

# 1 Das Gefahrstoffrecht

Das aktuelle Gefahrstoffrecht in Deutschland ist durch das Chemikaliengesetz, die Gefahrstoffverordnung, die Chemikalien-Verbotsverordnung, die Verordnung (EG) Nr.1907/2006 (REACH-VO) und die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-VO) sowie weitere zahlreiche EG- bzw. EU-Richtlinien und -Verordnungen geregelt.

1

## 1.1 Geschichte des Gefahrstoffrechts

---

Seit Ende des 19. Jahrhunderts gibt es in Deutschland ein einheitliches Giftrecht. Vorher hatten viele Länder, wie Bayern, Preußen, Sachsen, und sogar Städte wie z. B. Nürnberg, eigene giftrechtliche Vorschriften. Umgesetzt wurde das Giftrecht damals durch die Giftverordnungen der Länder. Diese Ländergiftverordnungen bestanden nur aus 20 Paragraphen und einer Anlage mit ca. 120 Positionen. Giftige Stoffe, die in den Ländergiftverordnungen nicht aufgeführt waren, wurden über das Strafgesetzbuch erfasst.

Früher zählten auch viele Betäubungsmittel, wie Opium, Morphin, Codein, Cocain u. a. zu den Giften und konnten mit Giftschein in Apotheken und in Drogerien erworben werden. Mit dem Opiumgesetz vom 10. Dezember 1929 traten für die Opiate neue, strengere Vorschriften in Kraft.

Etwa zur gleichen Zeit wurden auch die Reichsverordnungen über die Anwendung hochgiftiger Stoffe erlassen. Es handelte sich um die giftigen Gase Blausäure, Chlorkipkrin (Trichlornitromethan), Ethylenoxid, Brommethan und Phosphorwasserstoff. 1940 kamen Regelungen über die giftigen Pflanzenschutzmittel hinzu.

Bayern fasste 1969 das Giftrecht, das Recht der hochgiftigen Stoffe und das Pflanzenschutzrecht in einer Verordnung zusammen; die anderen Bundesländer folgten diesem Beispiel nicht.

Die Arbeitsstoffverordnung wurde 1971 verkündet. Das Giftgesetz der DDR stammte vom 7. April 1977.

Seit 1967 ist die EG auf dem Gebiet der Gefahrstoffe aktiv: Am 27. Juni 1967 wurde die wichtige Grundrichtlinie 67/548/EWG über gefährliche Stoffe erlassen. Weitere EG-Richtlinien folgten.

Mit Verordnung vom 13. Februar 1978 hat das Land Niedersachsen als erstes Bundesland das Giftrecht europäisiert, die europäischen Symbole, Gefahrenbezeichnungen, die R- und S-Sätze u. a. eingeführt. Die anderen Bundesländer folgten diesem Beispiel.

Am 16. September 1980 wurde das **Chemikaliengesetz** erlassen und am 26. August 1986 wurde das Ländergiftrecht durch die **Gefahrstoffverordnung** ersetzt. Folgende Vorschriften gingen in die Gefahrstoffverordnung ein: Das Giftrecht der Länder, die Reichsverordnungen über hochgiftige Stoffe und die Arbeitsstoffverordnung.

Inzwischen wurde die Gefahrstoffverordnung mehrmals geändert. 1993 wurden die Liste der von der EG eingestuften Stoffe und Zubereitungen (= EG-Stoffliste) und die Vorschriften über das Inverkehrbringen aus der Gefahrstoffverordnung herausgenommen. Die Vorschriften über die Vermarktung gefährlicher Stoffe und Zubereitungen gingen in die Chemikalien-Verbotsverordnung ein. 1999 wurde in der Neufassung der Gefahrstoffverordnung die „**gleitende Verweistechnik**“ eingeführt: Vorschriften der EG über die Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe und Zubereitungen wurden seitdem nicht mehr wortgetreu in die Gefahrstoffverordnung übernommen, sondern mussten den in der Gefahrstoffverordnung angegebenen EG-Richtlinien entnommen werden.

Die Neufassung der Gefahrstoffverordnung im Jahr 2005 legte unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzgesetzes den Schwerpunkt auf Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und die dabei notwendigen Schutzmaßnahmen. U. a. wurden das Schutzstufenkonzept und die **Gefährdungsbeurteilung** eingeführt. Die letzte Neufassung erfolgte im Jahr 2010 unter Berücksichtigung der REACH-VO und der CLP-VO, für 2015 ist eine Neufassung geplant.

## 1.2 Das aktuelle Gefahrstoffrecht

---

Im Juni 1992 fand in Rio de Janeiro die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung („**Rio-Konferenz**“) statt. Sie gilt als Meilenstein für die Integration von Umwelt- und Entwicklungsbestrebungen und war seit der Konferenz der Vereinten Nationen über die Umwelt des Menschen in Stockholm (1972) die erste größere internationale Konferenz, die Umweltfragen in einem globalen Rahmen diskutierte. In der in Rio de Janeiro erarbeiteten Agenda 21 wurde der Grundstein für eine weltweite Vereinheitlichung des Chemikalienrechts und somit für eine zunehmende Sicherheit im Umgang mit toxischen Chemikalien gelegt.

Daraufhin wurde in Europa am 1. Juni 2007 das Chemikalienrecht durch die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (**REACH** = Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) grundlegend harmonisiert. Diese Verordnung regelt die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien und ist als EU-Verordnung unmittelbar für alle Staaten der Europäischen Union rechtsverbindlich.

Eine weitere Folge der Rio-Konferenz war die Implementierung einer weltweit vereinheitlichten Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien. Dieses neue Kennzeichnungssystem wurde im Jahr 2003 von den Vereinten Nationen (UN) eingeführt: **Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals, GHS** genannt.

Am 20. Januar 2009 wurde mit der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (**CLP-VO** = Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, 20.01.2009) die Umsetzung von GHS in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union rechtsverbindlich.

Die CLP-VO ändert die Richtlinien 67/548/EWG (Stoffrichtlinie) und die Richtlinie 1999/45/EG (Zubereitungsrichtlinie) und hebt diese mit Wirkung vom 01. Juni 2015 auf.

▣ **Tab. 1.1** Das aktuelle Gefahrstoffrecht im Überblick

EU/EG-Verordnungen	REACH-VO (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006)
	CLP-VO (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008)
	BIOZID-VO (Verordnung (EU) Nr. 528/2012)
	Pflanzenschutz-VO (Verordnung (EU) Nr. 1107/2009)
Deutsche Gesetze und Verordnungen	Chemikaliengesetz
	■ <b>Chemikalien-Verbotsverordnung</b>
	■ Gefahrstoffverordnung (und Technische Regeln)
	■ u. a.
	Pflanzenschutzgesetz
	■ <b>Pflanzenschutzverordnung</b>
	■ Pflanzenschutzsachkundeverordnung
	■ u. a.
	Arbeitsschutzgesetz
■ <b>Betriebsicherheitsverordnung (und Technische Regeln)</b>	
■ u. a.	

Der Anhang I der Stoffrichtlinie (EG-Stoffliste) wurde in den Anhang VI, Teil 3 der CLP-VO als Tabelle 3.2 direkt übernommen. Die harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung für bestimmte gefährliche Stoffe („Stoffliste“) befindet sich im Anhang VI, Teil 3, Tabelle 3.1 der CLP-VO.

Die Neufassung der Gefahrstoffverordnung, in Kraft getreten am 01.12.2010, letzte Änderung 03. Februar 2015 mit Wirkung zum 01. Juni 2015, berücksichtigt die CLP- und die REACH-Verordnung sowie die Biozid-VO der EU.

Neufassungen des Chemikaliengesetzes gab es 2002, 2008 und 2013, letztere vor allem zur Anpassung an die CLP-VO, die REACH-VO und die Biozid-VO und zur Berücksichtigung der neuen Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung. Die letzte Änderung des ChemG erfolgte am 20.06.2014.

Die Chemikalien-Verbotsverordnung wurde bis jetzt noch nicht auf die neuen EU-Verordnungen abgestimmt, eine Neufassung wird im Jahr 2015 erwartet.

Alle, die sich in die Materie einarbeiten oder auf die Sachkundeprüfung vorbereiten möchten, sollten zunächst die Kapitel 1 bis 4 durcharbeiten und dann ihr Wissen durch das Studium der Originaltexte der EG/EU-Verordnungen (vor allem REACH-VO und CLP-VO), der EG/EU-Richtlinien, der Gefahrstoffverordnung ▶Kap. 9.2, der Chemikalien-Verbotsverordnung ▶Kap. 9.3 und ggf. des Chemikaliengesetzes ▶Kap. 9.1 vertiefen. Nach dem gleichen System sollte in Fachschulen vorgegangen werden.

Die Gesetzestexte der REACH-VO, der CLP-VO, der Biozid-VO, des Pflanzenschutzgesetzes und der wichtigsten Verordnungen zum Thema Pflanzenschutz sind auf der beigefügten CD-ROM enthalten.

Die ▣ Tab. 1.1 zeigt einen Überblick über das aktuelle Gefahrstoffrecht.

## 1.3 Aufbau der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Die Gefahrstoffverordnung ist in sieben Abschnitte und drei Anhänge gegliedert. Der Text der GefStoffV ist in ►Kap.9.2 abgedruckt.

### 1.3.1 Abschnitt 1

Inhalt des 1. Abschnitts sind der Anwendungsbereich und wichtige Begriffe.

Nach § 1 gilt die Verordnung u. a.

- für Regelungen zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung gefährlicher Stoffe und Zubereitungen,
- zum Schutze der Beschäftigten vor Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Gefahrstoffe,
- zum Schutz der Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen,
- für Beschränkungen der Herstellung und Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse und
- für das Inverkehrbringen von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen.

Es wird auf die diesbezüglich gültigen Richtlinien und Verordnungen der EU hingewiesen.

Im § 2 sind wichtige Begriffe, wie Gefahrstoff, Tätigkeit, Arbeitsplatzgrenzwert, biologischer Grenzwert, Fachkunde, Sachkunde u. a. zu finden.

### 1.3.2 Abschnitt 2

Im 2. Abschnitt („Gefahrstoffinformation“) werden in § 3 die einzelnen Gefährlichkeitsmerkmale definiert und in § 4 Hinweise auf die Vorschriften der EU über die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen/Zubereitungen gegeben. § 5 verweist auf die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-VO) als Rechtsgrundlage für das Sicherheitsdatenblatt.

### 1.3.3 Abschnitt 3

Der 3. Abschnitt behandelt die Gefährdungsbeurteilung und Grundpflichten:

§ 6 („**Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung**“) beschreibt die Ermittlung der gefährlichen Eigenschaften der verwendeten Gefahrstoffe und die Erarbeitung einer Gefährdungsbeurteilung. Ohne eine ausreichende Gefährdungsbeurteilung sind Tätigkeiten mit Gefahrstoffen aller Art nicht zulässig. In § 7 werden die Grundpflichten des Arbeitgebers hinsichtlich der Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen erläutert.

### 1.3.4 Abschnitt 4

Im 4. Abschnitt geht es um die Schutzmaßnahmen:

In § 8 werden allgemeine Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen besprochen. § 9 befasst sich mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen, um Gefährdungen durch Einatmen, Aufnahme über die Haut, Verschlucken, Haut- oder Augenkontakt entgegenzuwirken. § 10 beschreibt die besonderen Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen, § 11 die gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefährdungen. In § 13 geht es um Maßnahmen zur Vermeidung von Betriebsstörun-

wird aus allen Meldungen und Vorlagen der Hersteller, Importeure und nachgeschalteten Anwender sowie den harmonisierten Einstufungen und Kennzeichnungselementen erstellt. Gefährliche Stoffe oder solche in gefährlichen Gemischen müssen spätestens einen Monat nach ihrem ersten Inverkehrbringen in das öffentlich einsehbare Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis bei der ECHA gemeldet werden (CLP-VO, Artikel 39 bis 42).

Den nachgeschalteten Anwendern (z. B. Apotheken) ist es gestattet, die Einstufung eines Stoffes oder Gemischs zu verwenden, die von einem Akteur in der Lieferkette gemäß CLP-VO vorgenommen wurde, sofern sie die Zusammensetzung des Stoffes oder Gemischs nicht ändern. Die Lieferanten, also Hersteller, Importeure, nachgeschaltete Anwender oder Händler, in einer Lieferkette sind zur Zusammenarbeit verpflichtet, um die Anforderungen der CLP-VO zu erfüllen. Experten dürfen zu Rate gezogen werden. So müssen z. B. nachgeschaltete Anwender, die neue Informationen, Erkenntnisse zu Stoffen/Gemischen haben, die in den Sicherheitsdatenblättern nicht ausreichend berücksichtigt wurden, gemäß Artikel 34 REACH-VO diese Informationen an ihre Lieferanten weitergeben. Die Angaben der Hersteller im Sicherheitsdatenblatt ►Kap. 2.1.2 sind zusätzlich zum Kennzeichnungsetikett die Grundlage für die Information über die Gefahren von Stoffen und Gemischen.

