

**Anorganisch-chemisches Praktikum für Studierende der Fachrichtungen  
Angewandte Geowissenschaften (B. Sc.), Georessourcenmanagement (B. Sc.),  
Materialwissenschaften (B. Sc.), Physik (B. Sc.) und  
Werkstoffingenieurwesen (B. Sc.).  
Sicheres Arbeiten im Chemischen Laboratorium  
Institut für Anorganische Chemie der RWTH Aachen (2011)**

## 1 Vorbemerkung

Ohne eine ausführliche Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutzbelehrung darf in chemischen Laboratorien nicht gearbeitet werden. Der Besuch des Sicherheitsseminars vor Beginn des Praktikums ist Pflicht.

Sicheres Arbeiten im Laboratorium setzt ausgiebige Kenntnisse der Funktionsweise von Geräten sowie der chemischen und toxikologischen Eigenschaften<sup>1</sup> der verwendeten Chemikalien voraus. In dieser kurzen Einführung werden einige der wichtigsten Informationen zum fachmännischen Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Stoffen gegeben. Damit sollen Grundkenntnisse vermittelt werden, um

- Gefahren durch Chemikalien zu erkennen und richtig zu bewerten;
- Vorsorge zu treffen, damit Menschen und Umwelt kein Schaden zugefügt wird;
- bei Störfällen notwendige und richtige Maßnahmen zu ergreifen.

Alle Teilnehmer des Praktikums sind durch Unterschrift zur Einhaltung der Laboratoriumsordnung sowie zur Befolgung der korrekten Versuchs- und Sammelvorschriften (für Abfälle) verpflichtet.

## 2 Gefahrstoffe und Gefahrstoffklassen

Gefahrstoffe teilt man nach ihren Eigenschaften in Gefahrstoffklassen ein. Diese werden untergliedert in Gefahrenkategorien hinsichtlich der Schwere der Gefährdung. Man kennzeichnet die Stoffe durch Gefahrenpiktogramme (siehe Abb. 1).

GHS01 Explodierende Bombe (z.B. explosive Stoffe)		GHS02 Flamme (z.B. entzündbare Flüssigkeiten)		GHS03 Flamme über einem Kreis (z.B. oxidierende Feststoffe)	
GHS04 Gasflasche (Gase unter Druck)		GHS05 Ätzwirkung (z.B. Hautätzend Kat. 1, Ätzwirkung gegenüber Metallen Kat. 1)		GHS06 Totenkopf mit gekreuzten Knochen (akute Toxizität, Kat. 1-3)	
GHS07 Ausrufezeichen (z.B. akute Toxizität, Kat. 4; hautreizend Kat.2)		GHS08 Gesundheitsgefahr (z.B. Karzinogenität, Kat 1A/B, 2; Aspirationsgefahr)		GHS09 Umwelt (Gewässer- gefährdend)	

**Abb.1:** neue Gefahrenpiktogramme nach GHS (Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)

<sup>1</sup> *Toxikologie:* Lehre von den Giften und den Vergiftungen des Organismus.

Die Einstufung in eine oder mehrere Gefahrenklassen und Differenzierungen ist mit der Zuordnung der jeweils zutreffenden Gefahrenkategorie und der Auswahl der entsprechenden **Gefahrenhinweise** (hazard statements oder H – Sätze (früher R-Sätze)) und der entsprechenden **Sicherheitsratschläge** (precautionary statements oder P – Sätze (früher S-Sätze)) verbunden.



**Abb.2:** alte Gefahrensymbole (wegen der Übergangsfristen teilweise noch erlaubt neben der neuen Kennzeichnung)

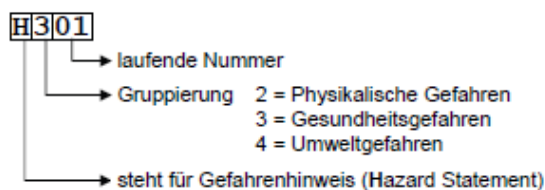
Neu im Vergleich zu den alten Gefahrensymbolen (siehe Abb.2) sind die Gasflasche, das Ausrufezeichen und das Piktogramm Gesundheitsgefahr.

Das neue **Signalwort** beschreibt den potentiellen Gefährungsgrad.

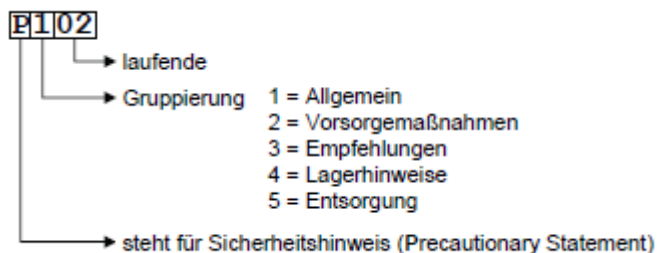
„Gefahr“: Signalwort für die schwerwiegenden Gefahrenkategorien

„Achtung“: Signalwort für die weniger schwerwiegenden Gefahrenkategorien

Die neuen **Gefahrenhinweise, H-Hinweise** (hazard statements) lösen die alten R-Sätze ab. Sie beschreiben die Art und gegebenenfalls den Schweregrad der von einem gefährlichen Stoff oder Gemisch ausgehenden Gefahr. Das GHS – System verwendet für die Gefahrenhinweise folgendes Kodierungssystem:



Die neuen **Sicherheitshinweise, P-Hinweise** (precautionary statements) ersetzen die alten S-Sätze. Das GHS – System verwendet für die Sicherheitshinweise folgendes Kodierungssystem:



Sie beschreiben empfohlene Maßnahmen, um schädliche Wirkungen aufgrund der Exposition gegenüber einem gefährlichen Stoff oder Gemisch bei seiner Verwendung oder Beseitigung zu begrenzen oder zu vermeiden.

Die gesetzlichen Bestimmungen zum Umgang mit Gefahrstoffen findet man in den *Technischen Regeln für Gefahrstoffe* (TRGS) und der *Gefahrstoffverordnung* (GefStoffV).

Um sich einen Überblick über die neue Gefahrstoffkennzeichnung nach GHS zu machen, wird auf die Veröffentlichungen der Berufsgenossenschaft Chemie verwiesen: <http://www.bgchemie.de/GHS>. Ein Leitfaden zur Anwendung der GHS – Verordnung ist beim Umweltbundesamt (<http://www.umweltbundesamt.de>) als Pdf – Datei erhältlich.

