



Sicherheitsseminar

Organisch-Chemisches Praktikum für Fortgeschrittene

Dr. Angelika Ullrich

Fachrichtung Organische Chemie – NT-Fakultät

Betriebsanweisung

- Die arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung muss erstellt werden.
- Die **Arbeitnehmer**, die mit Gefahrstoffen umgehen, müssen anhand der Betriebsanweisung über vorhandene Gefahren sowie Schutzmaßnahmen unterwiesen werden.
- Die Unterweisungen sind **mindestens einmal jährlich** und arbeitsplatzbezogen durchzuführen.
- Der Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und durch den Unterwiesenen mit Unterschrift zu bestätigen.
- Die Nachweise über die geführten Unterweisungen sind mindestens zwei Jahre aufzubewahren.



Laborordnung - Sicherheitsbestimmungen

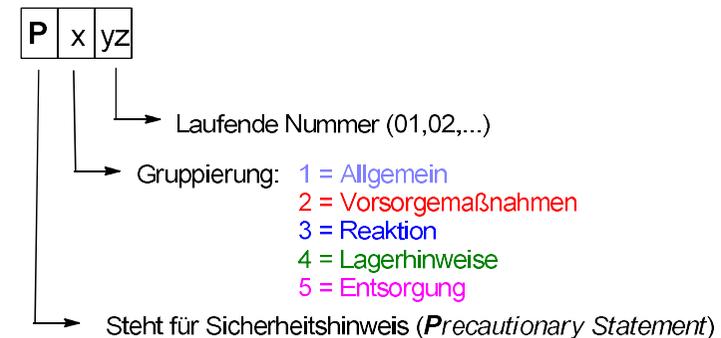
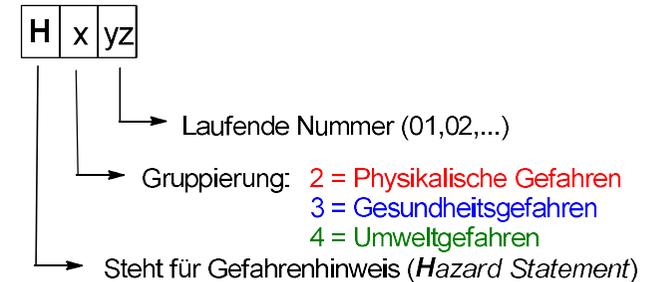
- Schutzkleidung
 - Schutzbrille
 - Kittel (Baumwolle, mind. 95 %)
 - Festes Schuhwerk
 - Handschuhe (u. a. Chemikalien-Schutzhandschuhe) bei bestimmten Arbeitsschritten
- Keine Speisen und Getränke
- Saubere Arbeitsplätze
- Keine offenen Flammen, Rauchverbot
- Abzug
- Reaktionen unter Aufsicht
- Beschriftung von Chemikaliengefäßen
- Abfallentsorgung
- Transport von Chemikalien und Abfällen
- Gegenseitige Rücksichtnahme
- Hinweise auf Fluchtwege, Löscheinrichtungen, Augen- und Körperduschen

Gefahrstoffe

- Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere gefährliche Eigenschaften aufweisen.
- Gefährlichkeitsmerkmale sind:
 - explosionsgefährlich
 - brandfördernd
 - hochentzündlich
 - leichtentzündlich
 - sehr giftig
 - giftig
 - gesundheitsschädlich
 - reizend
 - ätzend
 - umweltgefährlich
 - sensibilisierend
 - krebserzeugend
 - fortpflanzungsgefährdend
 - erbgutverändernd

Gefährlichkeitsmerkmale von Gefahrstoffen

- Gefahrensymbole
- Gefahrensätze (Hinweise auf besondere Gefahren):
 - H-Sätze (*hazard statements*)
- Sicherheitsratschläge
 - P-Sätze (*precautionary statements*)
- Signalwort: **Achtung** oder **Gefahr**
- Luftgrenzwerte: AGW (alt: MAK, TRK)
- Kritische Schadstoffe
 - Krebserzeugende Stoffe (Cancerogene)
 - Fortpflanzungsfördernde Stoffe (Teratogene)
 - Erbgutverändernde Stoffe (Mutagene)
 - Sensibilisierende Stoffe (Allergene)