### 1.7.1 Einstufungskriterien der CLP-VO

Der Anhang I der CLP-VO beschreibt die Kriterien für die Einstufung in die 28 Gefahrenklassen und in ihre Differenzierungen, und enthält zusätzliche Vorschriften darüber, wie diese Kriterien erfüllt werden können.

Die Hersteller, Importeure und nachgeschalteten Anwender ermitteln die **relevanten, verfügbaren Daten**, um zu bestimmen, ob mit einem Stoff eine physikalische Gefahr, eine Gesundheitsgefahr oder eine Umweltgefahr gemäß Anhang I verbunden ist.

Gemäß Artikel 5 CLP-VO sind das:

- Prüfergebnisse von Versuchen gemäß der Verordnung (EG) Nr. 440/2008 (Prüfmethodenverordnung).
- Ergebnisse aus Versuchen, die nach erprobten wissenschaftlichen Grundsätzen, die international anerkannt sind, oder nach Methoden, die anhand internationaler Verfahren validiert sind, durchgeführt wurden.
- Epidemiologische Daten und Erfahrungen über die Wirkungen beim Menschen, wie z. B. Daten über berufsbedingte Exposition und Daten aus Unfalldatenbanken.
- Alle anderen Informationen, die gemäß Anhang XI Abschnitt 1 der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 gewonnen wurden, z. B.
  - Historische Humandaten.
  - (Q)SAR (Quantitative Structure-Activity Relationship):  
Die Quantitative Struktur-Wirkungs-Beziehung beschreibt die Erstellung einer quantitativen Beziehung zwischen einer pharmakologischen, chemischen, biologischen, physikalischen (z. B. Siedepunkt) Wirkung eines Moleküls mit seiner chemischen Struktur.
  - In-vitro-Prüfungen.

- Stoffgruppen- und Analogiekonzept (read across):  
Gemäß REACH-VO können strukturell ähnliche Stoffe zur Bewertung zusammengefasst werden. Das sind z. B. Stoffe mit derselben funktionellen Gruppe oder mit gemeinsamen Ausgangsstoffen.
- Neue wissenschaftliche Informationen.
- Alle anderen Informationen, die im Rahmen international anerkannter Programme zur Chemikaliensicherheit gewonnen wurden.

Gemäß Artikel 7 CLP-VO dürfen bei der Durchführung neuer Prüfungen Tierversuche im Sinne der Richtlinie 86/609/EWG nur dann eingesetzt werden, wenn es keine Alternativen gibt, die eine angemessene Verlässlichkeit und Datenqualität bieten. Versuche an nichtmenschlichen Primaten dürfen nicht durchgeführt werden. Ebenfalls dürfen keine Versuche am Menschen durchgeführt werden.

Die Einstufungen hinsichtlich physikalischer Gefahren erfolgen anhand bekannter, verlässlicher Daten. Neue Prüfungen werden nach den „UN-Empfehlungen für die Beförderung gefährlicher Güter, Handbuch über Prüfungen und Kriterien“ („UN RTDG“) durchgeführt.

Sind die Einstufungskriterien der CLP-VO nicht unmittelbar auf die verfügbaren Informationen anwendbar, sieht die CLP-VO eine Beurteilung aller Informationen durch Experten vor (**Beweiskraftermittlung**, Art. 9).

- **HINWEIS** Exemplarisch werden nachfolgend die Einstufungskriterien einiger Gefahrenklassen verkürzt vorgestellt.

Im Anhang I, Teile 2 bis 5 der CLP-VO können alle Details der Kriterien für physikalische Gefahren, Gesundheits- und Umweltgefahren nachgelesen werden.

Alle Gefahrenklassen mit den Gefahrenkategorien und zugehörigen H- und P-Sätzen sind in [Tab. 1.48](#) [►Kap. 1.18.1](#) aufgeführt.

Stoffbeispiele mit Einstufung und Eigenschaften sind auch in [►Kap. 5](#), [►Kap. 6](#) und [►Kap. 7](#) beschrieben. Die Gefahrenklassen für physikalische Gefahren, Sensibilisierung der Atemwege und der Haut sowie für Umweltgefahren werden in [►Kap. 6](#) ausführlich besprochen.

### Gefahrenklasse „Oxidierende Feststoffe“

Oxidierende Feststoffe sind feste Stoffe oder Gemische, die, obwohl sie selbst nicht unbedingt brennbar sind, im Allgemeinen durch Abgabe von Sauerstoff einen Brand anderer Materialien verursachen oder unterstützen können. Die [Tab. 1.11](#) zeigt die Kriterien für die Einstufung von Stoffen in diese Gefahrenklasse.

Diese Gefahrenklasse gibt ein Beispiel dafür, dass die entsprechende Kategorie manchmal nur am Signalwort und nicht am H-Satz erkennbar ist. Kategorie 2 und 3 ist jeweils der H272 zugeordnet; Kategorie 2 aber mit dem Signalwort „Gefahr“, Kategorie 3 mit dem Signalwort „Achtung“.

▣ Tab. 1.11 Einstufungskriterien „Oxidierende Feststoffe“

Piktogramm Signalwort			
	Gefahr		Achtung
Kategorie	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
<b>Einstufungs- kriterien</b>	Alle Stoffe oder Gemische, die in einem Gemisch mit Cellulose von 4:1 oder 1:1 (Masseverhältnis) eine geringere durchschnittliche Brenndauer aufweisen als die durchschnittliche Brenndauer eines Gemischs Kaliumbromat/Cellulose von 3:2 (Masseverhältnis).	Alle Stoffe oder Gemische, die in einem Gemisch mit Cellulose von 4:1 oder 1:1 (Masseverhältnis) eine gleiche oder geringere durchschnittliche Brenndauer aufweisen als die durchschnittliche Brenndauer eines Gemischs Kaliumbromat/Cellulose von 2:3 (Masseverhältnis) und die Kriterien für Kategorie 1 nicht erfüllen.	Alle Stoffe oder Gemische, die in einem Gemisch mit Cellulose von 4:1 oder 1:1 (Masseverhältnis) eine gleiche oder geringere durchschnittliche Brenndauer aufweisen als die durchschnittliche Brenndauer eines Gemischs Kaliumbromat/Cellulose von 3:7 (Masseverhältnis) und die Kriterien für die Kategorien 1 und 2 nicht erfüllen.
<b>H-Satz</b>	<b>H271:</b> Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel	<b>H272:</b> Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel	<b>H272:</b> Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel
<b>Beispiele</b>	Chromtrioxid, Kaliumbromat, Kaliumchlorat, Natriumchlorat, Natriumperchlorat, (Perchlorsäure 70 %, Wasserstoffperoxidlösung > 70 % als oxidierende Flüssigkeiten, d. h. andere Prüfmethode)	Ammoniumcer(IV)-nitrat, basisches Bismut(III)-nitrat, Cobalt(II)-nitrat, Kaliumdichromat, Kaliumiodat, Kaliumnitrat, Kaliumperanganat, Silbernitrat	Ammoniumpersulfat, Blei(IV)-oxid, Natriumnitrit, (Salpetersäure ≥ 65 % als oxidierende Flüssigkeit)

### Gefahrenklasse „Entzündbare Flüssigkeiten“

Entzündbare Flüssigkeiten sind Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von maximal 60 °C.

Die Kriterien für die Zuordnung zu den drei Gefahrenkategorien dieser Gefahrenklasse sowie das jeweilige Piktogramm, Signalwort, den H-Satz und Stoffbeispiele zeigt die [Tab. 1.12](#).

**Tab. 1.12** Einstufungskriterien „Entzündbare Flüssigkeiten“

Piktogramm Signalwort	 Gefahr	 Achtung	
Kategorie	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Flammpunkt und Siedebeginn	Flammpunkt < 23 °C und Siedebeginn ≤ 35 °C	Flammpunkt < 23 °C und Siedebeginn > 35 °C	Flammpunkt ≥ 23 °C und ≤ 60 °C
H-Satz	H224: Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.	H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.	H226: Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
Beispiele	Diethylether	Aceton, Benzin (DAB), Cyclohexan, Ethanol ≥ 67 % V/V, Isopropanol ≥ 38 % V/V, Methanol ≥ 55 % V/V	Ethanol ≥ 67 % V/V, Isopropanol 3 bis < 38 % V/V, Methanol 10 bis < 55 % V/V, Ätherische Öle (Duftöle)

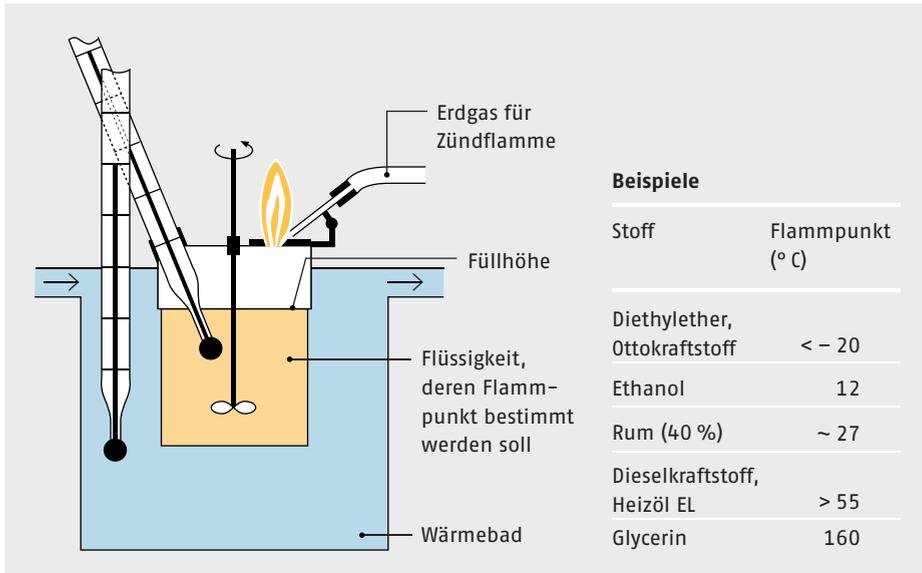
Die Daten über den Flammpunkt und den Siedebeginn können durch Prüfung ermittelt, der Literatur entnommen oder berechnet werden. Sind keine Daten verfügbar, müssen der Flammpunkt und der Siedebeginn durch Prüfung ermittelt werden. Für die Ermittlung des Flammpunktes muss eine Methode angewandt werden, bei der ein geschlossener Tiegel verwendet wird.

Der **Flammpunkt** ist die niedrigste Erwärmungstemperatur einer Substanz bei einem Luftdruck von 101,325 kPa, bei der aus einer Flüssigkeit ein Gas/Luft-Gemisch entsteht, das durch Einbringen einer Zündquelle (z. B. einer Gasflamme) auf der gesamten Tiegeloberfläche entflammt wird.

Beim klassischen Verfahren wird ein Gerät mit Gasheizung und Gaszündung verwendet; die Zündquelle wird durch eine kleine Öffnung im Tiegeldeckel eingeführt. Daneben gibt es elektrisch beheizte sowie halbautomatische und automatische Geräte. Das Prinzip der Flammpunkt-Bestimmung ist aus [Abb. 1.3](#) ersichtlich. Die Verordnung (EG) Nr. 440/2008 und die entsprechenden ATPs geben alle in der EU zugelassenen Prüfmethode an.

### Gefahrenklasse „Akute Toxizität“

In der Gefahrenklasse „Akute Toxizität“ werden schädliche Wirkungen erfasst, die auftreten, wenn ein Stoff oder Gemisch in einer Einzeldosis oder innerhalb von 24 Stunden in mehreren Dosen oral oder dermal verabreicht oder 4 Stunden lang eingeatmet wird.



● **Abb. 1.3** Flammpunktbestimmung nach BG RCI (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, <http://www.gischem.de>)

Die Gefahrenklasse wird differenziert nach:

- akuter oraler Toxizität,
- akuter dermaler Toxizität,
- akuter inhalativer Toxizität.

Die akute Toxizität wird als LD<sub>50</sub>- (oral, dermal) oder LC<sub>50</sub>-Wert (inhalativ) oder als Schätzwert Akuter Toxizität (Acute Toxicity Estimate – ATE) ausgedrückt. Die Höhe dieser Werte bedingt die Zuordnung in vier verschiedene Gefahrenkategorien ■ Tab. 1.13.