Weitere Informationen über Gefahrstoffe finden sich in dem Lehrbuch C.E.MORTIMER, **Chemie, 8., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart (2003), Kap. 35, S. 655 – 673.**

### **3 Betriebsanweisungen für Gefahrstoffe**

Unter einer Betriebsanweisung versteht man eine Aufstellung, in der für eine Gefahrstoffklasse alle sicherheitsrelevanten Informationen und Verhaltensweisen zusammengefasst sind. Im Folgenden werden solche Betriebsanweisungen behandelt, die sich auf die im Praktikum verwendeten Substanzen beziehen.

#### **3.1 Ätzende Stoffe**

##### **3.1.1 Gefahren für Mensch und Umwelt**

Ätzende Gefahrstoffe können schwere Schäden bewirken. Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube wirken auf Augen, Schleimhäute und Atmungsorgane ätzend. Bei Hautkontakt sind bereits nach wenigen Minuten schwere Hauterstörungen möglich. Säuren können in konzentrierter Form mit Basen, einige sogar mit Wasser, einige auch mit organischen Substanzen heftig und unkontrolliert reagieren und dadurch schwere Verätzungen, Zerstörungen im Umfeld bis hin zu Brand und Explosion verursachen. Ähnliche Gefahren drohen beim Umgang mit Basen, insbesondere mit konzentrierten Basen.

##### **3.1.2 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln**

Behälter mit Substanzbezeichnung und Gefahrenhinweisen beschriften!

Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten vermeiden!

Vorschriftsmäßigen Augenschutz, säure-, basebeständige Handschuhe und allseitig geschlossenes Schuhwerk tragen!

Feststoffe: Staubentwicklung beim Ein- und Umfüllen vermeiden, Behälter nach Verwendung sofort wieder gut verschließen!

Konzentrierte Säuren: Zum Verdünnen stets die Säure langsam in Wasser einrühren, nie umgekehrt vorgehen!

##### **3.1.3 Verhalten bei Unfällen**

Sofort andere warnen, Erste Hilfe leisten! Saalassistenten informieren!

Verschüttete Stoffe verdünnen, aufnehmen und entsorgen!

Verunreinigte Fußböden und Einrichtungen gründlich reinigen!

##### **3.1.4 Erste Hilfe**

Verunreinigte Haut gründlich mit viel Wasser reinigen!

Nach Verschlucken von Basen: Viel Wasser trinken. Evtl. Arzt konsultieren!

Nach Verschlucken von Säuren: Viel Wasser und anschließend eiweißhaltige Kost oder Milch einnehmen! Keine Carbonate zur Neutralisation geben, da Gefahr eines Magendurchbruchs durch das sich bildende Gas besteht! Evtl. Arzt konsultieren!

Augen: Lange und gründlich mit Wasser spülen, Augenarzt aufsuchen!

Verunreinigte Kleidung ablegen, bei großflächiger Kontamination Notdusche benutzen!

##### **3.1.5 Sachgerechte Entsorgung**

Nicht mit wassergefährdenden Stoffen belastete Säureabfälle und Basenabfälle werden nach Verdünnen ins Abwasser geleitet. Das Abwasser läuft vor Verlassen des Instituts durch eine Neutralisationsanlage.

## **3.2 Giftige Stoffe**

### **3.2.1 Gefahren für Mensch und Umwelt**

Giftig beim Einatmen und Verschlucken. Vergiftungsgefahr bei Kontakt mit der Haut oder den Schleimhäuten. Abwassergefährdung.

### **3.2.2 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln**

Behälter mit Substanzbezeichnung und Gefahrenhinweisen beschriften!

Einatmen, Verschlucken und Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten vermeiden!

Umsetzungen nur im Abzug oder in geschlossenen Apparaturen durchführen!

Verschmutzte Laborgeräte im Abzug lagern und reinigen!

Schutzhandschuhe und vorschriftsmäßigen Augenschutz tragen!

Feststoffe: Staubentwicklung beim Ein- und Umfüllen vermeiden, Behälter nach Verwendung sofort wieder gut verschließen!

### **3.2.3 Verhalten bei Unfällen**

Sofort andere warnen, Erste Hilfe leisten! Saalassistenten informieren!

Verschüttete Stoffe aufnehmen und entsorgen!

Verunreinigte Fußböden und Einrichtungen gründlich reinigen!

### **3.2.4 Erste Hilfe**

Verunreinigte Haut gründlich mit viel Wasser reinigen, evtl. Arzt aufsuchen!

Bei Gasen: Den Patienten mit Frischluft versorgen, Räume lüften!

Augen: Lange und gründlich mit Wasser spülen, Augenarzt aufsuchen!

Verunreinigte Kleidung ablegen, bei großflächiger Kontamination Notdusche benutzen!

### **3.2.5 Sachgerechte Entsorgung**

Abfälle in den bereitstehenden Gefäßen sammeln, gegebenenfalls nach besonderer Anweisung des Saalassistenten vernichten!

## **3.3 Krebserzeugende Stoffe**

### **3.3.1 Gefahren für Mensch und Umwelt**

Durch die Aufnahme in den Körper über Haut, Schleimhäute, Lunge oder Verdauungsorgane können Krebserkrankungen ausgelöst werden.

Die Wirkung tritt langfristig auf. Die Latenzzeit kann bis zu 45 Jahre betragen.

Abwassergefährdung.

### **3.3.2 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln**

Behälter mit Substanzbezeichnung und Gefahrenhinweisen beschriften!

Einatmen, Verschlucken und Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten vermeiden!

Umsetzungen nur im Abzug oder in geschlossenen Apparaturen durchführen!

Verschmutzte Laborgeräte im Abzug lagern und reinigen!

Schutzhandschuhe und vorschriftsmäßigen Augenschutz tragen!

Feststoffe: Staubentwicklung beim Ein- und Umfüllen vermeiden, Behälter nach Verwendung sofort wieder gut verschließen!

### **3.3.3 Verhalten bei Unfällen**

Sofort andere warnen, Erste Hilfe leisten!

Saalassistenten informieren!

Bei größeren Schadensfällen Feuerwehr benachrichtigen!

Verschüttete Stoffe aufnehmen und entsorgen! Verunreinigte Bereiche gründlich reinigen!

Beim Verschütten flüchtiger oder staubförmiger Verbindungen Labor räumen und dekontaminieren!

