durch Kammerflimmern.

Papaver somniferum

Pflanze: *Papaver somniferum*, Schlafmohn, Gartenblume (○Abb. 12.11, ►S. 329).

Familie: Papaveraceae, Mohngewächse.

Inhaltsstoffe: Alkaloide: Morphin, Codein, Papaverin, Thebain u. a. (Opium ist der eingetrocknete Milchsaft unreifer Samenkapseln).

Intoxikation: Benommenheit, Euphorie (gesteigertes Glücksgefühl), Obstipation, Bradykardie, Miosis und Atemdepression.

Die ganze Pflanze und ihre Zubereitungen fallen unter das **Betäubungsmittelgesetz**.

13 Pflanzenschutzmittel

Sie lernen in diesem Kapitel, wie durch weltweite Anstrengungen und Konzepte Gefährdungen von Mensch und Umwelt durch Pflanzenschutzmittel so weit wie möglich minimiert werden sollen. Einzelheiten zu den Biozidprodukten finden Sie im ►Kap. 18. Nach den Begriffserklärungen werden zunächst die wichtigsten zur Umsetzung notwendigen internationalen und nationalen Gesetze besprochen.

13.1 Begriffsbestimmungen

Schädlingsbekämpfungsmittel sind nach der Gefahrstoffverordnung Stoffe und Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, Schädlinge und Schadorganismen oder lästige Organismen unschädlich zu machen oder zu vernichten.

Sie zählen nach der Apothekenbetriebsordnung zu den apothekenüblichen Waren.

Wichtig: Unterscheide **Schädlingsbekämpfungsmittel** (als Oberbegriff) in die beiden Unterbegriffe **Pflanzenschutzmittel** und **Biozidprodukte**:

Schädlingsbekämpfungsmittel sind

- **Pflanzenschutzmittel** (nach dem **Pflanzenschutzgesetz**)
 - die Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schädlingen schützen sowie
- **Biozid-Produkte** (nach dem **Chemikaliengesetz**)
 - die die Gesundheit und die nichtlandwirtschaftlichen Produkte des Menschen vor Schädlingen schützen.

Im Folgenden werden relevante Begriffe, die im Pflanzenschutzgesetz und der Biozidverordnung wiederholt vorkommen erklärt.

13.1.1 Pflanzenschutz (PS)

Pflanzenschutz dient dem:

- a) Schutz von Pflanzen
 - vor Schadorganismen und
 - nichtparasitären Beeinträchtigungen.
- b) Schutz von Pflanzenerzeugnissen vor Schadorganismen (Vorratsschutz),
- c) Schutz von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen, die selbst Schadorganismen bekämpfen können.

14 Integrierter Pflanzenschutz

14.1 Grundlagen

Im Rahmen der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992, an der 179 Staaten teilnahmen, wurde aufgrund des dringenden Handlungsbedarfs zur Erhaltung der Lebensgrundlagen auf der Erde neben der Klimakonvention, der Konvention über die biologische Vielfalt, der Walderklärung und der Rio Deklaration auch das Aktionsprogramm „**Agenda 21**“ beschlossen.

Die „Agenda 21“, die 21 steht für 21. Jahrhundert, ist ein Aktionsplan für eine weltweite Partnerschaft, die darauf abzielt, eine qualitativ hochstehende Umwelt und eine gesunde Wirtschaft für alle Menschen dieser Erde zu erreichen.

Als Folgekonferenzen fanden **1997 in Kyoto die UN-Weltkonferenz für Klimaschutz** und **2002 in Johannesburg der UN-Gipfel für eine nachhaltige Entwicklung** statt.

Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, die Ressourcen der Erde künftig so behutsam zu bewirtschaften, dass sie den Ansprüchen einer wachsenden Weltbevölkerung genügen und auch zukünftigen Generationen noch Freiräume und Entwicklungschancen bieten.

14.1.1 Konzept des integrierten Pflanzenschutzes

Diesen Forderungen entspricht das Konzept des **integrierten Pflanzenschutzes**, das weltweit als Leitbild des praktischen Pflanzenschutzes gilt.

Seine Ziele sind die

- besondere Berücksichtigung der Nachhaltigkeit der Pflanzenproduktion,
- Einbeziehung ökologischer Elemente, wie die Förderung natürlicher Regelmechanismen und
- gezielte und sparsame Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, indem alle verfügbaren Maßnahmen zu Vorbeugung und nicht chemischen Schadensabwehr genutzt werden.