■ **Tab. 1.13** Einstufungskriterien „Akute Toxizität“

Piktogramm Signalwort				
	Gefahr		Achtung	
Kategorie	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4
oral (mg/kg Körpergewicht)	ATE ≤ 5	5 < ATE ≤ 50	50 < ATE ≤ 300	300 < ATE ≤ 2000
dermal (mg/kg Körpergewicht)	ATE ≤ 50	50 < ATE ≤ 200	200 < ATE ≤ 1 000	1 000 < ATE ≤ 2000
Gase (ppmV)	ATE ≤ 100	100 < ATE ≤ 500	500 < ATE ≤ 2 500	2 500 < ATE ≤ 20000
Dämpfe (mg/l)	ATE ≤ 0,5	0,5 < ATE ≤ 2,0	2,0 < ATE ≤ 10,0	10,0 < ATE ≤ 20
Stäube und Nebel (mg/l)	ATE ≤ 0,05	0,05 < ATE ≤ 0,5	0,5 < ATE ≤ 1,0	1,0 < ATE ≤ 5,0

In der CLP-VO wurden im Vergleich zu der Richtlinie 67/548/EWG die ATE in der Kategorie 3 angehoben, sodass jetzt mehr Stoffe/Gemische mit dem Totenkopf mit gekreuzten Knochen, GHS06, zu kennzeichnen sind.

Die [Tab. 1.14](#) zeigt die Gefahrenkategorien der Gefahrenklasse „Akute Toxizität“ mit den zugehörigen H-Sätzen und Stoffbeispielen.

**Tab. 1.14** H-Sätze und Beispiele Gefahrenklasse „Akute Toxizität“

Piktogramm Signalwort		 Gefahr		 Achtung
Kategorie	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4
oral	H300: Lebensgefahr bei Verschlucken.	H300: Lebensgefahr bei Verschlucken.	H301: Giftig bei Verschlucken.	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
	Aflatoxin B1	Aconitin, Arsen-trioxid, Atropin-sulfat, Kaliumcyanid, Dichlorvos, Flusssäure, Parathion, Strychnin, Thallium(I)-sulfat	Acrylamid, Anilin, Arsen, DDT, Formaldehyd, Lindan, Metaldehyd, Methanol, Natriumfluorid, Natriumnitrit, Nicotin, Nitrobenzol, Phenol, Tetrachlormethan	Coffein, Diethylether, Kaliumhydroxid, Nelkenöl, Oxalsäure, Pyrethrine, Pyridin, Terpentinöl
dermal	H310: Lebensgefahr bei Hautkontakt.	H310: Lebensgefahr bei Hautkontakt.	H311: Giftig bei Hautkontakt.	H312: Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.
	Aflatoxin B1, Flusssäure, Kaliumcyanid, Nicotin, Strychnin		Anilin, Dichlorvos, Formaldehyd, Methanol, Nitrobenzol, Parathion, Phenol, Tetrachlormethan	Acrylamid, Iod, Lindan, Nelkenöl, Oxalsäure, Pyrethrine, Pyridin, Terpentinöl, Xylol
inhalativ	H330: Lebensgefahr bei Einatmen.	H330: Lebensgefahr bei Einatmen.	H331: Giftig bei Einatmen.	H332: Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
	Blausäure, Flusssäure	Aconitin, Aflatoxin B1, Atropin-sulfat, Brom, Dichlorvos, Kaliumcyanid, Quecksilber, Metaldehyd, Parathion	Anilin, Arsen, Formaldehyd, Methanol, Nitrobenzol, Phenol, Tetrachlormethan	Acrylamid, Iod, Lindan, Pyrethrine, Pyridin, Terpentinöl, Xylol

## 2 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (3. bis 6. Abschnitt GefStoffV)

Auf die Vorschriften über Tätigkeiten mit Gefahrstoffen kann nur insoweit eingegangen werden, als die Vorschriften für Apotheken, Drogeriemärkte, Laboratorien, Schulen usw. von Interesse sind. Regelungen über die Unterrichtung und Anhörung der Arbeitnehmer oder des Personalrates, sowie über Vorsorgeuntersuchungen durch beauftragte Ärzte können in diesem Rahmen nicht näher behandelt werden.

**Anwendungsbereich:** Die Abschnitte 3–6 der GefStoffV beschäftigen sich in erster Linie mit möglichen Gefährdungen für Beschäftigte. Sie gelten für alle Beschäftigten, also auch für Schüler, Studenten, Auszubildende, Beamte und damit auch für Hochschullehrer<sup>1</sup>.

Die Tätigkeitsregeln des 3.–6. Abschnitts betreffen alle gefährlichen Stoffe, nicht nur die giftigen. Sie gelten für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und für das Tätigwerden im Gefahrenbereich<sup>2</sup>, sowie für Pflanzenschutzmittel, soweit keine pflanzenschutzrechtlichen Vorschriften bestehen. Der 3.–6. Abschnitt gilt somit auch für Ärzte, Apotheker, Reinigungskräfte und wegen der Tätigkeit mit metallischem Quecksilber und anderen gefährlichen Stoffen z. B. auch für zahnmedizinische Fachangestellte in Zahnarztpraxen.

### Der 3. bis 6. Abschnitt gilt nicht für die Tätigkeit mit Gefahrstoffen

1. in Betrieben des untertägigen Bergwesens, soweit dort gleichwertige Regelungen bestehen,
2. in privaten Haushalten, weil dort eine Überwachung nicht möglich ist,
3. die biologische Arbeitsstoffe sind.<sup>3</sup>

1 Wer den Arbeitgeber an den Hochschulen repräsentiert, ist in den Ausführungsbestimmungen der Länder geregelt. In Nordrhein-Westfalen z. B. übernimmt diese Aufgabe der Kanzler der Universität.

2 Die Tätigkeitsvorschriften gelten auch für die Herstellung von Arzneimitteln! Alle Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in Apotheken (Rezeptur, Defektur), im Labor fallen unter die Gefahrstoffverordnung und setzen somit eine Gefährdungsbeurteilung mit den betroffenen Beschäftigten voraus.

3 Grund: Es gibt dafür eigene Regelungen.

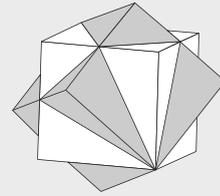
**Beispiel:****Herstellen und Verwenden von Fluor:**

1. **Gewinnung von Flussspat** (= „Fluorit“) durch Abbau von Lagerstätten in Frankreich, Spanien, Italien, Nordafrika, Mexiko, USA, China u. a.
2. **Herstellung von Fluorwasserstoff** aus Flussspat:  

$$\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{HF} + \text{CaSO}_4 \downarrow$$

Flussspat                      Fluorwasserstoff
3. **Herstellung von Fluor aus Fluorwasserstoff (HF)** durch Elektrolyse:  

$$\text{HF} \rightarrow \text{H}_2 + \text{F}_2$$
4. **Verwenden: Ätzen von Glas mit Flusssäure**



Fluorit-Kristall

○ Abb. 2.1 Tätigkeiten mit Fluor

**Was ist eine „Tätigkeit“ im Sinne der Gefahrstoffverordnung?**

Eine Tätigkeit ist jede Arbeit mit Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen, einschließlich Herstellung, Mischung, Ge- und Verbrauch, Lagerung, Aufbewahrung, Be- und Verarbeitung, Ab- und Umfüllung, Entfernung, Entsorgung und Vernichtung. Zu den Tätigkeiten zählen auch das innerbetriebliche Befördern sowie Bedien- und Überwachungsarbeiten (§2 Abs. 5 GefStoffV).

Somit entspricht der Begriff „Tätigkeit“ gemäß GefStoffV dem Begriff „Verwenden“ des ChemG §3:

Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entfernen, Vernichten und innerbetriebliches Befördern.

In [Tab. 2.1](#) sind die einzelnen Tätigkeitsbegriffe erklärt.  
Die [Abb. 2.1](#) zeigt Tätigkeiten mit Fluor.

▣ **Tab. 2.1** Tätigkeiten im Sinne der GefStoffV

Herstellung	=	Produzieren von Stoffen meist in besonderen Anlagen
	=	Urproduktion aus der belebten und unbelebten Welt, z. B. bergmännisches Gewinnen von Mineralfarben, Ernten von Giftpflanzen
Mischung	=	Das Vermengen von Teilen eines Stoffes mit Teilen eines anderen Stoffes
Gebrauch	=	Anwenden gefährlicher Stoffe
Verbrauch	=	Die Stoffe hören auf zu bestehen
Lagerung	=	Aufbewahren für einen längeren Zeitraum
Aufbewahrung	=	Das Bereitstellen für die Dauer von 24 Stunden
Bearbeitung	=	Die wesentlichen Bestandteile bleiben erhalten

▣ **Tab. 2.1** Tätigkeiten im Sinne der GefStoffV (Fortsetzung)

Verarbeitung	=	Die Bestandteile bleiben nicht erhalten, der Stoff wird wesentlich verändert
Abfüllung	=	Z. B. das Einfüllen in abgabefertige Packungen
Umfüllung	=	Das Verbringen von einem Gefäß in ein anderes
Entfernung	=	Wegbringen
Entsorgung	=	Sammeln und Transport in eine zugelassene Deponie oder für einen zugelassenen Entsorger
Vernichtung	=	Einwirkung auf einen Stoff in einer Art, dass er danach nicht mehr besteht
Innerbetriebliches Befördern*	=	Befördern auf dem eigenen Firmengelände oder von einer Krankenhausapotheke zu den einzelnen Stationen des Krankenhauses oder vom Keller in den Verkaufsraum
Bedien- und Überwachungsarbeiten	=	Z. B. Reparaturarbeiten an Sicherheitswerkbänken

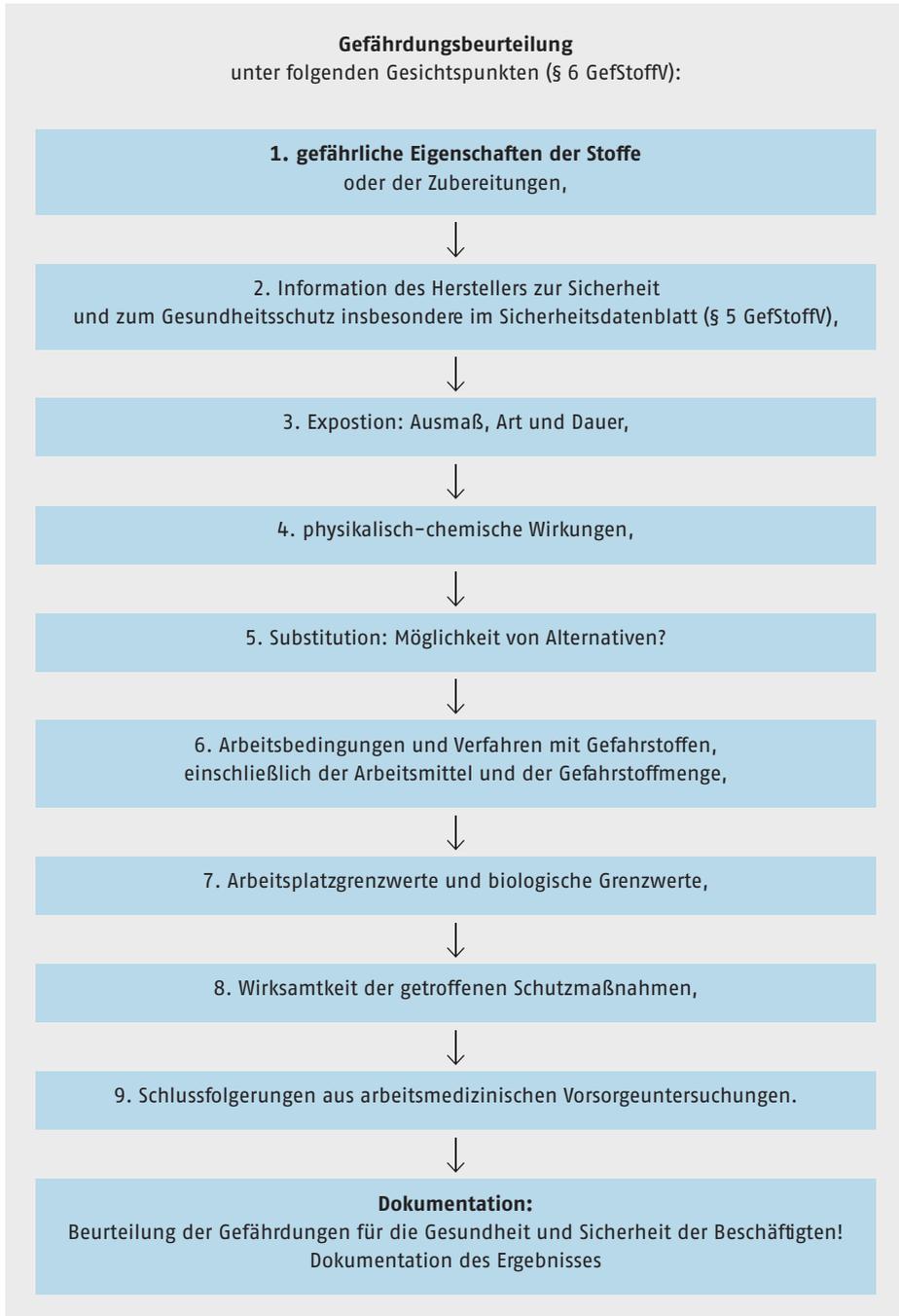
\* Innerhalb des Betriebes gilt die GefStoffV, außerhalb gelten die Verkehrsvorschriften. Das außerbetriebliche Befördern gefährlicher Stoffe ist in den Vorschriften über den Transport von Gütern zur See, mit der Eisenbahn, auf der Straße oder in der Luft geregelt ► Kap. 9.11.