### **3.3.4 Erste Hilfe**

Verunreinigte Haut gründlich mit viel Wasser reinigen, immer den Arzt aufsuchen!

Verunreinigte Kleidung ablegen, bei großflächiger Kontamination Notdusche benutzen!

### **3.3.5 Sachgerechte Entsorgung**

Abfälle in den bereitstehenden Gefäßen sammeln!

## 4 Im Praktikum verwendete Stoffe

**Erste Hilfe:** Es gelten die allgemeinen Angaben der Betriebsanweisungen! Im folgenden werden nur spezielle zusätzliche Hinweise gegeben.

### 4.1 Säuren

#### 4.1.1 Salzsäure

Salzsäure (HCl,aq) mit einem Gehalt bis 12,5 % HCl wird als verdünnt und *reizend*, solche mit einem Gehalt von mehr als 24 % als konzentriert und *ätzend* bezeichnet. Die laborübliche Salzsäure ist ca. 10%ig.

**Giftigkeit:** Ein Schluck (10 – 20 ml) konzentrierter Salzsäure kann schon im Verlauf von 1 – 2 Stunden nach vorangegangenen heftigen Schmerzen den Tod herbeiführen.

#### 4.1.2 Salpetersäure

Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>,aq) mit einem Gehalt bis 10 % HNO<sub>3</sub> wird als verdünnt und mit einem Gehalt von mehr als 25% als konzentriert bezeichnet. Bis zu einem Gehalt von 70% werden die Säuren als *ätzend*, über 70 % als *ätzend* und *brandfördernd* eingestuft. Die laborübliche Salpetersäure ist ca. 10%ig.

Beim Umgang mit verdünnter Salpetersäure besteht deren Gefahr hauptsächlich in der sauren, ätzenden Reaktion. Die konzentrierte Säure, ein starkes Oxidationsmittel, gefährdet zudem durch ihr brandförderndes Potential. Im Kontakt mit Reduktionsmitteln kann Salpetersäure in die sog. nitrosen Gase ("NO<sub>x</sub>") überführt werden, die ebenfalls eine ätzende Wirkung haben. Peroral<sup>2</sup> aufgenommene Nitrate werden von den Darmbakterien in Nitrite umgewandelt (siehe 4.3.6: Natriumnitrit NaNO<sub>2</sub>).

**Giftigkeit:** Die tödliche Dosis liegt je nach Konzentration zwischen 5 und 10 ml konz. Salpetersäure.

**Vergiftungserscheinungen:** Gelbe Verätzungen der Haut, der Mundschleimhaut, der Speiseröhre und des Magens; Speichelfluß, Erbrechen gelber Massen, starke Leibscherzen.

#### 4.1.3 Schwefelsäure

Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) kommt hauptsächlich in drei verschiedenen Formen in den Handel: als verdünnte Schwefelsäure (5 – 10 %), als konzentrierte Schwefelsäure (98 %) und als Oleum, einer Lösung von Schwefeltrioxid (SO<sub>3</sub>) in konzentrierter Schwefelsäure mit 20 – 65% SO<sub>3</sub>.

Wie schon bei der Salpetersäure, so ist auch hier zwischen den verdünnten und den konzentrierten Lösungen und zwischen der sauren und der oxidierenden Wirkung zu unterscheiden. Lösungen mit Konzentrationen über 15% gelten als *ätzend*, solche unter 15% als *reizend*. Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit konzentrierter Schwefelsäure: Beim Verdünnen von Schwefelsäure tritt eine starke Erwärmung auf, weshalb die Säure in einem dünnen Strahl unter Umrühren ins Wasser zu gießen ist, nicht umgekehrt, da das plötzliche Verdampfen eines Teils des Wassers zum Verspritzen der Säure führen kann.

**Giftigkeit:** Schon ein Teelöffel konzentrierter Schwefelsäure kann durch Verätzung des Magens zum Tode führen. Einatmen der Dämpfe verursacht Entzündungen der Atemwege. Auf der Haut ruft Schwefelsäure schmerzhafte, schwer heilende Wunden hervor.

---

<sup>2</sup> Peroral: Durch den Mund.

#### 4.1.4 Flußsäure

Flußsäure ( $\text{HF}_{\text{aq}}$ ) löst Glas auf und darf daher nicht in Glasgefäßen aufbewahrt werden. Flußsäure ist *giftig* und *ätzend*. Ihre Salze sind als *giftig* eingestuft. Flußsäure wird im Praktikum normalerweise nicht verwendet. Kleine Mengen der Säure können in der qualitativen Analyse beim Arbeiten mit Fluoriden gebildet werden.

**Giftigkeit:** Der Kontakt mit Flußsäure ist äußerst gefährlich! Sie wird von der Haut rasch aufgenommen und tief resorbiert. Verätzungen sind oft tagelang auf der Haut sichtbar und rufen starke Schmerzen hervor, die selbst mit Morphium nicht zu stillen sind. Flußsäure ist trotz ihres niedrigeren  $K_a$ -Wertes ein viel stärkeres Reiz- und Ätzmittel für die Schleimhäute und die Haut als Salzsäure. Dabei ist diese Wirkung der Flußsäure weniger auf deren saure Reaktion als vielmehr auf den Einfluß des Fluorid-Ions ( $\text{F}^-$ ) zurückzuführen. Die Salze der Flußsäure, z. B. Natriumfluorid ( $\text{NaF}$ ), Ammoniumfluorid ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) etc. sollten daher wegen des in ihnen enthaltenen Fluorids mit ähnlicher Vorsicht behandelt werden; auch sie sind als *giftig* eingestuft.

**Vergiftungserscheinungen:** Bei oraler Aufnahme: Übelkeit, Erbrechen, Magenschmerzen, Durchfall, Krämpfe, Lähmung.

**Erste Hilfe:** Sofort mit viel Wasser verdünnen, besser noch sofortige Gabe von Calciumsalzen, um die Flußsäure in das schwerlösliche Calciumfluorid ( $\text{CaF}_2$ ) zu überführen. Sofortige Benachrichtigung des Notarztes!

#### 4.1.5 Oxalsäure

Die Wirkung der Oxalsäure ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) ist stark; sie nähert sich in ihrer Wirkung den Mineralsäuren. Ihre Salze heißen Oxalate.

**Giftigkeit:** Durch Oxalsäure werden die lebenswichtigen  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen in Form von Calciumoxalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) ausgefällt, das die feinen Nierenkanäle verstopfen kann. Die tödliche Dosis der Oxalsäure liegt zwischen 4 und 15g.