Gefahrenklasse Karzinogenität

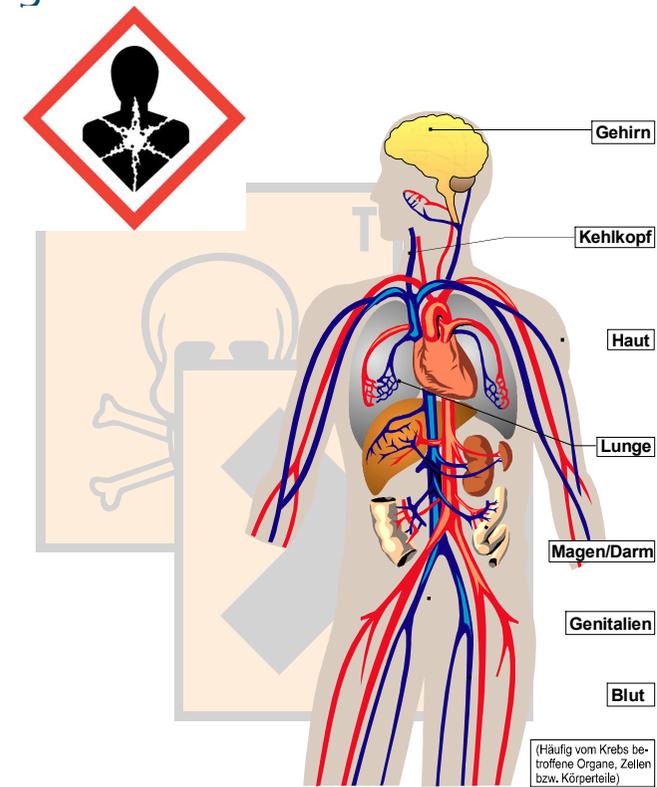
Krebserzeugende Stoffe sind in drei Kategorien eingeteilt

- **Carc. 1A und Carc. 1B:** Stoffe, die bekanntermaßen Krebs erzeugen können
- **Carc. 2:** Stoffe, die vermutlich Krebs erzeugen

Analoge Einteilung für fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische, fruchtschädigende) Stoffe

Typische Stoffklassen:

- Alkylierende Verbindungen
- Polycyclische aromatische KW und Heterocyclen
- Aromatische Amine und Nitroverbindungen
- Azoverbindungen und Hydrazine
- Schwermetalle und deren Verbindungen
- Faserstäube
- ...



Umgang mit Chemikalien

- Sicherer Transport von Chemikalien

Der Transport von Chemikalien außerhalb des Laborraumes ist nur in dafür vorgesehenen Behältern wie z. B. Eimern oder Tragekörben gestattet.

- Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten

- Am Arbeitsplatz: bis zu 1 Liter
- Im Lösemittelschrank: > 1 l

- Etikettierung von Chemikalienflaschen

- Sichere Handhabung von Chemikalien

- Sichere Entsorgung von Chemikalien

Umgang mit flüssigem Stickstoff (LIN = **l**iquid **n**itrogen)

- Siedetemperatur? -196 °C -> **Gefahr**: Erfrierungen („Kälteverbrennungen“)
 - **Persönliche Schutzausrüstung (PSA)**:
 - körperbedeckende, trockene Kleidung
 - geschlossene Schuhe
 - Schutzbrille
 - Kälteschutzhandschuhe
- Verdampfen -> 1 Liter LIN \triangleq 700 Liter N_2 (g)
 - > **Gefahr**: Sauerstoffmangel
 - Lüftung
 - Transport im Aufzug ohne Personentransport