## 2.1 Gefährdungsbeurteilung durch den Arbeitgeber

Wer als Arbeitgeber Tätigkeiten mit gefährlichen Stoffen durchführen will, muss vorher nach § 5 Arbeitsschutzgesetz und § 7 GefStoffV mit den betroffenen Arbeitnehmern eine Gefährdungsbeurteilung durchführen.

Der Arbeitgeber hat zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen oder ob Gefahrstoffe bei diesen Tätigkeiten entstehen oder freigesetzt werden. Ist das der Fall, so hat er alle Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten zu beurteilen und Schutzmaßnahmen festzulegen. Die Gefährdungsbeurteilung muss schriftlich und auf die jeweilige Tätigkeit bezogen, vorliegen. Die laut § 6 GefStoffV geforderten Inhalte einer Gefährdungsbeurteilung sind in **Abb. 2.2** wiedergegeben und werden nachfolgend in dieser Reihenfolge besprochen.

**Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.** Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, so hat er sich fachkundig beraten zu lassen. Fachkundige Personen sind insbesondere der Betriebsarzt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit (§ 6 Abs. 9 GefStoffV). Verantwortlich ist jedoch immer der Arbeitgeber, es sei denn, eine Pflichtenübertragung wird vorgenommen. Die Übertragung von Pflichten des Arbeitgebers auf Führungskräfte erfolgt mittels eines Vertrags. Die Führungskraft muss geeignet und mit der Pflichtenübertragung einverstanden sein (§ 7 ArbSchG). Der Vertrag sollte aus Beweissicherungsgründen schriftlich geschlossen werden. Nach der Übernahme der Pflichten tritt die Führungskraft insofern an die Stelle des Arbeitgebers. Dieser Vertrag wird üblicherweise als Dokument zur Pflichtenübertragung bezeichnet. Die **Abb. 2.3** zeigt ein Beispiel aus der Apotheke.



• Abb. 2.2 Inhalte einer Gefährdungsbeurteilung, § 6 GefStoffV

## 3 Toxikologie und Erste Hilfe bei Vergiftungen

### 3.1 Einführung in die Toxikologie

Die Toxikologie ist die Lehre von den schädlichen Wirkungen chemischer Substanzen auf lebende Organismen. Aufgabe der Toxikologie ist es u. a. mögliche Schädigungen an Lebewesen durch gefährliche Stoffe zu untersuchen, die Risiken für die Gesundheit von Mensch und Tier abzuschätzen und Gefahren abzuwenden.

**Entscheidend für die Wirkung eines gefährlichen Stoffes ist seine Dosis.** Jeder Mensch hat in seinem Körper geringe Mengen an gefährlichen Stoffen (z. B. DDT im Fettgewebe). Solche sehr niedrigen Dosen führen in der Regel zu keiner Vergiftung: das hat bereits Paracelsus vor 500 Jahren erkannt. In der Natur sind giftige Stoffe weit verbreitet. Sowohl Pflanzen als auch Tiere sind in der Lage, zu ihrer Verteidigung giftige Stoffe zu bilden. Beispiele sind die sog. **Alkaloide** (= stickstoffhaltige Pflanzeninhaltsstoffe), wie das sehr giftige Nicotin in der Tabakpflanze oder das Atropin in der Tollkirsche und in anderen Pflanzen. Auch verdorbene Lebensmittel können durch Toxine sehr giftig sein und zu schweren Vergiftungen führen. So liegt die tödliche Dosis von **Botulismus-Toxin** für den Menschen bei etwa 0,000002 Milligramm. Durch Unkenntnis kommt es alljährlich zu Vergiftungen mit giftigen Pilzen, z. B. mit dem Knollenblätterpilz. Bekannt ist auch die krebserzeugende Wirkung der von einem Schimmelpilz gebildeten **Aflatoxine**. Aber auch viele synthetisch hergestellte Stoffe, die in geringen Dosen sehr nützlich sind, können bei falscher Anwendung für Mensch und Tier gefährlich werden. Beispiele sind u. a. Arzneimittel, Düngemittel, Waschmittel, Reinigungsmittel und Stabilisatoren in Kosmetika. Bei unsachgemäßer Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft ist es immer wieder zu Vergiftungen gekommen.

#### 3.1.1 Wirkung gefährlicher Stoffe im Organismus – Toxikodynamik

Um eine Wirkung auszulösen, müssen die Stoffe im Organismus mit speziellen Bindungsstellen, den sog. **Rezeptoren**, Wechselwirkungen eingehen. Je höher die Dosis des gefährlichen Stoffes ist, umso stärker ist auch die Wirkung. Da die Wirkung auch vom Gewicht der Versuchstiere abhängig ist, wird die Dosis meist in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht (mg/kgKG) angegeben. Die Dosis, die den Tod von 50 % der Versuchstiere erwarten lässt, wird als **LD<sub>50</sub>** (**LD = letale = tödliche Dosis**) bezeichnet. Die LD<sub>50</sub>-Werte werden über festgelegte Prüfmethode ermittelt. Die  Tab. 3.1 zeigt die vereinbarten LD<sub>50</sub>-Werte einiger Stoffe.

■ **Tab. 3.1** Liste einiger Wirkstoffe mit Angaben der vereinbarten LD<sub>50</sub>-Werte (Auszug aus Anhang III der außer Kraft getretenen RL 78/631/EWG-Schädlingsbekämpfungsmittel)

Stoff	LD <sub>50</sub> , oral in mg/kg Ratte
Bariumcarbonat	650
Cumachlor	900
Crimidin	1,25
DDT	113
Dichlorvos	56
Lindan	88
Methaldehyd	630
Nicotin	50
Parathion	2
Propoxur	95
Strychnin	5
Warfarin	3

### 3.1.2 Schicksal eines Stoffes im Organismus – Toxikokinetik

Die Toxikokinetik beschreibt den Gang eines Stoffes durch den Körper, also die Aufnahme (Resorption), Verteilung und seine Ausscheidung • Abb. 3.1 „Schicksal gefährlicher Stoffe im Organismus“.

#### Aufnahmewege gefährlicher Stoffe im Körper

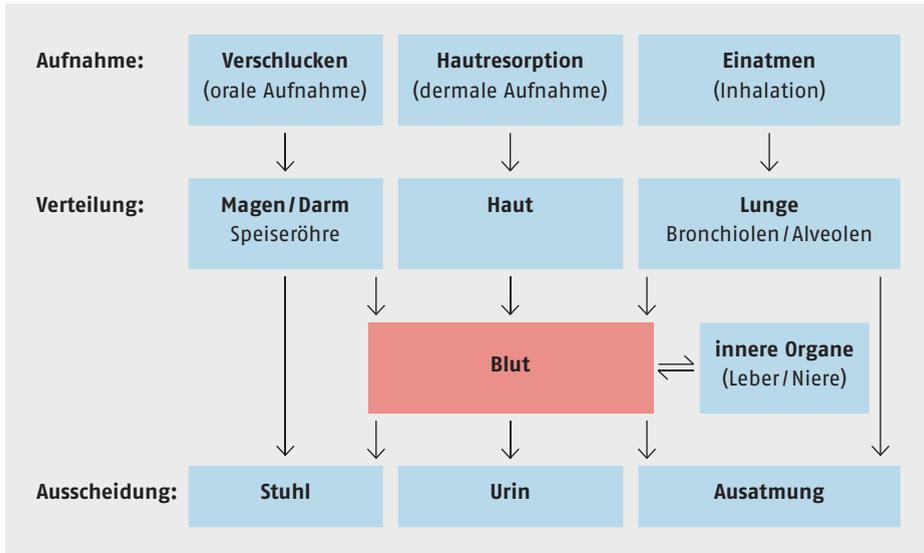
Gefährliche Stoffe gelangen normalerweise auf folgenden Wegen in den Körper

• Abb. 3.2:

1. durch Verschlucken (= orale Aufnahme),
2. durch die Haut (= dermale Aufnahme),
3. durch Einatmen (= inhalative Aufnahme).
4. Bei Arzneimitteln kommen noch weitere Aufnahmewege hinzu, z. B. durch Injektion.

#### Resorption gefährlicher Stoffe

Ein Stoff wirkt erst, wenn er in den Organismus aufgenommen ist, d. h. wenn er bestimmte Hindernisse (z. B. die äußeren Hautschichten oder die Schleimhaut des Magen-Darmtrakts) überwunden hat. Damit hängt die Aufnahme eines Stoffes von seinen Eigenschaften ab, z. B. von **Aggregatzustand** (= fest, flüssig, gasförmig), von seiner Löslichkeit und anderen Faktoren. Fettlösliche und feinverteilte Stoffe werden meist gut resorbiert. Je feiner die Partikel oder die Tröpfchen von Aerosolen sind, umso tiefer dringen sie in die



• Abb. 3.1 Schicksal gefährlicher Stoffe im Organismus

Lunge ein. Nur der Teil einer Dosis, der tatsächlich resorbiert wird, verursacht eine Wirkung. Diese Dosis wird „Effektive Dosis ( $ED_{50}$ )“ genannt.

### Verteilung

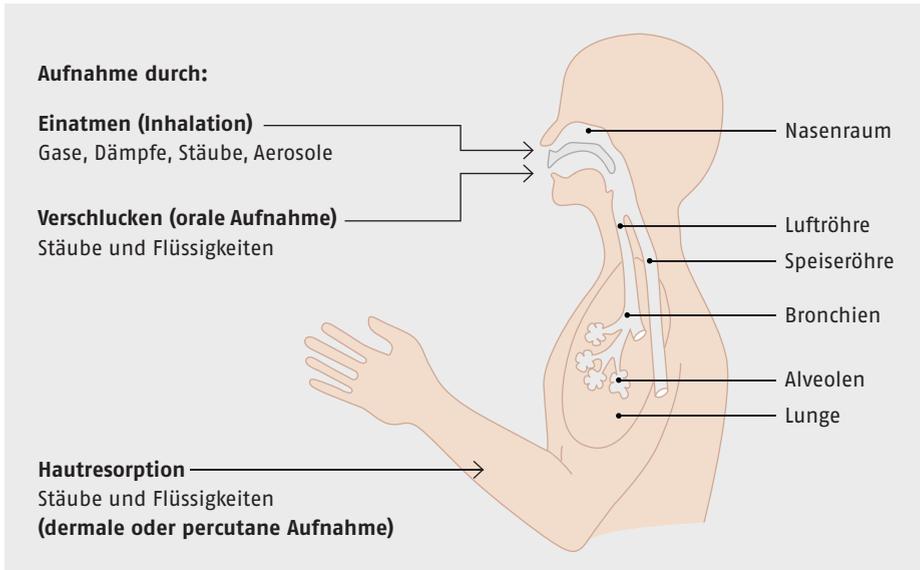
Nach der Resorption werden die aufgenommenen Stoffe normalerweise mit dem Blutstrom durch den Organismus transportiert. Je nach Eigenschaften reichern sie sich an bestimmten Stellen im Körper an, DDT z. B. im Fettgewebe von Mensch und Tier. Geringe Dosen führen meist zu keinem Effekt. Beim Erreichen bestimmter Wirkstoffkonzentrationen, kann die Wirkung ausgelöst werden, die je nach Giftigkeit des Stoffes zu einer Vergiftung führt.

Der Organismus ist aber auch in der Lage, gefährliche Stoffe abzubauen bzw. umzubauen. **Leinsamen** enthält z. B. Linamarin, das im Körper langsam in giftige Blausäure gespalten wird. Die Blausäure aus Linamarin würde zu einer Vergiftung des Patienten führen. Die üblicherweise verwendeten Mengen an Leinsamen werden aber im Körper so schnell abgebaut, dass es zu keiner Blausäurevergiftung kommt.