**Vergiftungserscheinungen:** Magenschmerzen, Erbrechen, Atemnot, Pulsverlangsamung, Krämpfe, Rückenschmerzen u. a.

**Erste Hilfe:** Durch eine Gabe von Calciumsalzen können die Oxalsäure und die Oxalate in das schwerlösliche Calciumoxalat überführt werden. Damit die Calciumoxalatkristalle nicht die Nierenkanäle verstopfen, viel Wasser zum Herausspülen trinken!

#### 4.1.6 Essigsäure

Essigsäure ( $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{aq}}$ ) ist eine schwache Säure und von stechendem Geruch. Konzentrierte Lösungen mit einem Gehalt von über 25 % haben eine *ätzende* Wirkung. Essigsäure mit einer Konzentration von ungefähr 5 % kommt als Essig in den Handel und unterliegt als ein Lebensmittel nicht den Kennzeichnungsvorschriften der Gefahrstoffverordnung.

**Vergiftungserscheinungen:** Reizung der Augen und der Atemwege, Brennen der Haut, Reizhusten, Brechreiz und Atemnot.

#### 4.1.7 Phosphorsäure

Phosphorsäure ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ist eine mittelstarke, geruchlose Säure und im Unterschied zu Salpetersäure nicht oxidierend. Lösungen mit einer Konzentration von über 25 % werden als *ätzend* bezeichnet, solche mit unter 25%igem Gehalt als *reizend*.

**Giftigkeit:** Phosphorsäure besitzt, abgesehen von ihrer Ätzwirkung, keine spezielle Toxizität.

#### 4.1.8 Perchlorsäure

Perchlorsäure ist eine sehr starke, geruchlose Säure und trotz ihres hohen Oxidationspotentials von nur geringem Oxidationsvermögen. 100%ige Perchlorsäure ist jedoch explosionsgefährlich! Ihre wäßrigen Lösungen und die ihrer Salze werden als *ätzend* bzw. *reizend* bezeichnet. Abgesehen von ihrer Ätz- bzw. Reizwirkung besitzen Perchlorsäure und ihre Salze keine spezielle Toxizität.

### 4.2 Basen

#### 4.2.1 Natronlauge und Kalilauge

Lösungen von NaOH und KOH in Wasser mit einem Gehalt von über 5% reagieren *ätzend*.

**Vergiftungserscheinungen:** Schwellung der Mundschleimhaut, Schmerzen im Mund, im Rachen und im Bauch, Erbrechen, heftiger Durchfall und dergleichen.

#### 4.2.2 Ammoniak-Lösung

Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) ist ein farbloses, stechend riechendes, zu Tränen reizendes Gas, dessen 10%ige Lösung als Salmiakgeist bezeichnet wird. Die wäßrige Lösung reagiert basisch. Lösungen mit einem Gehalt von über 35% gelten als *ätzend*, solche unter 35% als *reizend*.

**Giftigkeit:** Wegen des stechenden Geruchs sind Vergiftungen durch Ammoniak selten. Die tödliche Dosis bei oraler Aufnahme liegt bei 20ml 10%iger Lösung.

**Vergiftungserscheinungen:** Bei Aufnahme von Ammoniak durch die Atmung Reizhusten, blutiger Auswurf, Atemnot; nach peroraler Aufnahme heftige Schmerzen, Magenentzündung, Erbrechen von Blut, Kollaps.

**Erste Hilfe:** Nach Inhalation Patienten aus der Gefahrenzone bringen, Frischluftzufuhr, Arzt aufsuchen! Nach peroraler Aufnahme: mit viel Wasser verdünnen!

### 4.3 Oxidationsmittel

#### 4.3.1 Chlorwasser

Chlor ( $\text{Cl}_2$ ) ist ein grüngelbes, *sehr giftiges* Gas und hat einen stechenden Geruch, der sich schon bei einer Verdünnung von 1:10<sup>5</sup> bemerkbar macht, so daß Vergiftungen selten sind. Wäßrige Lösungen mit einem Gehalt von 0,4 – 0,5% heißen Chlorwasser. Chlor hat starke oxidierende Eigenschaften und wirkt im Kontakt mit organischen Substanzen *brandfördernd*.

**Giftigkeit:** Chlor ist *sehr giftig*. Ein Luftgemisch mit 2mg Chlor pro Liter wirkt rasch tödlich.

**Vergiftungserscheinungen:** Brennen der Schleimhäute, Augen, Nase, Rachen, quälender Hustenreiz.

#### 4.3.2 Brom

Brom ( $\text{Br}_2$ ) ist ein starkes Oxidationsmittel und als *ätzend* eingestuft. Flüssiges Brom ist sehr gefährlich und wird im Praktikum nicht verwendet.

**Vergiftungserscheinungen:** Bereits die Dämpfe verursachen durch die starke Oxidationswirkung tiefe schmerzhaft Wunden, zudem kann bei peroraler Aufnahme von Bromverbindungen die sog. Bromakne im Gesicht und am Oberkörper auftreten.

**Erste Hilfe:** Hautreizungen durch Bromdämpfe oder flüssiges Brom mit Natriumthiosulfat-Lösungen ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) behandeln. Nach der Inhalation von Bromdämpfen hilft viel Frischluft.



### 4.3.3 Iod

Iod ( $I_2$ ) ist ein mäßig starkes Oxidationsmittel und wird als *gesundheitsschädlich* bezeichnet.

**Vergiftungserscheinungen:** Nach peroraler Aufnahme kommt es zur Braunfärbung von Mund und Rachen und zur Entzündung des Magen-Darm-Kanals. Iod kann akute Akne-Schübe auslösen.

### 4.3.4 Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) ist ein starkes Oxidationsmittel, dessen 20 – 60 %ige Lösungen als *ätzend* eingestuft sind.

**Vergiftungserscheinungen:** Bleichung und Reizung der Haut, Verätzung der Augen, der Haut und der Schleimhäute.

**Erste Hilfe:** Betroffene Stellen einschließlich der Schleimhäute gründlich mit Wasser spülen.

### 4.3.5 Natriumhypochlorit-Lösung

Die oxidierende Wirkung von Natriumhypochlorit-Lösungen ( $NaOCl$ ) beruht u. a. auch auf ihrer Eigenschaft, elementares Chlor abzuspalten. Deshalb muß neben der Konzentration der Lösung auch die Menge des enthaltenen aktiven Chlors angegeben werden. Die Konzentration der im Haushalt bzw. im Labor verwendeten Lösungen liegt bei ca. 2 – 6 %; sie sind als *reizend* eingestuft. Bei Zugabe von Säuren kann Chlorgas freigesetzt werden.