Auf der Grundlage dieser internationalen Verpflichtung wird im **Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz)** festgeschrieben, dass es zur **guten fachlichen Praxis** gehört, die allgemeinen Grundsätze des **integrierten Pflanzenschutzes** und den **Grundwasserschutz** zu berücksichtigen.

- Konkretes Ziel des integrierten Pflanzenschutzes ist die Minimierung der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß, indem biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische sowie anbau- und kulturtechnische Maßnahmen und Verfahren sinnvoll kombiniert werden.
- Sinnvoll ist eine abgestufte Reihenfolge der Pflanzenschutz-Maßnahmen mit Vorrang biologischer Pflanzenschutz-Maßnahmen, wie Einsatz von Nützlingen und Pflanzenstärkungsmitteln vor biotechnischen und mechanisch/technischen Maßnahmen. Erst wenn alle diese Möglichkeiten ausgereizt sind, können chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden.
- Alle Maßnahmen sollten zudem abhängig von der **wirtschaftlichen Schadensschwelle** erfolgen.

14.1.2 Wirtschaftliche Schadensschwelle

Die wirtschaftliche Schadensschwelle ist ein wichtiges Element des integrierten Pflanzenschutzes. Sie stellt die Höhe des Schadens durch Schaderreger an Kulturpflanzen den Kosten für deren Bekämpfung gegenüber.

Zu den Kosten einer Schadensbekämpfung zählen

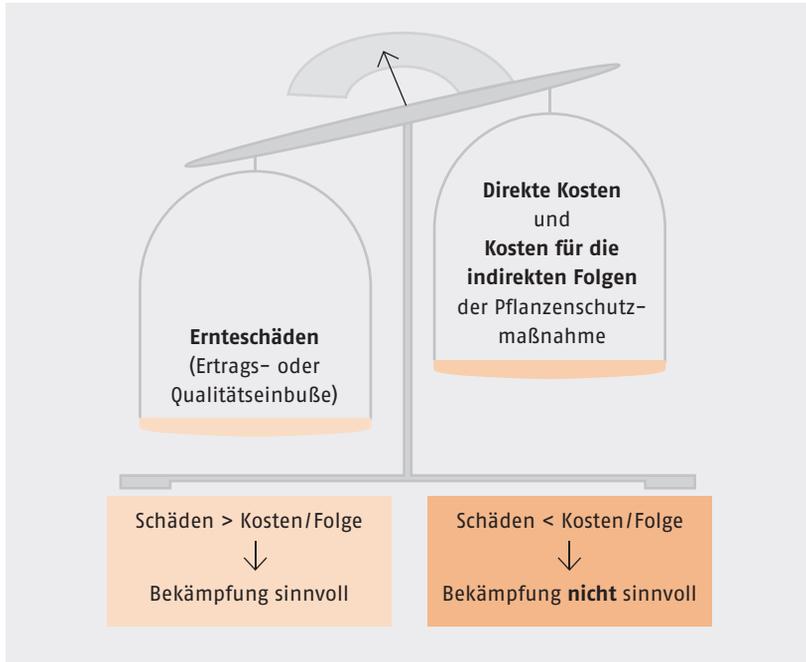
- die **direkten Kosten** für Mittel, Geräte und Personal und
- die **Kosten für die indirekten Folgen** der Bekämpfungsmaßnahmen, wie die Übervermehrung anderer Schadorganismen durch Beseitigung ihrer natürlichen Feinde oder die Resistenzentwicklung.

Ist der zu erwartende Schaden genauso hoch wie die direkten Kosten und die Kosten für die indirekten Folgen, spricht man von der wirtschaftlichen Schadensschwelle (○ Abb. 14.1, ► S. 368).

Eine Bekämpfung ist daher erst sinnvoll, wenn die wirtschaftliche Schadensschwelle überschritten ist, d.h. die Schäden höher als die Kosten und Folgen der Pflanzenschutz-Maßnahme sind. Sind die Schäden geringer als die Kosten und Folgen der Pflanzenschutz-Maßnahme, ist eine Bekämpfung nicht sinnvoll. Diese Entscheidung ist immer im Einzelfall abhängig von der Kulturpflanze und der Art des Schadens zu treffen.

14.2 Vorbeugende Pflanzenschutz-Maßnahmen des integrierten Pflanzenbaus

Durch **vorbeugende** und **direkte** Pflanzenschutz-Maßnahmen sollen Kulturpflanzen vor Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern geschützt werden. Alle Maßnahmen müssen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Schadensschwelle, der Ökologie (Naturhaushalt) und der Ökonomie (Wirtschaftlichkeit) in ein Gesamtkonzept integriert werden.