**Fettlösliche (= lipophile) Stoffe** können vom Organismus in wasserlösliche (= hydrophile) Stoffe umgebaut werden. Das ist sehr wichtig, da viele Stoffe nur in wasserlöslicher Form mit dem Urin bzw. mit der Gallenflüssigkeit den Organismus verlassen können. Solche Umwandlungen finden überwiegend in der Leber statt.

### Ausscheidung (Elimination)

Die Ausscheidung der aufgenommenen Stoffe erfolgt meistens mit dem Urin und der Gallenflüssigkeit. Dabei gilt, je größer die Wasserlöslichkeit der Stoffe ist, umso schneller werden sie ausgeschieden. Diese Eliminationsgeschwindigkeit kann von entscheidender Bedeutung sein (vgl. Leinsamen). Eine langsame Eliminationsgeschwindigkeit führt zur Erhöhung der Stoffkonzentration und damit zur Anhäufung (= Akkumulation) giftiger Stoffe im Körper.



○ **Abb. 3.2** Aufnahmewege gefährlicher Stoffe im menschlichen Körper (aus Umgang mit gesundheitsgefährlichen Arbeitsstoffen BG Chemie Merkblatt M 050)

## 3.2 Erste Hilfe bei Vergiftungen

Wer mit Giften Handel treiben will, muss mit den wichtigsten Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Vergiftungen vertraut sein.<sup>1</sup> Er muss weiter in der Lage sein, betroffene Patienten zu beraten und ihnen gegebenenfalls zu helfen. Um keine falschen Ratschläge zu erteilen und um nicht unnötig Zeit zu verlieren, müssen jedoch in Vergiftungsfällen immer Spezialisten hinzugezogen werden. Solche Fachleute sind in den Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungsfälle in der Bundesrepublik Tag und Nacht erreichbar. Die Telefonnummer ist 1 92 40 mit der jeweiligen örtlichen Vorwahl. Der jeweils neueste Stand der Anschriften und Telefonnummern dieser Auskunftsstellen kann der Roten Liste, die bei allen Ärzten und in allen Apotheken aufliegt, entnommen werden, ►Kap. 3.4, ■Tab. 3.3. Vergiftete gehören so schnell wie möglich in die Hand des Arztes; deshalb wird hier nur die Erste-Hilfe durch Laien besprochen.

### 3.2.1 Erste-Hilfe-Maßnahmen

Bei den ersten Anzeichen einer Vergiftung, wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Leibschmerzen, Darmkoliken, Durchfall, Erbrechen, Magenschmerzen, Schwächegefühl, Krämpfen, Lähmungen, Sehstörungen, Schweißausbrüchen, Schwindel u. Ä. muss sofort ein Arzt gerufen werden, denn bei keiner anderen Erkrankung ist der Zeitfaktor so wichtig wie bei der Behandlung einer **Vergiftung**.

■ **MERKE** Rasches Handeln ist häufig ausschlaggebend für die Rettung des Vergifteten!

<sup>1</sup> Vgl. § 323 c StGB ►Kap. 9.9

## 4 Entsorgung von Gefahrstoffen

Nicht selten kommt es vor, dass Gefahrstoffe nicht mehr gebraucht werden oder aufgrund neuer gesetzlicher Regelungen nicht mehr angewendet werden dürfen. Bevor Gefahrstoffe vernichtet werden, sollte geprüft werden, ob sie nicht ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch zugeführt werden können. Wenn das nicht möglich ist, müssen diese Mittel sachgerecht entsorgt werden. Auf keinen Fall dürfen Gefahrstoffe vergraben, in die Mülltonne geworfen oder gar in den Ausguss geschüttet werden, da oft schon kleinste Mengen für Mensch, Tier und die Umwelt gefährlich sind.

### 4.1 Rechtsvorschriften

---

Rechtsgrundlage für Entsorgung gefährlicher Stoffe ist das **Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)** vom 24. Februar 2012.<sup>1</sup>

Gemäß §6 des KrWG stehen die Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallwirtschaft in folgender Rangfolge:

1. Vermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
3. Recycling,
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung,
5. Beseitigung.

Alle gefährlichen Stoffe im Sinne der GefStoffV, also z. B. Chemikalien, Ausgangsstoffe für Arzneimittel<sup>2</sup>, die beseitigt werden sollen, gehören zu den gefährlichen Abfällen im Sinne des § 48 des KrWG. Sie dürfen nicht wie Hausmüll behandelt werden, sondern sind so zu entsorgen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Dabei ist besonders zu gewährleisten, dass die Gesundheit der Menschen nicht gefährdet, ihr

---

1 Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) zuletzt geändert am 22. Mai 2013 (BGBl. I S. 1324).

2 Das gilt nicht für Altarzneimittel aus privaten Haushalten. Sie sind rechtlich als Siedlungsabfall einzustufen und über den Hausmüll (Restmüll) zu entsorgen, es sei denn, in der Gebrauchsinformation (Beipackzettel) ist anderes vermerkt.

Wohlbefinden nicht beeinträchtigt, Gewässer, Boden und Nutzpflanzen nicht schädlich beeinflusst, Nutztiere, Vögel, Wild und Fische nicht gefährdet, keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen herbeigeführt, die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege gewahrt und die öffentliche Sicherheit und Ordnung weder gefährdet noch gestört werden. Beim Umgang mit Gefahrstoffen sowohl in kleineren Laboratorien als auch in der Industrie steht die Abfallvermeidung bzw. -verminderung im Vordergrund.

Die **Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung, AVV)**<sup>3</sup> stuft alle Abfälle ein, d. h. die Abfälle werden hier einer Abfallart, überwiegend nach der Herkunftsbranche, mit einer Abfallschlüsselnummer zugeordnet. Gefährliche Abfälle sind mit einem „Sternchen“ gekennzeichnet. Abfallarten, die sowohl als gefährlicher als auch als nicht gefährlicher Abfall auftreten können, sind doppelt und mit unterschiedlichen Nummern aufgeführt (Spiegeleinträge).

Anhang III der **Richtlinie 2008/98/EG (Abfallrahmenrichtlinie)** definiert 15 Gefährlichkeitskriterien (H-Kriterien). Mit ihnen kann die Gefährlichkeit von Abfällen, die zu Spiegeleinträgen gehören, bestimmt werden ■ Tab. 4.1. Auch den unterschiedlichen Beseitigungs- und Verwertungsverfahren sind Buchstaben zugeordnet: „D“ entspricht Deponie (Anhang I) und „R“ Verwertungsverfahren (Anhang II).

Die Vermeidung und die Bewirtschaftung von Abfällen unterliegen nach § 47 Abs. 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes der Überwachung durch die zuständige Länderbehörde. In den Ländern, in denen eine Andienungs- und Überlassungspflicht für gefährliche Abfälle besteht, muss der Abfall erzeugende Betrieb seine Behörde über Art, Menge und Zusammensetzung des Abfalls und über die vorgesehene Entsorgungsanlage informieren. Die Behörde weist den Abfall dann einer geeigneten Abfallbeseitigungsanlage zu. Je nach Abfallart können unterschiedliche Entsorgungsverfahren zum Einsatz kommen wie z. B. Lagerung in Deponien oder Verbrennung. Teilweise sind besondere Regelungen oder Rechtsvorschriften zu beachten, beispielsweise bei der Entsorgung von Asbest, von persistenten organischen Schadstoffen (POPs) wie PCBs (Polychlorierte Biphenyle) oder von quecksilberhaltigen Abfällen.

Die **Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung, NachwV)**<sup>4</sup> regelt die Überwachung der Entsorgung gefährlicher Abfälle. Dies geschieht mittels der sogenannten Entsorgungsnachweise, Begleitscheine und Übernahmescheine. Mit dem Entsorgungsnachweis wird, unter Beteiligung des Abfallerzeugers, des Abfallentsorgers und der zuständigen Behörde, die Umweltverträglichkeit eines vorgesehenen Entsorgungsweges vorab geprüft (Vorabkontrolle). Durch Begleit- und Übernahmescheine wird in einem „Quittierungsverfahren“ nachvollziehbar dokumentiert, ob der vorab geprüfte Entsorgungsweg für jeden einzelnen Abfalltransport eingehalten wurde (Verbleibskontrolle). Erfolgt die Entsorgung der Abfälle durch ein nach der Entsorgungsfachbetriebsverordnung zertifiziertes Unternehmen, entfällt die Einzelfallprüfung durch die zuständigen Behörden. Auf Ebene der Bundesländer werden diese Begleitscheinverfahren zunehmend durch elektronische Verfahren abgelöst. Für Abfallkleinmengen sieht die Verordnung bei der Nachweisführung eben-

3 Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379) zuletzt geändert am 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

4 Nachweisverordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298 zuletzt geändert am 05. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4043)).

## 5 Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel

**Biozide** sind im wörtlichen Sinn („bios“ = griechisch „Leben“, „caedere“ = lateinisch „töten“) Substanzen, die Organismen vernichten. In Deutschland gibt es mehr als 30 000 Biozidprodukte, die zur Bekämpfung von Schädlingen wie Insekten oder Ratten, aber auch gegen Bakterien, Viren oder Pilze eingesetzt werden. Sie entfalten ihre Wirkung z. B. über die Lähmung des Nervensystems oder die Beeinträchtigung der Vermehrungsfähigkeit von Schadorganismen. Dadurch sind sie auch potenziell gefährlich für Mensch und Umwelt.

Der Begriff „Pestizide“ umfasst Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel. Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel enthalten oft dieselben Wirkstoffe, unterliegen jedoch unterschiedlichen Gesetzesvorschriften. So können Wirkstoffe zur Anwendung als Biozidprodukte verboten sein, zur Anwendung als Pflanzenschutzmittel hingegen erlaubt sein. In diesem Kapitel werden zunächst die gesetzlichen Grundlagen für Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel besprochen und anschließend die Anwendungsgebiete und Wirkstoffe jeweils mit Zuordnung, ob es sich um Biozide und/oder um Pflanzenschutzmittel handelt.

Zugelassene Wirkstoffe wurden bzw. werden in die Stoffliste, Anhang VI CLP-VO, Tabelle 3.1 aufgenommen und sind entsprechend den dort genannten Angaben zu kennzeichnen. Pflanzenschutzmittel sind u. a. zusätzlich mit dem Ergänzenden Gefahrenhinweis EUH401 (Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten.) zu kennzeichnen.

### 5.1 Gesetzliche Grundlagen Biozidprodukte

Die Zulassung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Biozidprodukten ist in der **Verordnung (EU) Nr. 528/2012** vom 22. Mai 2012 (**Biozid-VO**, **BPR-VO**) geregelt<sup>1</sup>. In der Biozid-VO werden nicht nur Biozidprodukte wie z. B. Desinfektionsmittel, Holzschutzmittel, Mittel zur Bekämpfung von Schädlingen, sondern auch die behandelten Waren berücksichtigt. Ausdrücklich fallen auch dabei verwendete Nanomaterialien, d. h. alle natürlichen, bei Prozessen anfallenden und hergestellten Materialien mit einer Größe

<sup>1</sup> VERORDNUNG (EU) Nr. 528/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten

von 1 nm bis 100 nm, unter die Biozid-VO. Ebenso sind „in situ“ Stoffe von der Biozid-VO erfasst. Ein Beispiel ist Ozon zur Desinfektion, das „am Ort“ durch einen Ozongenerator hergestellt wird.

### 5.1.1 Begriffsbestimmungen gemäß Artikel 3 Biozid-VO

**Biozidprodukte** sind Stoffe oder Gemische in der Form, in der sie zum Verwender gelangen. Sie können einen Wirkstoff enthalten oder aus mehreren Wirkstoffen bestehen oder die Wirkstoffe erzeugen. Sie sind dazu bestimmt, auf andere Art als durch bloße physikalische oder mechanische Einwirkung Schadorganismen zu zerstören, abzuschrecken, unschädlich zu machen, ihre Wirkung zu verhindern oder sie in anderer Weise zu bekämpfen. **Wirkstoff** ist ein Stoff oder ein Mikroorganismus, der eine Wirkung auf oder gegen Schadorganismen entfaltet.