**Giftigkeit:** Perorale Einnahme von Natriumhypochlorit-Lösungen mit Konzentrationen bis 5 % führt meist nur zu Schleimhautreizungen. Bei höheren Konzentrationen sind schwere Verätzungen möglich.

### 4.3.6 Natriumnitrit

Natriumnitrit ( $NaNO_2$ ) ist ein Salz der salpetrigen Säure und — wie auch andere Nitrite — als *giftig* und *brandfördernd* eingestuft.

**Giftigkeit:** Natriumnitrit ruft leicht Überempfindlichkeitsreaktionen hervor; z. B. kann nach einer Aufnahme von 10 mg schon der sog. Hot-Dog-Kopfschmerz auftreten. Dosen von 0,5 g führen bereits zu Vergiftungserscheinungen wie Blutdruckabfall, Versagen des Kreislaufs, Bauchschmerzen, Schwindel, Kopfschmerzen, blaue Gesichtsfarbe u. a. m. Die tödliche Dosis liegt bei ca. 5 g. Da die Darmbakterien Nitrat ( $NO_3^-$ ) zu Nitrit ( $NO_2^-$ ) umwandeln, ist beim Umgang mit Nitraten entsprechende Vorsicht angebracht.

### 4.3.7 Kaliumpermanganat und Kaliumbromat

Kaliumpermanganat ( $KMnO_4$ ) und Kaliumbromat ( $KBrO_3$ ) sind starke Oxidationsmittel und wirken daher im Kontakt mit organischen Substanzen *brandfördernd*; sie sind als *gesundheitsschädlich* eingestuft.

**Vergiftungserscheinungen:** Magenschmerzen, Erbrechen; die Einnahme größerer Mengen führt zu schweren Verätzungen, die tödlich sein können.

## 4.4 Verschiedenes

### 4.4.1 Dihydrogensulfid (Schwefelwasserstoff)

Dihydrogensulfid ( $H_2S$ ) ist als *giftig* und *leicht entzündlich* eingestuft. Es riecht unangenehm nach faulen Eiern, wird aber nach kurzer Zeit nicht mehr wahrgenommen (Betäubung der Geruchsnerve); das macht es besonders gefährlich.

**Giftigkeit:** Dihydrogensulfid ist wie Hydrogencyanid ( $HCN$ ) ein starker Blockierer der eisenhaltigen Zellatmungsfermente. Es wird gut über die Lungen aufgenommen.

**Vergiftungserscheinungen:** Bei niedrigen Konzentrationen stehen Schleimhautreizungen an Nase, Augen und Atemwegen im Vordergrund. Bei höheren Konzentrationen können folgende Symptome innerhalb weniger Sekunden auftreten: Zuerst Schwindel, Kopfschmerzen, Gangunsicherheit; dann Bewußtlosigkeit, Krämpfe, Schock und Atemstillstand.

**Erste Hilfe:** Rasche Bergung, Frischluft, Spülung der Augen mit viel Wasser. Bei oralen Vergiftungen viel Wasser trinken. Sofort Notarzt rufen!

#### 4.4.2 Kaliumcyanid

Kaliumcyanid (KCN), auch Zyankali genannt, ist ein Salz des Hydrogencyanids (HCN), das durch Säuren leicht aus dem Salz freigesetzt werden kann, und ist wie dieses als *sehr giftig* eingestuft.

**Giftigkeit:** Die tödliche Dosis von Hydrogencyanid liegt bei 1 mg pro kg Körpergewicht. 0,2 – 0,3 mg Hydrogencyanid pro Liter Luft wirken rasch und sicher tödlich auf den Menschen, ebenso wie 0,15 g Kaliumcyanid. Hydrogencyanid dringt auch durch die Haut, besonders bei starkem Schwitzen, in den Körper ein. Ein Tropfen Blausäure (HCN, aq), in eine offene Wunde gebracht, kann den Tod herbeiführen. Die Wirkung von HCN beruht auf der Blockierung eines Atmungsferments.

**Vergiftungserscheinungen:** Kleine Mengen von HCN 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:** In leichten Vergiftungsfällen durch Einatmen genügt Überführen des Vergifteten in Frischluft, Wärmezufuhr, heißer Kaffee und strikte körperliche Ruhe. Benetzte Kleidung ist schnellstens zu entfernen und ein Arzt zu benachrichtigen. Bei peroraler Aufnahme ist sofortiges Erbrechen Voraussetzung für die Rettung des Patienten.

### 4.5 Schwermetalle und Schwermetallverbindungen

#### 4.5.1 Ätzende und giftige Schwermetalle und Schwermetallverbindungen

##### Silbernitrat und andere lösliche Silbersalze.

Silbernitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) ist als *ätzend* eingestuft und wirkt antiseptisch. Seine tödliche Dosis (peroral) liegt bei 10g.

**Erste Hilfe:** Bei der Aufnahme löslicher Silbersalze durch den Mund sofort drei Teelöffel Kochsalz (NaCl), aufgelöst in einem Glas Wasser, trinken, dann Kohle geben.

##### Bariumsalze.

Lösliche Bariumverbindungen sind als *gesundheitsschädlich* eingestuft. Bei peroraler Einnahme zählt auch das in Wasser eigentlich unlösliche Bariumcarbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) zu den potentiellen Gefahrstoffen, da es sich im sauren Medium des Magens auflöst.

**Giftigkeit:** Giftig sind nur lösliche Bariumverbindungen. Die tödliche Dosis liegt bei 2 – 4g.

**Vergiftungserscheinungen:** Erbrechen, Leibschmerzen, Darmkoliken, Schwindelgefühl, Lähmungen, Krämpfe u. a.

**Erste Hilfe:** Magenspülung mit 3 %iger Natriumsulfatlösung ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , aq). Bariumsalze werden durch Sulfate in unlösliches und ungiftiges Bariumsulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) überführt.

## Quecksilber und Quecksilberverbindungen.

Quecksilber ist als *giftig*, Quecksilberverbindungen sind z. T. als *sehr giftig* eingestuft und wirken als Nervengifte. Weniger giftig sind lediglich Quecksilber(I)-chlorid ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) und Quecksilber(II)-sulfid ( $\text{HgS}$ ).