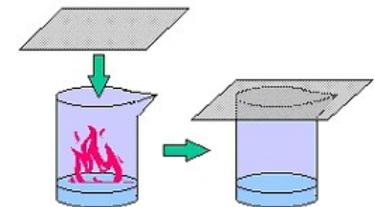
Brandgefahren

- Selbstentzündliche Stoffe
 - Alkalimetalle und ihre Hydride (z. B. NaH, LiAlH₄)
 - metallorganische Verbindungen (BuLi, Ziegler-Natta-Katalysatoren)
 - Hydrierkatalysatoren (Raney-Ni, 10% Pd/C)
- Exotherme Reaktionen
 - **Problem:** unzureichende Abfuhr der Reaktionswärme, verursacht durch ein verzögertes Anspringen der Reaktion bzw. einer Überdimensionierung des Reaktionsansatzes
 - **Beispiele:** Herstellung von Grignard-Verbindungen oder Nitrierung von Aromaten
 - **Vorsichtsmaßnahmen:**
 - Anspringen abwarten
 - Kühlbad bereit stellen

Brandbekämpfung

- Brandklassen

A	alle festen und glutbildenden Stoffe
B	alle flüssigen Stoffe
C	alle gasförmigen Stoffe
D	brennbare Metalle (z. B. Na, K)
- Löschung von Alkalimetallbränden:
 - Sand oder Pulverlöscher (Brandklasse D) **!Vorsicht: keinen CO₂-Löscher verwenden!**
- Personenbrände (Kleiderbrände):
 - Löschdecke, Notdusche oder CO₂-Löscher
- Brennen elektrischer Anlagen (bis 1000 V):
 - CO₂-Löscher
- Kleine Lösemittelbrände
 - Unterbrechung der Luftzufuhr



Explosionsgefahren

- Explosionsgefährliche Substanzen und Gemische
 - Organische Nitroso- und Nitroverbindungen
 - hochnitrierte Aromaten
 - Salpetersäureester
 - Azo- und Diazoverbindungen
 - Chlor- und Iodstickstoff
 - Acetylide
 - peroxidische Verbindungen
- Zersetzungsreaktionen
 - Ursache: Thermische bzw. mechanische Instabilität einiger Substanzen
 - Beispiele: Diazoniumsalze, Perchlorate und Peroxide
- **Vorsichtsmaßnahmen**
 - Vermeidung der Austrocknung und Isolierung dieser Produkte

Explosionsgefahren

- Experimente, bei denen Explosionsgefahr besteht:
 - Destillation von peroxidhaltigem Ether
 - Entsorgung von Alkalimetallen mit halogenhaltigen Abfällen
 - Aldehydnachweis mit ammoniakalischer AgNO_3 (Tollens-Reagenz): Entstehung von „Knallsilber“
 - Trocknen von Perchloraten
 - Zugabe von rauchender Salpetersäure zu Aceton, Ether, Alkohol, ...
- Nachweis und Zerstörung von Peroxiden
 - Nachweis: Essigsäure KI -> Schütteln -> Violettfärbung durch Iodabscheidung
 - Zerstörung: Reduktion mit Eisen-II-salzen

Abfallentsorgung (Abfallschlüssel)

- Halogenhaltige Abfälle (140602)
- Halogenfreie Abfälle (140603)
- Säuren und Säuregemische (110105)
- Laugen und Laugengemische (110107)
- „Feststoffabfälle“: Filter und Aufsaugmassen (150202)
- Glasabfälle mit schädlichen Verunreinigungen (170204)
- Hausmüll
- Aggressive Chemikalien/Rückstände: **nur nach Deaktivierung!**
Säurechloride, alkylierende Reagenzien, Cyanide, Metallorganika, Metalle, Metallkatalysatoren, Metallhydride, starke Oxidationsmittel...