○ **Abb. 14.1** Wirtschaftliche Schadensschwelle. Modifiziert nach Industrieverband Agrar e. V., www.profil.iva.de

Vorbeugenden Pflanzenschutz-Maßnahmen (○ Abb. 14.2, ► S. 369) sollen verhindern, dass es überhaupt zu einer Schädigung durch Schadorganismen kommt. Zu den vorbeugenden Pflanzenschutz-Maßnahmen zählen u. a.

- Standortgerechte **Sortenwahl** entsprechend der Kulturansprüche der Pflanzen,
- gute **Bodenpflege und Bodenvorbereitung** wie Lockerung, mechanische Unkrautentfernung und das mechanische oder manuelle Entfernen von Schädlingen,
- Anbau weniger anfälliger oder resistenter **Sorten**, da Schädlinge bei Exposition mit chemischen Pflanzenschutzmitteln Resistenzen entwickeln und weitervererben können,
- Einsatz von gesundem **Saat- und Pflanzgut**, Wahl der **Fruchtfolge** und Vermeiden von Monokulturen,
- fachgerechte **Kulturpflege** unter Beachtung der richtigen Saatzeit, Saatechnik, Düngung und Ernteverfahren,
- **Beobachtung** der Entwicklung der Pflanze und der Schadorganismen sowie
- Nutzung des **Warndienstes des Pflanzenschutzdienstes** der Länder. Dieser **amtliche Pflanzenschutzdienst** beobachtet großräumig Kulturpflanzen auf Befall von Schädlingen und Krankheiten und gibt Hinweise, Empfehlungen, Termine und z. T. auch Prognosen für Pflanzenschutzmaßnahmen, abrufbar per Fax, Internet, automatischer Fernsprechauskunft oder in Schriftform.

17 Pflanzenschutzmittel bzw. Biozidprodukte zur Schädlingsbekämpfung

Im diesem Kapitel lernen Sie einige Schädlingsbekämpfungsmittel kennen, wobei der Schwerpunkt dieses Lehrbuches auf den Pflanzenschutzmitteln liegen soll, wenngleich in der Apotheke auch Biozidprodukte nachgefragt und daher hier kurz besprochen werden.

Zur Wiederholung: Schädlingsbekämpfungsmittel sind

- **Pflanzenschutzmittel**, die landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch (§ 6 PflSchG) bzw. bei Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich (§ 6a PflSchG) zur **agraren Schädlingsbekämpfung** genutzt werden bzw.
- **Biozid-Produkte**, die – früher als sog. „nicht landwirtschaftlich genutzte Schädlingsbekämpfungsmittel“ (Abs. 1 und 2 Biozid-Richtlinie, RL 98/8/EG) bezeichnet – der Bekämpfung von Schädlingen dienen, die die Gesundheit von Mensch oder Tier oder natürliche oder gefertigte Materialien nicht-agrarisch schädigen.

Da das wichtigste Unterscheidungskriterium ihr Einsatzzweck ist, kann u. U. der gleiche Wirkstoff eines Schädlingsbekämpfungsmittels sowohl Pflanzenschutzmittel wie auch Biozidprodukt sein.

Neben dem Einsatz zur Schädlingsbekämpfung haben Pflanzenschutzmittel wie auch Biozidprodukte zahlreiche andere Aufgaben in anderen Bereichen (z. B. Einsatz von Bioziden in der Klimatechnik, in Textilien oder Farben für Außenanstriche).

Neben der Kennzeichnung nach der **Pflanzenschutzmittelverordnung (PflSchMV)** ist die Kennzeichnung nach der **Gefahrstoffverordnung** gefordert.

Hinweise zu den folgenden Produktinformationen der Schädlingsbekämpfungsmittel

Aufgabe eines Lehrbuches ist es weniger, die oft sehr große Datenmenge zu Schädlingsbekämpfungsmitteln komplett wiederzugeben, als vielmehr eine repräsentative Auswahl zu treffen.

Alle Schädlingsbekämpfungsmittel, also Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte, sind nur beispielhaft, ohne Wertung und ohne Anspruch auf Vollständigkeit genannt.