**Giftigkeit:** Chronische Quecksilbervergiftungen können über Zittern der Hände, Gedächtnisschwäche bis hin zur völligen Verblödung führen. Quecksilberverbindungen werden vom Körper nahezu vollständig aufgenommen, hemmen dann bestimmte Enzyme und schädigen die Zellmembranen der Nieren und des Nervensystems. Die akute tödliche Dosis von Quecksilberverbindungen für Ratten liegt zwischen 20 und 100 mg pro kg Körpergewicht, für den Menschen in der Regel zwischen 0,2 und 1,0 g Gesamtdosis. Quecksilberverbindungen werden vom Körper nahezu vollständig aufgenommen, hemmen dann bestimmte Enzyme und schädigen die Zellmembranen der Nieren und des Nervensystems. Verschlucktes flüssiges Quecksilber wird nur zu 0.01 % resorbiert und ist deshalb toxikologisch ohne Belang; inhaliertes gasförmiges Quecksilber wird hingegen zu etwa 80 % in den Alveolen (Lungenbläschen) resorbiert und gelangt so in den Blutstrom.

**Vergiftungserscheinungen:** Nach peroraler Aufnahme quecksilberhaltiger Mittel kommt es zu Kopfschmerzen, Zittern, Schwindel, Reizbarkeit, Seh-, Hör-, Sprech- und Schlafstörungen. Erbrechen oft mit Blutbeimengungen, Durchfall, Brennen im Rachen, Speichelfluß, Wadenkrämpfen, Blutdruckabfall, Kollaps. Bei der Einwirkung von Quecksilberverbindungen auf feuchte, schwitzende Haut können Rötungen und Bläschen auftreten.

**Erste Hilfe:** Erbrechen auslösen, sofort Notarzt rufen.

## Blei und Bleiverbindungen.

Metallisches Blei ist kein giftiger Stoff, wohl aber entstehen schwerste Vergiftungen beim Einatmen von Bleistäuben. Der Umgang mit Bleiverbindungen birgt die Gefahr der Bleivergiftung in sich.

**Vergiftungserscheinungen:** Erbrechen, Müdigkeit, Nervosität, metallischer Geschmack, blasses Gesicht (Bleikolorit), Bleisaum (bläuliche Verfärbung des Zahnfleisches), Magenschmerzen, Verstopfung, Darmkoliken, Kollaps.

**Erste Hilfe:** Magenspülung mit 3 %iger Natriumsulfatlösung ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,aq), um die Bleisalze in schwer lösliches Bleisulfat ( $\text{PbSO}_4$ ) zu überführen. Danach sollte man zur Absorption des Giftes viel medizinische Kohle geben.

## 4.5.2 Giftige und krebserzeugende Schwermetalle und Schwermetallverbindungen

### Arsen und Arsenverbindungen.

Die Verbindungen des Arsens zählen zu den *krebserzeugenden* Gefahrstoffen, hinsichtlich ihrer akuten Toxizität sind sie als *giftig* und z. T. als *sehr giftig* eingestuft. Besondere Vorsicht ist angeraten, wenn Arsenverbindungen eingeatmet werden können, sei es, weil sie entweder als Stäube in der Luft fein verteilt sind oder weil sie in Form von Arsenhydrid vorliegen (MARSHsche Probe).

**Giftigkeit:** Bei Arsen ist die individuelle Empfindlichkeit außerordentlich verschieden. Beim Erwachsenen kann eine einmalige Dosis schon tödlich wirken. Andererseits sind Fälle bekannt, bei denen trotz der Einnahme von 3 g Arsen(III)oxid ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) und mehr die Vergiftung nicht tödlich verlief.

**Vergiftungserscheinungen:** Kopfschmerzen, Schwindel, Schwächegefühl, Erbrechen, Magenschmerzen, Übelkeit, Herzschmerzen, Hautverfärbungen u. a.

**Erste Hilfe:** Erbrechen lassen und Gabe großer Mengen medizinischer Kohle in Wasser. Siehe auch Betriebsanweisung für krebserzeugende Stoffe.

### **Antimon und Antimonverbindungen.**

Wie die verwandten Arsenverbindungen wirken auch Antimon und Antimonverbindungen *krebserzeugend*. Auch hier bestehen besondere Gesundheitsrisiken, wenn Antimonverbindungen eingeatmet werden: Vorsicht also im Umgang mit Antimonstäuben bzw. Antimonhydrid. Im Gegensatz zu Arsenverbindungen ist akute Toxizität von Antimonverbindungen sehr viel geringer, so daß sie nur als *ätzend* und z.T. *gesundheitsschädlich* eingestuft sind. Eine Ausnahme ist jedoch Antimontrifluorid, wobei die Einstufung als *giftige* Substanz in der hydrolytischen Freisetzung von Fluorid (siehe Flußsäure, 4.1.4) begründet ist.

### **Cadmium und Cadmiumverbindungen.**

Cadmium und Cadmiumverbindungen sind hinsichtlich ihrer akuten Toxizität als *mindergiftig* eingestuft; die eigentliche Gefahr besteht aber in ihrer *krebserzeugenden* Wirkung. Eine gute Resorption von Cadmiumverbindungen findet man im Falle des Einatmens von Cadmiumrauch oder -staub. Als Fermentgift reichert sich Cadmium vorwiegend in Niere, Leber und Lunge an. Unter anderem kommt es zu Knochendestruktionen und Nierenfunktionsstörungen. Cadmiumchlorid ( $\text{CdCl}_2$ ) ist als *krebserzeugend*, einige weitere Cadmiumverbindungen sind als *krebsverdächtig* eingestuft.

### **Chromverbindungen.**

Chromverbindungen sind als *krebserzeugend* eingestuft und dann besonders gefährlich, wenn ihre Verbindungen als Stäube eingeatmet werden. Zusätzlich zeigen Verbindungen wie z. B. Natriumchromat ( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ) *reizende* Wirkung.

### **Nickel und Nickelverbindungen sowie Cobalt und Cobaltverbindungen.**

Sowohl bei elementarem Nickel und Cobalt als auch bei ihren Verbindungen ist die *krebserzeugende* Wirkung nachgewiesen. Eine besonders hohe Gefährdung besteht dann, wenn die Verbindungen in Form atembare Stäube vorliegen.

## **4.6 Organische Lösungsmittel**

### **4.6.1 Methanol**

Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ist als *leicht entzündlich* und *giftig* eingestuft. Seine Dämpfe geben mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch.