Entsorgung „aggressiver“ Chemikalien

- Alkalimetalle

Entschärfung von Na mit EtOH bzw. K mit iPrOH

- Hydride (Vorsicht: H₂-Entwicklung)

Deaktivierung durch Oxidation:

- Alkaliborhydride (z. B. NaBH₄) mit EtOH
- Alkalihydride und Alkaliamide (NaNH₂) mit iPrOH
- Umsetzung von Lithiumaluminiumhydrid (LiAlH₄) mit EtOAc oder iPrOH

- Organische Lithiumverbindungen

Umsetzung organischer Lithiumverbindungen (z. B. BuLi) mit iPrOH unter Schutzgas

Entsorgung „aggressiver“ Chemikalien

- Säurechloride, Säureanhydride
 - Tropfenweise Zugabe in eine 10%ige NaOH-Lösung
 - z. B. Thionylchlorid (SOCl_2), Phosphorpentachlorid (PCl_5), Phosphoroxychlorid (POCl_3), Chlorsulfonsäure (ClSO_3H), Acetanhydrid
- Alkylierende Reagenzien
 - Eintropfen in eine konzentrierte eisgekühlte Ammoniaklösung bzw. Natronlauge
 - z. B. Dimethylsulfat, Diethylsulfat oder Methyljodid
- Cyanide
 - Oxidation mit H_2O_2 in alkalischer Lösung
 - Komplexierung mit Fe(II) als $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

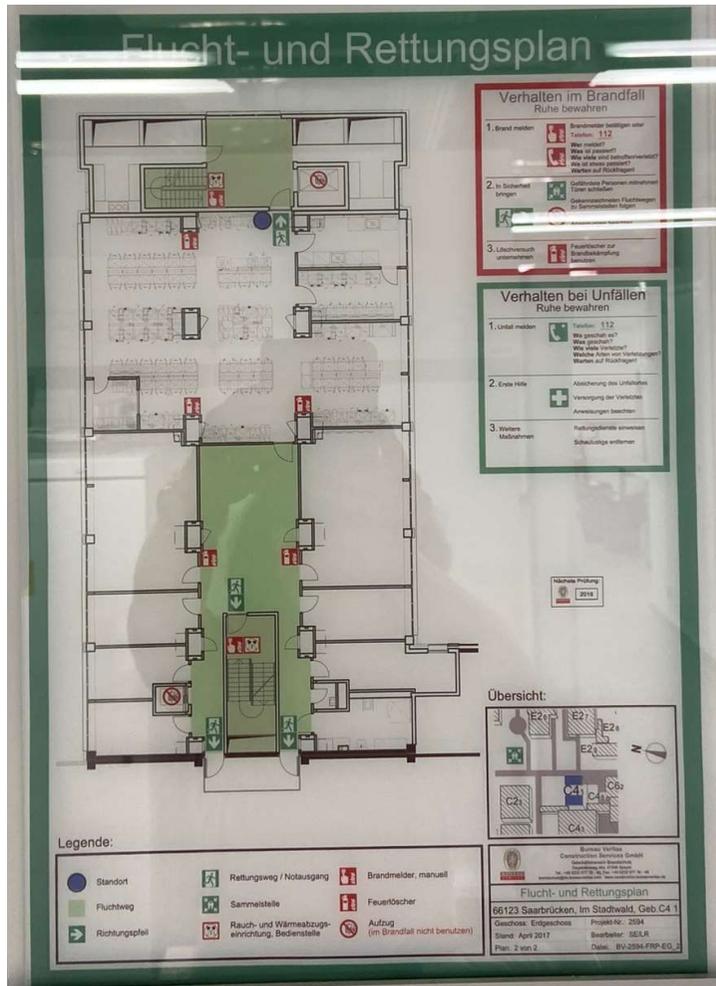
Entsorgung „aggressiver“ Chemikalien

- Brom und Iod
 - !!!vgl. Reaktion von Brom mit Aceton!!! -> Reduktion mit wässriger Natriumthiosulfat-Lösung
- Starke Oxidationsmittel
 - Permanganat, Chrom(VI)
- Metallkatalysatoren
 - z. B. Hydrierkatalysatoren