■ MERKE

- Das Fehlen einer Anwendungsbestimmung, Auflage, Information, Kennzeichnung oder sonstiger Hinweise zu einem Schädlingsbekämpfungsmittel in diesem Buch lässt also nicht darauf schließen, dass es eine solche Anwendungsbestimmung, Auflage, Information, Kennzeichnung oder sonstige Hinweise nicht gibt. Zudem kann die tatsächliche Produktkennzeichnung von den Angaben der „Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel“ des BVL abweichen, da der Vertreiber die von der Gefahrstoffverordnung bzw. vom BVL geforderte Kennzeichnung ergänzen kann.
- Eine abschließende Auflistung aller Auflagen und Anwendungsbestimmungen für ein Präparat finden Sie auf dessen Verpackung bzw. in dessen Gebrauchsanleitung.
- Pflanzenschutzmittel werden jeweils nur für **10 Jahre** zugelassen. Nach Ablauf ihrer Zulassung dürfen sie nur noch bis zum Ablauf des zweiten auf das Ende der Zulassung folgenden Jahres aufgebraucht werden (**Aufbrauchfrist**), danach ist die Anwendung verboten.
- Nach Ablauf ihrer Zulassung könnten diese daher evtl. nicht mehr oder mit geänderten Auflagen und Kennzeichnungen oder geänderten Anwendungsgebieten etc. neu zugelassen werden. Daher könnten Angaben in diesem Buch u. U. nicht mehr aktuell sein.
- Ich empfehle Ihnen daher ausdrücklich, immer den **aktuellen** Packungsaufdruck und die beigelegte Gebrauchsanweisung sorgfältig zu lesen und ggf. weitere aktuelle Informationen von den Herstellerfirmen oder z. B. online vom BVL in Erfahrung zu bringen.

Hinweise zu den in diesem Lehrbuch aufgeführten Pflanzenschutzmitteln

Zu den **Pflanzenschutzmitteln** finden Sie in diesem Kapitel exemplarisch eine Auswahl an Produktinformationen, insbesondere zu Auflagen, Anwendungsbestimmungen und Hinweisen für Bienen, Fische, Algen und Gewässer, die primär auf den Informationen der „**Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel**“ des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) beruhen. Zu Eigenschaften und Wirkweise der Präparate wurden **zusätzliche** Informationen aufgenommen, die evtl. bei den genannten Beispielspräparaten **nicht** aufgeführt sind. Darüber hinaus finden Sie in der „Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel“ ggf. weitere relevante Auflagen und Anwendungsbestimmungen z. B. für Fliegen, Frösche, Käfer, Milben, Regenwurmpopulationen, Spinnen, Wanzen, Wespen und für Haustiere sowie Hinweise zum Gebrauch der richtigen Schuhe, Handschuhe, Atemmaske, Schutzbrille, Kopfbedeckung, Schutzanzug u. v. m.

□ Tab. 17.2 Schädlinge und Schadbild (Fraßbild) der beißenden Insekten (Fortsetzung)

Schadinsekt		Abbildung	Schadbild	Aussehen
Insekt	Fraßstadium			
Kirschblattwespe	Larve	 <p>Larven der Kirschblattwespe</p>	Fensterfraß	Die Blätter werden von einer Seite abgeschabt, die andere bleibt stehen.
Kohlmotte	Raupe	 <p>Raupe der Kohlmotte</p>		
Kirschfruchtfliege	Made	 <p>Made der Kirschfruchtfliege in einer Kirsche</p>	Fruchtfraß	Die Maden bzw. Larven fressen in den Früchten.
Apfelwickler	Larve	 <p>Raupe des Apfelwicklers <i>Cydia pomonella</i> in einem Apfel</p>		
Maikäfer	Larve, Vollinsekt	 <p>Adulter Maikäfer</p>		

□ Tab. 17.2 Schädlinge und Schadbild (Fraßbild) der beißenden Insekten (Fortsetzung)

Schadinsekt		Abbildung	Schadbild	Aussehen
Insekt	Fraßstadium			
Kleiner Frostspanner	Raupe	 <p>Raupe des Kleinen Frostspanners auf einem Apfelblatt</p>	Kahlfraß	Die ganzen Blätter werden gefressen. Larven des Maikäfers (Engerlinge) leben mehrere Jahre unter der Erde; sie fressen Wurzeln.
		 <p>Schadbild des Frostspanners am Obstgehölz</p>		
Kohleule	Raupe	 <p>Raupe der Kohleule</p>	Lochfraß	Die Blätter werden beim Fressen durchlöchert.
		 <p>Fraßschaden der Kohleule an einem Kohlkopf</p>		