**Giftigkeit:** Die tödliche Dosis von Methanol liegt bei ca. 100 – 200 ml; bereits 30 ml können u. U. tödlich sein. Die hohe Giftigkeit ist bedingt durch die Oxidation zu Formaldehyd ( $\text{H}_2\text{CO}$ ) und Ameisensäure ( $\text{HCOOH}$ ). Dadurch kommt es zu einer Übersäuerung des Blutes (Azidose). Folgende **Vergiftungserscheinungen** treten oft erst nach Stunden, manchmal erst nach Tagen auf: Schwindel, Kopfschmerzen, Herzschwäche, Muskelschwäche, Krämpfe, Schüttelfrost, Erbrechen, Koliken, Lähmungen und am dritten Tag durch Ödeme der Netzhaut reversible Sehstörungen, die am fünften Tag in eine irreversible Erblindung übergehen. Schon der Genuß von 4 – 15 ml Methanol kann zur Erblindung führen. **Erste Hilfe:** Nach oraler Aufnahme möglichst schnell Erbrechen herbeiführen. Da die Netzhautschädigung durch Licht verstärkt wird, ist der Aufenthalt in dunklen Räumen wichtig. Im Verdachtsfalle gibt man Erwachsenen außerdem sofort etwa 30 – 40 ml Ethanol (ca. 100 ml Branntwein). Atem- und Kreislaufstörungen werden bis zum Eintreffen des Arztes durch Kaffee verbessert.

#### 4.6.2 Ether (Diethylether)

Der Diethylether ( $(C_2H_5)_2O$ ) ist als *hochentzündlich* eingestuft und bildet im Gemisch mit Luft explosive Dämpfe. Beim längeren Stehen an Luft können sich organische Peroxide bilden, die sich beim Destillieren explosionsartig zersetzen können.

**Giftigkeit:** Die Inhalation von Etherdämpfen führt rasch zur Narkose. Überdosierungen können das Atemzentrum lähmen. Im Gegensatz zu Chloroform ( $CHCl_3$ ) ist Ether ein sehr viel schwächeres Narkotikum und wesentlich besser verträglich. **Vergiftungserscheinungen:** Chronisches Einatmen von Etherdämpfen kann zu Kopfschmerzen, Mattigkeit, psychischen Störungen, Herz- und Nierenschädigung führen. **Erste Hilfe:** Frischluft, Erbrechen auslösen. Bei schweren Symptomen Arzt rufen!

#### 4.6.3 Aceton

Das Aceton ( $CH_3COCH_3$ ) ist als *leicht entzündlich* eingestuft und bildet mit Luft explosive Gemische.

**Giftigkeit:** Das Einatmen von Acetondämpfen in hohen Konzentrationen verursacht narkotische Wirkung. **Vergiftungserscheinungen:** Schläfrigkeit, Brennen der Augen und der Haut, Erbrechen. **Erste Hilfe:** Frischluft. Betroffene Körperstellen reichlich mit Wasser spülen. Bei Augenkontakt sofort 10 – 15 min mit Wasser spülen.

### 5 Hinweise zur Laborpraxis

- In den Praktikumsräumen gilt das Gebot zum Tragen von Labormantel (Schutzkittel), Schutzbrille und, wo vorgeschrieben, Schutzhandschuhen.
- Man informiere sich über Brandschutzeinrichtungen im Laboratorium.
- Als Feuerlöscher werden meist Kohlendioxidlöscher verwendet.
- Die vorhandenen Notbrausen werden bei Kleidungsbränden und Verätzungen größeren Ausmaßes eingesetzt.
- Die Laboratorien sind so gebaut, daß im Falle eines Brandes die Ausgänge von jeder Stelle aus über Fluchtwege erreichbar sind. Diese Fluchtwege sind unbedingt freizuhalten. Sie dürfen nicht durch Papierkörbe, Tische, Hocker etc. eingeengt oder verstellt werden.
- Zu jedem Laboratorium existieren Absperrvorrichtungen für Gas, Wasser und elektrischen Strom. Sie sind gekennzeichnet und müssen zugänglich sein. Jede(r) Studierende muß die Lage der Absperrvorrichtungen und die Möglichkeiten zum Abstellen der Abzüge kennen.
- Man informiere sich vor Beginn des Praktikums, wo die Mittel zur Ersten Hilfe im Laboratorium zu finden sind und wie medizinische Hilfe in kürzester Zeit angefordert werden kann.
- Im Laboratorium sind Essen, Trinken und Rauchen untersagt.
- Jeder Studierende muß dafür sorgen, daß er bei Unterbrechung oder Beendigung der Arbeit sich säubern kann. Seife, Bürste und Handtuch sollten griffbereit sein.
- Die Sauberkeit am Arbeitsplatz ist oberstes Gebot. Obligatorisch ist das Leerräumen der Arbeitsfläche am Ende des Praktikumstages. Chemikalienreste, Papier, Glasbruch etc. werden in die dafür vorgesehenen Abfallbehälter gegeben. Verspritzte Flüssigkeiten müssen sofort beseitigt werden. Bei Beendigung der Arbeiten sind Gashähne zu schließen und die Gasschläuche abzuziehen.
- Chemikalien dürfen nicht mit der Haut in Berührung kommen, dürfen also auch nicht angefaßt werden.
- Mit gefährlichen Substanzen darf nur in kleinen Mengen gearbeitet werden.
- Reaktionen, bei denen gesundheitsschädigende Stoffe freigesetzt werden können, dürfen nur unter einem gut ziehenden Abzug ausgeführt werden.

- Die Entnahme von Chemikalien aus Vorratsflaschen darf nur mit sauberen Spateln, Löffeln usw. erfolgen.
- Zurückgeben nicht verwendeter Chemikalien in Vorratsflaschen ist grundsätzlich untersagt.
- Verringerung des Chemikalienverbrauchs ist ein Beitrag zum Umweltschutz.
- Flüssigkeiten dürfen nur mit einem Peleusball angesaugt werden.
- Eigenmächtig durchgeführte Versuche sind grundsätzlich untersagt.
- Es ist nicht erlaubt, Geräte oder Chemikalien aus dem Praktikumssaal zu entfernen.
- Gasbrenner dürfen niemals so dicht an Tischkanten stehen, daß z. B. Kittel entflammt werden können. Bei zurückgeschlagenem Brenner ist sofort der Gashahn zu schließen.
- Beim Erhitzen von Flüssigkeiten im Reagenzglas muß dieses ständig geschüttelt werden, um einen Siedeverzug zu vermeiden, da sonst die ganze Flüssigkeit durch plötzliches Aufkochen herausspritzen kann. Die Öffnung eines Reagenzglases darf man nie auf sich oder eine andere Person richten.
- Vorsicht beim Aufkochen basischer Lösungen, da diese zum Stoßen (Siedeverzug) neigen. Es sind Siedesteine zu verwenden.
- Das fahrlässige Verursachen eines Unfalls zieht in jedem Fall disziplinarische Maßnahmen nach sich und kann evtl. sogar strafrechtlich verfolgt werden (z. B. Schadensersatzleistung).