Nach Anhang V der VO werden die Biozidprodukte in folgende 4 Hauptgruppen eingeteilt:

#### Hauptgruppe 1: Desinfektionsmittel

- Produktart 1: Biozidprodukte für die menschliche Hygiene, z. B. Haut- und Kopfhautdesinfektion
- Produktart 2: Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel für den privaten, öffentlichen und industriellen Bereich, z. B. Produkte zur Desinfektion der Luft, Abwasser, von Oberflächen, Stoffen, Einrichtungen, Möbeln, Farben, Textilien und zur Algenbekämpfung, z. B. in Schwimmbädern und Aquarien
- Produktart 3: Biozidprodukte für die Hygiene im Veterinärbereich, z. B. zur Desinfektion von Oberflächen
- Produktart 4: Desinfektionsmittel für den Lebensmittel- und Futtermittelbereich, z. B. Produkte zur Desinfektion von Einrichtungen, Behältern, Besteck, Geschirr, Oberflächen und Leitungen, die bei der Herstellung, Beförderung, Lagerung oder dem Verzehr von Lebensmitteln oder Getränken für Mensch und Tier Verwendung finden
- Produktart 5: Trinkwasserdesinfektionsmittel

#### Hauptgruppe 2: Schutzmittel

- Produktart 6: Schutzmittel für Produkte während der Lagerung gegen mikrobielle Schädigung oder Algenwachstum
- Produktart 7: Beschichtungsschutzmittel, z. B. für Farben, Kunststoffe, Einbände, Papiere gegen mikrobielle Schädigung oder Algenwachstum
- Produktart 8: Holzschutzmittel für Holz, ab dem Einschnitt im Sägewerk, oder Holzserzeugnisse gegen Befall durch holzerstörende oder die Holzqualität beeinträchtigende Organismen inklusive Insekten. Diese Produktart umfasst sowohl Präventivprodukte als auch Kurativprodukte.
- Produktart 9: Schutzmittel für Fasern, Leder, Gummi und polymerisierte Materialien gegen mikrobielle Schädigung
- Produktart 10: Schutzmittel für Baumaterialien, z. B. für Mauerwerk, Verbundwerkstoffe oder andere Baumaterialien außer Holz gegen Befall durch Schadmikroorganismen und Algen

- Produktart 11: Schutzmittel für Flüssigkeiten in Kühl- und Verfahrenssystemen, z. B. gegen Mikroben, Algen und Muscheln
- Produktart 12: Schleimbekämpfungsmittel, z. B. auf Holz und Papiermasse sowie auf porösen Sandschichten bei der Ölförderung
- Produktart 13: Schutzmittel für Bearbeitungs- und Schneidflüssigkeiten von Metall, Glas oder anderen Materialien gegen mikrobielle Schädigung

### Hauptgruppe 3: Schädlingsbekämpfungsmittel

- Produktart 14: Rodentizide
- Produktart 15: Avizide (Mittel gegen Vögel)
- Produktart 16: Bekämpfungsmittel gegen Mollusken und Würmer und Produkte gegen andere Wirbellose
- Produktart 17: Fischbekämpfungsmittel
- Produktart 18: Insektizide, Akarizide und Produkte gegen andere Arthropoden<sup>2</sup>
- Produktart 19: Repellentien und Lockmittel
- Produktart 20: Produkte gegen sonstige Wirbeltiere

### Hauptgruppe 4: Sonstige Biozidprodukte

- Produktart 21: Antifouling-Produkte gegen Mikroben und höhere Pflanzen- und Tierarten an Wasserfahrzeugen, Ausrüstung für die Aquakultur und anderen im Wasser eingesetzten Bauten
- Produktart 22: Flüssigkeiten für Einbalsamierung und Taxidermie<sup>3</sup>

In Deutschland können Avizide, Fischbekämpfungsmittel und Produkte gegen sonstige Wirbeltiere nicht zugelassen oder registriert werden. Rechtsgrundlage für diese Ausnahme ist § 4 der **Biozid-Zulassungsverordnung** (ChemBiozidZulV).

#### 5.1.2 Zulassung von Biozidprodukten und Biozid-Wirkstoffen

Der „gesetzliche Vorläufer“ der Biozid-VO war die **Richtlinie 98/8 EG** vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozidprodukten. Diese Richtlinie ist am 01. September 2013 außer Kraft getreten.

Die Wirkstoffe, die in Anhang I der Richtlinie 98/8/EG aufgeführt waren, wurden in die **Unionsliste zugelassener Wirkstoffe** in Biozidprodukten (auch „Positiv-Liste“ genannt) aufgenommen. Die Liste aller in der EU genehmigten Wirkstoffe wird gemäß Biozid-VO von der ECHA (Europäische Chemikalienagentur mit Sitz in Helsinki) geführt. Sie wird regelmäßig aktualisiert und elektronisch veröffentlicht:

- <http://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Biozid-Verordnung/Wirkstoffe/Genehmigte-Wirkstoffe/Genehmigte-Wirkstoffe.html> (deutsch)
- [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/biocides/active-substances/approved-substances\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/biocides/active-substances/approved-substances_en.htm) (englisch).

<sup>2</sup> Arthropoden sind Gliederfüßer, z. B. Insekten, Spinnentiere und Schalentiere

<sup>3</sup> Präparation von Tieren

Alle zugelassenen Wirkstoffe sind zudem in der Stoffliste der CLP-VO, die regelmäßig aktualisiert wird, aufgeführt.

**Ausschlusskriterien für die Genehmigung von Wirkstoffen sind folgende Stoffeigenschaften:**

- karzinogen, mutagen und reproduktionstoxisch Kategorie 1A oder 1B,
- persistent, bioakkumulierend und giftig (PBT),
- sehr persistent, sehr bioakkumulierend (vPvB),
- das Hormonsystem schädigend.

Unter bestimmten Voraussetzungen sind Ausnahmen von diesen Ausschlusskriterien möglich; der Wirkstoff wird dann allerdings nur für 5 (statt 10) Jahre genehmigt. Eine solche Voraussetzung ist gegeben, wenn das Risiko für Mensch, Tier und Umwelt durch die Exposition vernachlässigbar ist, wenn ein Stoff nachweislich unbedingt für die Gefahrenabwehr erforderlich ist oder die nicht erfolgte Genehmigung verglichen mit dem Risiko unverhältnismäßige negative Folgen für die Gesellschaft hätte. Die Verfügbarkeit geeigneter und ausreichender alternativer Stoffe bzw. Techniken sollte dabei jedoch berücksichtigt werden (Substitution, Artikel 10 Biozid-VO).

**Die Biozid-VO unterscheidet vier Zulassungsverfahren (Kapitel IV Biozid-VO):**

- **Vereinfachte Zulassung:** Dieses Verfahren ist möglich für Biozidprodukte, die keine bedenklichen Stoffe und/oder Nanomaterialien enthalten, deren Wirkstoff(e) in Anhang I der Biozid-VO aufgenommen wurden (z. B. Lavendelöl, Essigsäure, Pheromon der Kleidermotte), deren Anwendung keine persönliche Schutzkleidung erfordert und die eine ausreichende Wirksamkeit besitzen. Ein Produkt, das im vereinfachten Verfahren in einem Mitgliedstaat zugelassen wurde, kann auch in allen anderen Mitgliedstaaten auf den Markt gebracht werden kann.
- **Nationale Zulassung:** Unternehmen, die ihre Produkte in einem EU-Mitgliedstaat verkaufen möchten, müssen über die ECHA eine Produktzulassung in diesem Land beantragen. Die zuständige Behörde des Mitgliedstaats fällt die Entscheidung über die Zulassung. Wird ein Wirkstoff als zu ersetzender Stoff eingestuft, sollte der Mitgliedstaat im Rahmen einer vergleichenden Bewertung prüfen, ob andere zugelassene Biozidprodukte oder nichtchemische Bekämpfungs- oder Präventionsmethoden verfügbar sind, die für die Gesundheit von Mensch und Tier und für die Umwelt ein deutlich geringeres Gesamtrisiko darstellen. Gibt es bereits ein zugelassenes Produkt, das hinreichend wirksam ist, mit keinen anderen wesentlichen wirtschaftlichen oder praktischen Nachteilen verbunden ist und keine Resistenz im Zielorganismus verursacht, wird das neue Produkt beschränkt oder verboten. Die gegenseitige Anerkennung der nationalen Zulassung in anderen Mitgliedstaaten kann ebenfalls beantragt werden.
- **Beschränkte Zulassung:** In Ausnahmefällen kann die zuständige Behörde eines Mitgliedsstaates für die Dauer von 180 Tagen die Bereitstellung und Verwendung eines Biozidprodukts gestatten. Die Ausnahmeregelungen erlauben ebenso die Zulassung von Biozidprodukten mit neuen, noch nicht genehmigten Wirkstoffen für einen Zeitraum von maximal 3 Jahren.
- **Unionszulassung:** Diese Zulassung ermöglicht Unternehmen, ihre Biozidprodukte in der gesamten Union in Verkehr zu bringen. Für Produkte, die neue Wirkstoffe, auch in

## 6 Giftkunde zur Vorbereitung auf die umfassende Sachkundeprüfung

Giftige Stoffe spielen in der Technik und im Handel eine bedeutende Rolle. Man denke nur an den ungeheuren Verbrauch an Lösemitteln in der Industrie, an die häufige Verwendung giftiger Reagenzien in den Laboratorien, an den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft, an die Erfolge durch Rodentizide im Vorratsschutz, an die Entwesung von Lagerräumen mit giftigen Gasen.

In Apotheken und Drogerien, den klassischen Gifthändlern des vergangenen Jahrhunderts, ist der Handel mit giftigen Stoffen rückläufig. Das hat viele Gründe. So hat die Industrie die losen Gifte durch weniger giftige Fertigpräparate ersetzt. Es sei hier nur auf die Farben hingewiesen. Viele Schädlingsbekämpfungsmittel, die früher vorwiegend in Drogerien verkauft worden sind, werden heute fast ausschließlich in landwirtschaftlichen Lagerhäusern abgegeben. Die wenigen Präparate, die in Apotheken und Drogerien noch geführt werden, rechtfertigen eine intensive Besprechung aller giftigen Stoffe nicht. Hinzu kommt, dass jeder berufliche Verwender gemäß § 6 GefStoffV Anspruch auf ein Sicherheitsdatenblatt hat, so dass er sich jederzeit und schnell über die wichtigsten Eigenschaften seines gefährlichen Stoffes unterrichten kann.

Deshalb wurden aus der großen Zahl der giftigen Stoffe nur die wichtigsten ausgewählt und diejenigen, die ausschließlich arzneilich verwendet werden, aus der Giftkunde gestrichen.

Auf giftige Stoffe, die auch als Arzneimittel verwendet werden und im Europäischen Arzneibuch (Ph. Eur.), im Deutschen Arzneibuch (DAB) oder im Deutschen Arzneimittel-Codex (DAC) aufgeführt sind, wird durch die Abkürzung Ph. Eur., DAB, DAC etc. hingewiesen.

Da die umfassende Sachkundeprüfung neben den sehr giftigen, giftigen, brandfördernden, hochentzündlichen und den gesundheitsschädlichen Stoffen mit dem R-Satz R 40, R 62, R 63 oder R 68 auch die giftigen Biozide sowie die giftigen Pflanzenschutzmittel und den Handel mit giftigen Begasungsmitteln umfasst, sollten die Prüflinge alle Kapitel dieses Buches durchgearbeitet haben, bevor die umfassende Sachkundeprüfung ablegt wird.

- **HINWEIS** In den folgenden Kapiteln werden viele Stoffe mit ihren gefährlichen Eigenschaften beschrieben. Wenn nicht anders angegeben, wurden die Daten zur Kennzeichnung der Stoffliste entnommen. Die P-Sätze, Vorsorgehinweise, sind nicht angegeben. Diese können dem jeweiligen Sicherheitsdatenblatt oder individuell entsprechend der Verwendung und Gefahrstoffmenge den Tabellen der CLP-VO ▶Kap.1.18.1 entnommen werden. Zu beachten sind natürlich auch die zusätzlichen Abgabevorschriften der CLP-VO (z. B. tastbarer Warnhinweis, kindergesicherter Verschluss), die Beschränkungen des Anhangs XVII der REACH-VO und die der ChemVerbotsV ▶Kap.1.12, ▶Kap.1.13, ▶Kap. 1.14, ▶Kap. 1.15. Gefährliche Eigenschaften, die die Beachtung der Vorgaben der REACH-VO und der ChemVerbotsV fordern, sind durch Fettdruck hervorgehoben.

## 6.1 Organische Lösemittel

---

Lösemittel sind – ganz allgemein ausgedrückt – Flüssigkeiten, die zum Lösen oder Verdünnen anderer Stoffe dienen, ohne diese Stoffe chemisch zu verändern. Das wichtigste Lösemittel ist demnach das Wasser. Daneben gibt es noch viele andere Stoffe, die als Lösemittel im obigen Sinne verwendet werden, z. B. die Mineralsäuren und die Laugen.