Sicherheitsführung im Labor

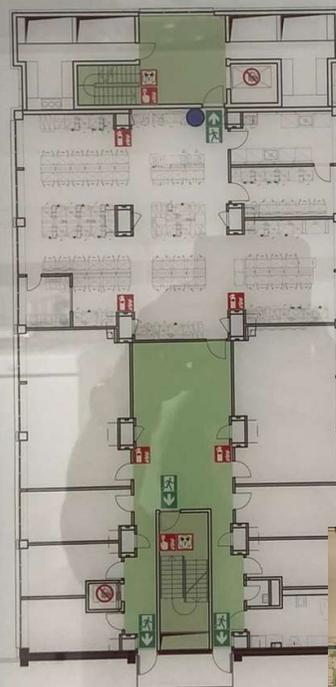
- Fluchtausgänge
2-4 pro Laborabschnitt
- Fluchtwege
Treppenhäuser und Hörsaalgebäude
- Notstoppschalter (Strom und Gas)
Labortisch, Raum, Etage
- Augenduschen
an jedem Spülbecken
- Körperduschen
vor jeder Labortür
- Feuerlöscher
mind. 2 in jedem Laborabschnitt

Laborführung



Laborführung

Flucht- und Rettungsplan



Verhalten im Brandfall

Ruhe bewahren

- Brand melden: Brandmelder betätigen oder Telefon 112. Wer meldet? Wo ist der Brand? Wie sieht die Rauchentwicklung aus? Warten auf Rückfragen.
- In Sicherheit bringen: Geordnete Personen mitnehmen Türen schließen. Sammelstellen/Fluchtwegen in Sammelstellen folgen.
- Lichtruchweg einhalten: Feuerlöscher für Brandbekämpfung benutzen.

Verhalten bei Unfällen

Ruhe bewahren

- Unfall melden: Telefon 112. Was geschieht es? Wo geschieht es? Wie viele Verletzte? Welche Art von Verletzungen? Warten auf Rückfragen.
- Erste Hilfe: Abdeckung des Unfallschicks, Verwundung der Verletzten, Anweisungen beachten.
- Warten Maßnahmen: Fußgängerzone einweisen, Schutzgitter entfernen.

Legende:

- Standort
- Fluchtweg
- Richtungspfeil
- Rettungsweg / Notausgang
- Sammelstelle
- Rauch- und Wärmeabzugseinrichtung, Bedienstelle
- Brand
- Feuerlöscher
- Aufzug (im Brand)

BRÄNDE VERHÜTEN

AVOID FIRE

Keine offene Flamme, Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten
No naked flames, fire, naked ignition sources and smoking is prohibited