## 6 Fragen

1. Welche Gefahrstoffklassen kennen Sie?
2. Nennen Sie zwei wichtige gesetzliche Bestimmungen zum Umgang mit Gefahrstoffen!
3. Was muß grundsätzlich in einem Praktikumssaal getragen werden?
4. Womit sind normalerweise die Feuerlöscher in chemischen Laboratorien gefüllt?
5. Was versteht man unter "zurückgeschlagenem Bunsenbrenner"? Was ist zu beachten?
6. Worauf ist beim Erhitzen von Flüssigkeiten in einem Reagenzglas zu achten?
7. Worauf ist beim Kochen basischer Lösungen zu achten?
8. Wo sind Reaktionen durchzuführen, bei denen gesundheitsschädigende Stoffe freigesetzt werden können?
9. Im Praktikumssaal stehen mindestens zwei Behälter zur Entsorgung aus: ein Behälter für Feststoffe und einer für metallsalzhaltige konzentrierte Lösungen. Wie sind die folgenden Stoffe zu entsorgen:
  - (a) salzsaure Lösung von Nickelchlorid;
  - (b) verdünnte Salzsäure;
  - (c) Papierfilter mit Niederschlägen;
  - (d) konzentrierte Schwefelsäure?
 Was beinhalten die R- und S-Sätze?
10.  $\text{Ba}^{2+}$ -Ionen, oral aufgenommen, wirken sehr toxisch. Trotzdem wird Bariumsulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) in der Medizin verwendet (als Kontrastmittel bei Röntgenaufnahmen z. B. des Magens). Besteht hier nicht ein Widerspruch?
11. Warum ist das Verschlucken von Bariumcarbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) gefährlich, das Verschlucken von Bariumsulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) dagegen nicht?
12. Was ist beim Verdünnen konzentrierter Säuren mit Wasser zu beachten?
13. Wovon hängt die Schwere einer Vergiftung mit einem giftigen Stoff (neben dessen inhärenten Eigenschaften) ab?

14. Welche wesentliche Gefahr geht neben der Ätzwirkung von konzentrierter Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) aus?
15. Im chemischen Laboratorium muß des öfteren mit Dihydrogensulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ) gearbeitet werden. Darf von der Abwesenheit des Stoffes in der Luft ausgegangen werden, wenn man den charakteristischen Geruch nicht wahrnimmt?
16. Die Eigenschaften von Stoffen bzw. Gefährdungen durch Stoffe, die in eine Reaktion eingesetzt werden, sind bekannt. Was muß neben den daraus folgenden Sicherheitsvorkehrungen (Schutzbrille usw.) weiterhin beachtet werden?
17. Eine Lösung von Kaliumcyanid ( $\text{KCN}$ ) soll zu einer anderen Lösung gegeben werden. Was ist unbedingt vorher zu überprüfen?
18. Warum ist verschüttetes Quecksilber (z. B. aus einem zerbrochenen Thermometer) sehr gefährlich und daher sofort zu beseitigen?
19. Warum sind Vergiftungen mit Chlor oder Ammoniak eher selten?
20. Welche Maßnahme ist als erstes zu ergreifen, wenn eine basische Lösung ins Auge gelangt ist?
21. Einige Milliliter konzentrierter Schwefelsäure sind auf der Laborbank verschüttet worden. Was ist — neben der Warnung der Mitpraktikanten und Benachrichtigung des Saalassistenten — zu tun?
22. Die Wirkung krebserzeugender Stoffe tritt langfristig auf. Wie lange kann die Latenzzeit sein?
23. Warum darf konzentrierte Salzsäure nur im Abzug erhitzt werden?
24. Welche Gefährdungen gehen insbesondere von organischen Lösungsmitteln aus?
25. Wann ist die Notdusche einzusetzen?
26. Für einen Versuch wurden aus einer Vorratsflasche 4 g eines Feststoffes entnommen, verwendet wurden aber nur 3 g. Was ist mit der übriggebliebenen Menge zu tun?
27. Was darf keinesfalls damit gemacht werden?
28. Worüber muß sich der Praktikant vor Beginn der praktischen Arbeit informieren?
29. Welche Unfälle wären denkbar, wenn Essen, Trinken und Rauchen im Labor gestattet wären? Nennen Sie zwei Beispiele!
30. Im Praktikum werden zur qualitativen Analyse Feststoffgemenge ausgegeben, deren Zusammensetzung den Studierenden zunächst unbekannt ist. Wie ist grundsätzlich mit diesen Proben umzugehen?
31. Bei welchen der folgenden Arbeitsgänge ist zwingend im Abzug zu arbeiten und warum?
  - (a) Titration verdünnter Schwefelsäure mit verdünnter Natronlauge;
  - (b) Lösungsversuche für ein unbekanntes Feststoffgemenge;
  - (c) Erhitzen einer stark salzsauren Lösung von Antimontrichlorid ( $\text{SbCl}_3$ );
  - (d) Erwärmen eines Gemisches, das ein organisches Lösungsmittel enthält, auf dem Wasserbad.
32. Im Rahmen einer Analyse kann es erforderlich sein, eine stark salpetersaure Lösung zu erhitzen. Warum verhält sich der Praktikant grob fahrlässig und ist akut gefährdet, wenn er dies nicht im Abzug macht?
33. Sie wollen eine Natriumcarbonat-Lösung entsorgen, wissen aber nicht, wie dies sachgerecht zu erfolgen hat. Was ist zu tun?
34. Was ist beim Ein- und Umfüllen von Feststoffen zu vermeiden? Begründung!
35. Sie müssen mit einer größeren Menge (ca. 100 ml) eines organischen Lösungsmittels arbeiten. Worauf ist unbedingt zu achten?