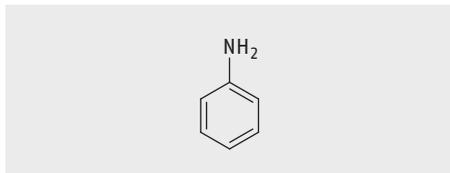
Unter Lösemittel im eigentlichen chemischen Sinne versteht der Chemiker allerdings nur die sogenannten organischen Lösungsmittel.

Die Lösemittel dienen unter anderem:

- als Extraktionsmittel, z. B. zum Extrahieren von Drogeninhaltsstoffen,
- als Medium für chemische Reaktionen,
- als Wirkstoffträger (z. B. Alkohol in kosmetischen Erzeugnissen),
- als Bestandteil von Reinigungsmitteln.

Einige Lösemittel werden nachfolgend vorgestellt.

## Anilin



○ Abb. 6.1 Strukturformel von Anilin



H301+H311+H331 – Giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.

H317 – Kann allergische Hautreaktionen verursachen.

H318 – Verursacht schwere Augenschäden.

H341 – Kann vermutlich genetische Defekte verursachen.

H351 – Kann vermutlich Krebs erzeugen.

H372\* – Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.

H400 – Sehr giftig für Wasserorganismen.



### Gefahr

Anilin **○**Abb. 6.1 ist eine farblose, ölige Flüssigkeit, die sich an der Luft und durch Licht gelb bis braun färbt. Anilin besitzt einen eigenartigen Geruch und brennt mit rußender Flamme. Anilin dient als Ausgangsmaterial für Synthesen, als Reagenz (DAB, Ph. Eur.) und als Lösemittel.

### Toxizität

Anilin ist ein starkes Blutgift; es zerstört die roten Blutkörperchen, wobei sich Lippen, Nase, Ohren und Fingernägel blaurot verfärben (Zyanose).

### Vergiftungserscheinungen

Erst Euphorie, dann Schwindel, Kopfschmerzen, Erbrechen, Atemnot.

### Erste-Hilfe-Maßnahmen

►Kap. 3.2

\* H372:  $C \geq 1\%$ ; H373:  $0,2\% \leq C < 1\%$  (Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.)

## Benzol (Benzen)



Abb. 6.2 Strukturformel von Benzol



H225 – Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.



H304 – Kann bei Verschlucken oder Eindringen in die Atemwege tödlich sein.

H315 – Verursacht Hautreizungen.

H319 – Verursacht schwere Augenreizung.

H340 – Kann genetische Defekte verursachen.

H350 – Kann Krebs erzeugen.



H372 – Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.

### Gefahr

Benzol  Abb. 6.2 ist eine farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit von charakteristischem Geruch. Es ist mit den anderen organischen Lösemitteln in jedem Verhältnis mischbar; in Wasser löst es sich kaum.

Benzol dient als Lösemittel, als Zusatz zu Ottokraftstoffen, als Reagenz (DAB, Ph. Eur.), als Ausgangsstoff zur Herstellung vieler organischer Verbindungen. Gefahrstoffe mit einem **Benzolgehalt** ab **0,1%** dürfen nicht mehr in den Verkehr gebracht (REACH-VO Anhang XVII und ChemVerbotsV) und nicht mehr verwendet werden. Ausgenommen sind u. a. Treibstoffe, die von der Richtlinie 98/70/EG erfasst sind, und industrielle Verfahren in geschlossenen Systemen. Nach der **10. Bundesimmissionschutzverordnung**<sup>1</sup> muss Ottokraftstoff, wie in Richtlinie 98/70/EG<sup>2</sup> beschrieben, der DIN EN 228 entsprechen und darf maximal 1,0 Volumenprozent Benzol enthalten.

### Toxizität

15–30 g Benzol peroral aufgenommen wirken beim Erwachsenen tödlich. Gefährlich ist auch das Einatmen konzentrierter Benzoldämpfe, das nach kurzer Zeit zu Bewusstlosigkeit und zum Tode führen kann. In verdünnter Form verursacht Benzol nach längerem Einatmen Blutungen in der Haut und im Zahnfleisch. Die Einatmung einer mit 2% Benzol verunreinigten Luft kann schon innerhalb von 5 bis 10 Minuten tödlich sein.

### Vergiftungserscheinungen

Rausch, Euphorie, Atemlähmung, Kreislaufkollaps.

### Erste-Hilfe-Maßnahmen

► Kap. 3.2

1 Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraft- und Brennstoffen – 10. BImSchV) vom 08. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1849) zuletzt geändert am 02. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021)

2 RICHTLINIE 98/70/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen zuletzt geändert am 05. Juni 2009

## 7 Begasungsmittel

Es gibt eine kleine Gruppe von sehr gefährlichen Giften, bei denen nicht nur der Handel, sondern auch die Verwendung erlaubnispflichtig ist. In der Gefahrstoffverordnung Anhang I Nr. 4 werden diese Stoffe als Begasungsmittel bezeichnet. Es handelt sich um folgende Stoffe:

- **Hydrogencyanid** (Cyanwasserstoff, Blausäure) sowie Stoffe und Zubereitungen, die zum Entwickeln oder Verdampfen von Hydrogencyanid oder leicht flüchtigen Hydrogencyanidverbindungen dienen.
- **Phosphorwasserstoff** sowie Stoffe und Zubereitungen, die Phosphorwasserstoff entwickeln.
- **Ethylenoxid** und Zubereitungen, die Ethylenoxid enthalten.
- **Sulfuryldifluorid** (Sulfurylfluorid).
- **Formaldehydlösungen**, einschließlich Stoffen und Zubereitungen, aus denen sich Formaldehyd entwickelt oder verdampft, oder bei denen Formaldehyd sich gasförmig oder in Form schwebfähiger Flüssigkeitströpfchen verteilt, um die Desinfektion sämtlicher Flächen eines Raums zu erreichen.
- **sehr giftige und giftige Stoffe und Zubereitungen**, die für Begasungen zugelassen sind
  - als **Biozid-Produkt** nach Abschnitt IIa des Chemikaliengesetzes oder
  - als **Pflanzenschutzmittel** nach dem Pflanzenschutzgesetz.

Einschränkungen bei der Verwendung sind:

- Ethylenoxid und Zubereitungen, die Ethylenoxid enthalten, dürfen nur in vollautomatisch programmgesteuerten Sterilisatoren und in vollautomatischen Sterilisationskammern verwendet werden.
- u. a.

**Wer Begasungen mit den oben genannten Begasungsmitteln durchführen will, bedarf der Erlaubnis der zuständigen Behörde.**

**Voraussetzungen:**

1. Zunächst muss der **Nachweis der Sachkunde** durch ein Zeugnis über die Teilnahme an einem anerkannten Lehrgang mit bestandener Prüfung erbracht werden.

2. Dann kann bei der zuständigen Behörde ein **Befähigungsschein** beantragt werden. Diesen Befähigungsschein erhält, wer
  - a) die für Tätigkeiten mit Begasungsmitteln erforderliche Zuverlässigkeit besitzt,
  - b) durch das Zeugnis einer Ärztin oder eines Arztes nach § 7 Absatz 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge nachweist, dass keine Anhaltspunkte vorliegen, die ihn für Tätigkeiten mit Begasungsmitteln körperlich oder geistig ungeeignet erscheinen lassen,
  - c) die erforderliche Sachkunde nachweist und
  - d) ausreichende Erfahrungen für Begasungen nachweist sowie
  - e) mindestens 18 Jahre alt ist.
3. Wenn die obigen Voraussetzungen erfüllt sind, kann bei der zuständigen Behörde die **Erlaubnis für die Durchführung von Begasungen** beantragt werden.

Diese Erlaubnis erhält, wer

- a) als Antragsteller die erforderliche Zuverlässigkeit und soweit er die Begasung selbst leitet, einen Befähigungsschein besitzt,
- b) über eine ausreichende Zahl von Befähigungsschein-Inhabern verfügt; diese Befähigungsschein-Inhaber sind der zuständigen Behörde zu benennen.

Der Befähigungsschein wird entsprechend dem geführten Nachweis der Sachkunde beschränkt. Er erlischt, wenn der zuständigen Behörde nicht spätestens 5 Jahre seit der Ausstellung des Zeugnisses eines beauftragten Arztes ein neues Zeugnis vorgelegt wird.

Zur Begasung dürfen nur solche Personen eingesetzt werden, die durch Teilnahme an einem anerkannten Lehrgang über Tätigkeiten mit Begasungsmitteln und bestandene Prüfung nachgewiesen haben, dass sie sachkundig sind. Details und Ausnahmen sind in der TRGS 512, Begasungen, beschrieben.

Auch die Durchführung von Begasungen ist in der GefStoffV Anhang I Nr. 4 geregelt:

So ist z. B. eine **Niederschrift über durchgeführte Begasungen** anzufertigen und es muss sichergestellt sein, dass keine Personen gefährdet werden. Einzelheiten über die Durchführung der Begasungen sind in der TRGS 512 und in der TRGS 513, Tätigkeiten an Sterilisatoren mit Ethylenoxid und Formaldehyd, beschrieben ▶ Kap. 9.2.1.

## 7.1 Hydrogencyanid und Cyanide

### Hydrogencyanid (HCN, Cyanwasserstoff, Blausäure)



H300+H310+H330 – Lebensgefahr bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.

H410 – Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.



Gefahr

Hydrogencyanid (HCN) kommt in der Natur frei in größeren Mengen in dem auf Java wachsenden Baum *Pangium edule* vor. Außerdem ist Blausäure in cyanogenen Glykosiden, insbesondere in den bitteren Mandeln (Amygdalin), in den Kirschlorbeerblättern (Prunasin) und in Leinsamen (Linamarin) enthalten<sup>40</sup>. Auch Aprikosen-, Kirsch-, Pfirsich- und Zwetschgenkerne sind blausäurehaltig. Im ungereinigten Leuchtgas findet sich ebenfalls Blausäure.

Reines wasserfreies Hydrogencyanid ist eine farblose, leicht bewegliche, bittermandelartig riechende, leicht flüchtige Flüssigkeit, die bei 26,5°C siedet. Blausäure ist hochentzündlich und im Gemisch mit Luft explosionsfähig. Sie löst sich in Wasser, Alkohol und Ether in jedem Verhältnis. Blausäure ist eine sehr schwache Säure. Ihre Salze heißen Cyanide. Das bekannteste Salz ist das Kaliumcyanid, auch Zyankali genannt.

Blausäure zählt zu den wirksamsten gasförmigen Schädlingsbekämpfungsmitteln. Es dient als Begasungsmittel für Silos, Speicher, Mühlen, Schiffe und Gewächshäuser gegen Vorratsschädlinge, als Pflanzenschutzmittel bei Pflanzen in Vegetationsruhe und in Gewächshäusern. Nahezu alle Schädlinge und ihre Entwicklungsstadien, auch die Eier, werden durch Blausäure abgetötet. Außerdem wird Hydrogencyanid z. B. zur Herstellung komplexer Salze (Kaliumhexacyanoferrate, Berliner Blau) und als Ausgangsstoff großtechnischer Synthesen verwendet.

In Deutschland erinnert der Begriff Blausäure an die Massenexekution in den Gaskammern der nationalsozialistischen Vernichtungslager.

**Bei allen Arbeiten mit Blausäure ist größte Vorsicht geboten.** Es muss stets unter einem geeigneten, gut ziehenden Abzug gearbeitet werden. Die Arbeitsräume sind ausreichend zu lüften. Zum Schutz gegen Blausäuregas sind Gasmasken mit einem Spezialfilter zu verwenden (DIN 3181/EN 141).

Kleine Mengen von Cyanidlösungen (Labormaßstab) können am besten mit verdünnter Eisen(II)-Sulfatlösung entsorgt werden. Es bildet sich das ungiftige Kaliumhexacyanoferrat(II), gelbes Blutlaugensalz.

### Toxizität

Die tödliche Dosis von Blausäure liegt bei 1 mg/kg Körpergewicht. 0,2–0,3 mg Blausäure pro Liter Luft wirken rasch und sicher tödlich auf den Menschen, ebenso 0,15 g Zyankali oder ca. 60 bittere Mandeln (bei Kindern schon 5–10). Cyanwasserstoff dringt auch durch die Haut, besonders bei starkem Schwitzen, in den Körper ein. Ein Tropfen Blausäure, in eine offene Wunde gebracht, kann den Tod herbeiführen.

Die Giftwirkung der Blausäure beruht auf der Blockierung der Cytochrom-c-Oxydase in den Mitochondrien im Zellinneren. Dadurch wird die Einschleusung von Sauerstoff in das Gewebe unterbrochen und es kommt zu einer „inneren Erstickung“. Blausäure ist also ein Atemgift.

### Vergiftungserscheinungen

Kleine Mengen Blausäure führen zu Reizerscheinungen der Schleimhäute, der Augen, des Rachens und der oberen Luftwege, zu Lichtscheu, Tränen- und Speichelfluss, Herzklopfen, Schwindel, Ohrensausen, Erbrechen und Atemnot.