VERHALTEN IM BRANDFALL

IN CASE OF FIRE

Ruhe bewahren
Keep calm

Brand melden
Report the fire

Handfeuermelder betätigen
Activate fire alarm

Notruf 112
Fire brigade 112

Gefährdete Personen warnen
Warn endangered persons

Hilflose mitnehmen
Take along helpless persons

Türen schließen
Close doors

Gekennzeichneten Fluchtwegen folgen
Follow signposted exit/evacuation routes

Aufzug nicht benutzen
Do not use elevator

Sammelstelle aufsuchen
Head for assembly point

Auf Anweisungen achten
Follow instructions

Feuerlöscher benutzen
Use fire extinguishers

Löschschlauch benutzen
Use wall hydrants

NOTRUF

EMERGENCY CALLS

Universität des Saarlandes - Campus Saarbrücken

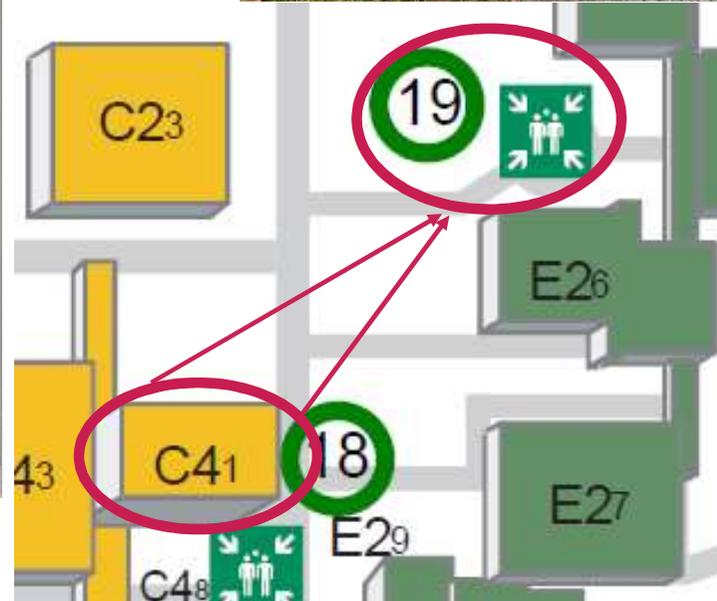
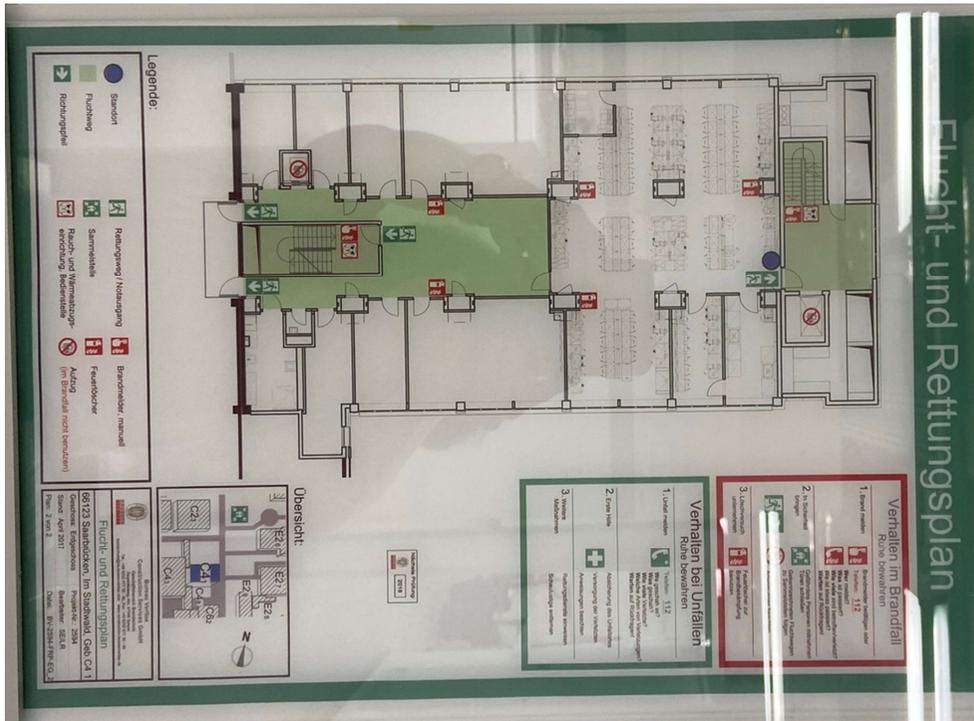
Gebäude:
Building: C4 1

NatürL. Rettungsdienst, Feuerwehr Emergency physician, Rescue service, Fire brigade	112
Polizei Police	110
Ärztlicher Notfalldienst Institut für Sport- und Präventivmedizin, Gebäude B8 2 (Mo - Do: 8:00 - 16:30 Uhr, Fr: bis 15:30 Uhr) Medical emergency service Institute for Sport and Preventive Medicine, Building B8 2 (Mo - Do: 8:00 am - 04:30 p.m., Fr: until 2:30 p.m.)	70430* 70482*
Störmeldezentrale (sonstige Notrufe und Störungen) Event control centre (all other emergency calls or other messages)	2242*
Giftinformationszentrale Homburg Poison control centre Homburg	0-66841/19240
Fachkräfte für Arbeitssicherheit Safety engineers	2729* 2752*
Berufsmächtig für den Strahlenschutz Career specialist professional supervisor	0-66841/16-26005 0-66841/16-26004
Pförtner Hauptgebäude (bis 16:00 Uhr) Gatekeeper main entrance (until 4:00 p.m.)	3609*
Wachdienst (ab 19:30 Uhr) Security (after 7:30 p.m.)	2062*

* Bei Anrufen aus dem Mobilfunknetz bitte 0681330 vorstellen.
* If you are calling from any mobile phone dial 0681330 first.



Laborführung





**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**

Viel Erfolg im Praktikum!