### Erste-Hilfe-Maßnahmen

► Kap. 3.2. In der notärztlichen Versorgung wird als Antidot 4-Dimethylaminophenol (4-DMAP), Natriumthiosulfat oder auch Hydroxocobalamin eingesetzt.

<sup>40</sup> Der Blausäuregehalt der bitteren Mandeln ist mit 250 mg HCN/100 g sehr hoch. Leinsamen sind trotz ihres Blausäuregehalts eine völlig harmlose Droge, da ihre kleinen Cyanidmengen im Körper schnell entgiftet werden (Prof. Schilcher, DAZ 1986, Seite 1794).

## Salze der Blausäure (Kaliumcyanid, Natriumcyanid)



H300+H310+H330 – Lebensgefahr bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.  
 H410 – Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.  
 EUH032 – Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.



### Gefahr

**Kaliumcyanid** bildet eine weiße grobkörnige Salzmasse oder weiße Kristalle. Es riecht infolge Hydrolyse nach Blausäure und zerfließt an der Luft. In Wasser ist es sehr leicht löslich. Wegen der großen Giftigkeit ist beim Arbeiten mit Zyankali größte Vorsicht geboten. Es ist in dicht schließenden Gefäßen an trockenen Orten aufzubewahren.

Zyankali ist trotz seiner Giftigkeit eine viel verwendete Chemikalie. Es dient zur Herstellung galvanischer Bäder, zur Vergoldung und Versilberung, zum Reinigen von Gold und Silber, in der Fotografie, zum Töten von Tieren, zur Stahlhärtung und als Reagenz (Ph. Eur.)<sup>41</sup>.

**Natriumcyanid** bildet farblose, in Wasser und Alkohol sehr leicht lösliche, würfelförmige Kristalle. Die wässrige Lösung reagiert infolge Hydrolyse sehr alkalisch. Es wird wie Kaliumcyanid angewandt.

### Toxizität, Vergiftungserscheinungen, Erste-Hilfe-Maßnahmen

Siehe Blausäure ► Kap. 7.1

<sup>41</sup> Hin und wieder wird von Sammlern Kaliumcyanid zum Töten von Schmetterlingen verlangt. Die Tötung der Falter erfolgt meist in Giftgläsern, die sich die Sammler häufig selbst herstellen. Es werden 11–15 cm hohe und 6–8 cm breite Gläser verwendet, die mit einem paraffinierten Kork verschlossen werden. Ein etwa walnussgroßes Stück oder eine entsprechende Menge kristallines Zyankali wird in eine 2–3 cm dicke Gipschicht eingebettet und gibt dann über einen längeren Zeitraum Blausäure zum Töten der Schmetterlinge ab. Auch von Goldschmiedern wird Kaliumcyanid verwendet. Bei der Angabe sind die Dokumentations- und Informationspflichten gemäß § 3 ChemVerbotsV zu beachten.

## 9 Nationale Rechtsvorschriften

### 9.1 Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)

Vom 16. September 1980 (BGBl. I S. 1718), in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. August 2013 (BGBl. I S. 3498, 3991) zuletzt geändert am 20. Juni 2014 (BGBl. I S. 824).

#### Inhaltsübersicht

##### Erster Abschnitt

##### Zweck, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

- § 1 Zweck des Gesetzes
- § 2 Anwendungsbereich
- § 3 Begriffsbestimmungen
- § 3a Gefährliche Stoffe und gefährliche Gemische
- § 3b (weggefallen)

##### Zweiter Abschnitt

##### Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 und der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

- § 4 Beteiligte Bundesbehörden
- § 5 Aufgaben der Bundesstelle für Chemikalien
- § 6 Aufgaben der Bewertungsstellen
- § 7 Zusammenarbeit der Bundesstelle für Chemikalien und der anderen beteiligten Bundesoberbehörden
- § 8 Gebührenfreiheit der nationalen Auskunftsstelle
- § 9 Informationsaustausch zwischen Bundes- und Landesbehörden
- § 10 Vorläufige Maßnahmen
- § 11 (weggefallen)
- § 12 (weggefallen)

### 9.10.3 Verordnung über die Anwendung bienengefährlicher Pflanzenschutzmittel (Bienenschutzverordnung – BienSchV 1992)

Vom 22. Juli 1992 (BGBl. I S. 1410) zuletzt geändert am 27. Juni 2013 (BGBl. I S. 1953).

Nach der Bienenschutzverordnung ist es verboten, bienengefährliche Pflanzenschutzmittel an blühenden und an anderen Pflanzen, wenn sie von Bienen befliegen werden, anzuwenden. Außerdem dürfen derartige Pflanzenschutzmittel nur mit Zustimmung der Imker innerhalb eines Umkreises von 60 m um Bienenstände innerhalb der Zeit des täglichen Bienenfluges angewandt werden. Ferner sind bienengefährliche Pflanzenschutzmittel zu kennzeichnen und so zu handhaben und aufzubewahren, dass Bienen nicht mit ihnen in Berührung kommen können.

Gemäß **Verordnung (EG) 1107/2009** über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln darf die Zulassung für ein Pflanzenschutzmittel nur erteilt werden, wenn in einer **geeigneten Risikobewertung** festgestellt wird, dass unter Praxisbedingungen keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Larven, auf das Verhalten der Honigbienen und auf das Überleben sowie die Entwicklung von Bienenvölkern eintreten. Die Prüfungsanforderungen sind in den EU-Verordnungen (EU) Nr. 283/2013 und (EU) Nr. 284/2013 genannt.

### 9.10.4 Verordnung über die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten (Pflanzenschutz-Geräteverordnung – PflSchGerätV)

Vom 27. Juni 2013 (BGBl. I S. 1953, 1962).

Die PflSchGerätV regelt Einzelheiten über die Anforderungen und Kontrolle der im Gebrauch befindlichen Pflanzenschutzgeräte sowie über die Prüfung von Neugeräten.

## 9.11 Gefahrgutvorschriften

---

Während für den innerbetrieblichen Transport von Gefahrstoffen (z. B. von einer Krankenhausapotheke auf eine Station) das Chemikaliengesetz und die Gefahrstoffverordnung anzuwenden sind, gibt es für die Beförderung gefährlicher Güter außerhalb der Betriebe eigene Vorschriften. Rechtsgrundlage ist das Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz – GGBefG) vom 06. August 1975 (BGBl. I S. 2121) neugefasst am 07. Juli 2009 (BGBl. I S. 1774, 3975) zuletzt geändert am 07. August 2013 (BGBl. I S. 3154). Dieses Gesetz findet u. a. keine Anwendung im grenzüberschreitenden Verkehr, wenn und soweit auf den betreffenden Beförderungsvorgang Vorschriften der Europäischen Gemeinschaften oder zwischenstaatliche Vereinbarungen oder auf solchen Vorschriften oder Vereinbarungen beruhende innerstaatliche Rechtsvorschriften unmittelbar anwendbar sind.

**Aufgrund dieses Gesetzes wurden u. a. folgende Verordnungen erlassen:**

- **Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB:** Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. März 2015 (BGBl. I S. 366). Diese Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/68/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. September 2008 über die Beförderung gefährlicher Güter im Binnenland (ABl. L 260 vom 30.9.2008, S. 13).

- **Gefahrgutverordnung See – GGVSee:** Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. März 2014 (BGBl. I S. 301) zuletzt geändert am 26. Februar 2015 (BGBl. I S. 265). Diese Verordnung dient der Umsetzung des Artikels 12 der Richtlinie 2002/59/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2002 über die Einrichtung eines gemeinschaftlichen Überwachungs- und Informationssystems für den Schiffsverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 93/75/EWG des Rates (ABl. EG Nr. L 208 S. 10).
- **Gefahrgutbeauftragtenverordnung – GbV:** Verordnung über die Bestellung von Gefahrgutbeauftragten in Unternehmen vom 25. Februar 2011 (BGBl. I S. 341) zuletzt geändert am 26. Februar 2015 (BGBl. I S. 265). Diese Verordnung gilt für jedes Unternehmen, dessen Tätigkeit die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, auf der Schiene, auf schiffbaren Binnengewässern und mit Seeschiffen umfasst. Ausnahmen sind in der Verordnung benannt.

### 9.11.1 Luftverkehrsgesetz (LuftVG)

Vom 01. August 1922 (RGBl. 1922 I S. 681) neu gefasst am 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698) zuletzt geändert am 07. August 2013 (BGBl. I S. 3154).

### 9.11.2 Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)

Seit 1957 gibt es ein Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR = Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route). Dieses Übereinkommen wurde mehrfach aktualisiert bzw. geändert. In Deutschland ist das Übereinkommen in dem „Gesetz zu dem Protokoll vom 28. Oktober 1993 zur Änderung des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) vom 12. Dezember 2007“ (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil II Nr. 40) verankert.

Die „Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)“ (Stand 01. Januar 2013, Anlageband zum Bundesgesetzblatt Teil II Nr. 15 vom 21. Juni 2013) enthält alle Durchführungs-, Kennzeichnungs- und sonstige Transportvorschriften. So sind gefährliche Güter beim Transport besonders zu kennzeichnen; Beispiele in Form einer Gegenüberstellung der Gefahrenpiktogramme nach dem Gefahrstoffrecht mit den verkehrsrechtlichen Gefahrzetteln zeigt die ■ Tab. 9.5. Die Klassifizierung der Gefahrgüter erfolgt nach anderen Prioritäten als im Gefahrstoffrecht. Während im Gefahrstoffrecht die toxischen Eigenschaften im Vordergrund stehen, sind es im Transportrecht die physikalisch-chemischen Eigenschaften, wie z. B. die Entzündbarkeit gefährlicher Güter ■ Tab. 9.6.

Auf weitere Einzelheiten zum Transportrecht kann in diesem Rahmen nicht eingegangen werden.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass für den innerbetrieblichen Transport die Regelungen des Gefahrstoffrechts gelten, für den außerbetrieblichen Transport die oben genannten verkehrsrechtlichen Vorschriften.

▣ Tab. 9.5 Beispiele für die Kennzeichnung gefährlicher Güter nach ADR

Gefahrenklassen ADR	Gefahrenpiktogramme CLP-V0	Gefahrzettel ADR (Beispiele)
Gefahr der Klasse 1 (Unterklasse 1.1) Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff		
Gefahr der Klasse 2 (Nr. 2.1) Entzündbare Gase		
Gefahr der Klasse 2 (Nr. 2.2) Nicht entzündbare, nicht giftige Gase		
Gefahr der Klasse 5.1 Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe		
Gefahr der Klasse 3 Entzündbare flüssige Stoffe		
Gefahr der Klasse 4.1 Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe und desensibilisierte explosive feste Stoffe		
Gefahr der Klasse 6.1 Giftige Stoffe		
Gefahr der Klasse 8 Ätzende Stoffe		

# 11 Prüfungsanforderungen

Die Sachkundeprüfung für das Inverkehrbringen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen nach § 5 Chemikalien-Verbotsverordnung kann in folgendem Umfang abgelegt werden:

1. als umfassende Sachkundeprüfung
2. als eingeschränkte Sachkundeprüfung
  - zum Inverkehrbringen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen ohne Biozid-Produkte und Pflanzenschutzmittel
  - zum Inverkehrbringen von Biozid-Produkten und Pflanzenschutzmitteln
3. als Einzelstoffprüfung.

Alle Prüfungen bestehen aus

1. der Grundprüfung und
2. einer Zusatzprüfung
  - über gefährliche Stoffe und Zubereitungen ohne Biozid-Produkte und Pflanzenschutzmittel oder
  - über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten und Pflanzenschutzmittel oder
  - über Einzelstoffe anhand des Sicherheitsdatenblattes.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) gab 1999 die von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Chemikaliensicherheit (BLAC) beschlossenen „Hinweise und Empfehlungen zum Sachkundenachweis gemäß § 5 der Chemikalien-Verbotsverordnung“ im Bundesanzeiger bekannt. Die aktuelle Fassung vom 15.09.2009 ersetzt vorangegangene Bekanntmachungen. Eine Anpassung an die aktuellsten gesetzlichen Vorschriften ist zurzeit noch nicht erfolgt.

## 11.1 Prüfungsinhalte

Die Prüfungsinhalte sind in den drei Anhängen der Bekanntmachung veröffentlicht:

- **Anhang I** – Inhalte der Grundprüfung
- **Anhang II** – Inverkehrbringen von Stoffen und Zubereitungen, die nicht Biozid-Produkte oder Pflanzenschutzmittel sind
- **Anhang III** – Inverkehrbringen von Biozid-Produkten und Pflanzenschutzmitteln