

# Ausbildungsunterlagen für Ausbilder von Atemschutzgeräteträgern



## Atemschutzgeräteträger

3. Atemgifte

# Atemschutzgeräteträger

## 3. Atemgifte



---

### Inhalt

---

3.1 Grundlagen

---

3.2 Begriffsbestimmung Atemgifte

---

3.3 Arten von Atemgiften

---

3.4 Brandrauch

---

3.5 Schutz vor Brandprodukten

---

3.6 Erste Hilfe bei Vergiftungen mit Atemgiften

---



**Zielgruppe:** Atemschutzgeräteträger der Feuerwehr in der Ausbildung

**Teilnehmerzahl:** entsprechend der Größe des Unterrichtsraums, maximal 20 Teilnehmer

**Didaktik und Methodik** (nach FwDV 2 Ausbildung der Freiwilligen Feuerwehr und FwDV 7 Atemschutz):

Ausbildungs- einheit	Zeit [Min]	Groblernziele Die Teilnehmer müssen	Inhalte	LZS	empfohlene Methode
Atemgifte	90	die Gefährdung durch Atemgifte in Abhängigkeit von deren spezifischen Eigenschaften erklären können	- Definition Atemgifte - Atemgifteigenschaften - Atemgiftgruppe	2	Unterrichtsgespräch mit 2 Versuchen

**Vorzubereitende Unterlagen / Materialien /Geräte:** Tageslichtprojektor bzw. Beamer mit Computer, Tafelschreiber wie Kreide und Stifte, Ausrüstung zum Vorführen der beiden Versuche (Kerze, Zündlicht, 2 Glasschalen, Becherglas, nicht brennbare Unterlage, Kombinationszange, ca. 30 cm PVC-isoliertes Elektrokabel, Prüfröhrchenmessgerät mit HCl-Prüfröhrchen)

**Sonstige Hinweise:** Der wesentlichste Inhalt dieses Schulungsbausteins muss wenigstens jährlich belehrt werden. Der Text lässt sich auch als Belehrung erfahrener Atemschutzgeräteträger nutzen.

**Quellenangaben, weiterführende Literatur:**

- DGUV Regel 105-049 Feuerwehr
- DGUV R 112-190 Benutzung von Atemschutzgeräten
- DGUV I 205-010 Sicherheit im Feuerwehrdienst
- Vfdb Richtlinie 0810, 02 Atemschutzgeräte
- Betriebsanleitungen und Herstellerinformationen, z. B. Dräger Safety Lübeck
- Bedienungsanleitung Prüfröhrchenmessgerät, Beschreibung HCl-Prüfröhrchen
- W. Gabler, Weka, „Fertig ausgearbeiteten Schulungsbausteine für die laufende Ausbildung in der Freiwilligen Feuerwehr“, Weka, 2002 und folgende
- W. Gabler, Vorlesungsscript zum Lehrgang „Sachkunde für Reinigung und Desinfektion im atem- und Körperschutz“, Dräger Academy.

### **Allgemeine Hinweise**

Der vorliegende Ausbilderleitfaden darf - auch auszugsweise – nur zur Ausbildung ohne schriftliche Genehmigung des Verfassers reproduziert, übertragen, auf Datenträger gespeichert oder in einer anderen Sprache bzw. Computersprache übersetzt werden. Er darf nur verändert werden, wenn er damit auf die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten angepasst wird.

Der Verfasser stimmt einer Vervielfältigung der Unterlagen nur zum Zweck der Ausbildung der Feuerwehren zu. Alle weiteren Rechte, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung, Reproduzierung, Speicherung unter Verwendung elektronischer System und Verbreitung sowie Übersetzung aus geschäftlichem Interesse bleiben vorbehalten.

### **Hinweise der Redaktion**

Dieser Ausbildungsunterlage wurde erstellt von Dipl. Ing. Wolfgang Gabler und Mirko Nowak.

Ziel dieser Arbeit ist die Schaffung einheitlicher Lehrunterlagen für die Ausbildung zum Atemschutzgeräteträger, die für Lehrgangsteilnehmer und Ausbilder gleichermaßen alle erforderlichen Unterlagen zur freien Nutzung enthält. Je nach thematischer und stofflicher Eignung stehen zur Verfügung:

- Ausbildungsmaterial Lehrgangsteilnehmer
- Lehrunterlage Ausbilder
- Präsentationen
- Übungsanleitungen
- Übungskarten
- Lernzielkontrolle

Auf eine Schreibweise, die beiden Geschlechtern gleichermaßen gerecht wird, wird wegen zu großen Einschränkungen der Lesbarkeit verzichtet. Deshalb gilt die männliche Form für beide Geschlechter.

Alle Unterlagen lassen sich von der Homepage „[www.atemschutzlekon.de](http://www.atemschutzlekon.de)“ frei downloaden.

Grundlage für die erstellten Unterlagen ist die Feuerwehrdienstvorschrift FwDV 2 Ausbildung der Freiwilligen Feuerwehren

Die Angaben wurden mit Sorgfalt, nach bestem Wissen und Gewissen gemacht. Das Buch gibt den Stand der Technik und die Erfahrungen eines großen, mit Ausbildung von Truppmännern und Truppführern befassten Personenkreis wieder. Eine Haftung oder Ansprüche aus diesen Angaben sind jedoch ausgeschlossen.

Die Angaben ersetzen nicht die Informationspflicht und Prüfung der Gegebenheiten durch den Nutzer.

Zeit [Min]	Inhalt	Methodische Hinweise
10	<p><b>1 Grundlagen</b></p> <p>Es ist bekannt, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Bränden schädigende Stoffe schnell, in großen Mengen und mit großer Gefährlichkeit entstehen können,</li> <li>- bei Unfällen, Havarien und anderen Unglücksfällen mit gefährlichen Stoffen diese ungewollt freigesetzt werden können und ihre Umgebung bedrohen.</li> </ul> <p>Durch Brandrauch und frei gewordene Gefahrstoffe kommt es zu Gefährdungen der Einsatzkräfte und aller, die sich im Gefahrenbereich aufhalten, z. B. Arbeitnehmer, Schaulustige und Unfall- bzw. Havarieopfer.</p> <p>Die Gefährdungen gehen von Stoffen und Stoffverbindungen aus, wenn sie ihre Eigenschaften frei und ungehindert entfalten können. Wenn sie sich z. B. freisetzen, umbilden, oder ihre Konzentration erhöhen können, oder wenn im Brandrauch besonders viele Verbrennungsprodukte von Kunststoffen schweben. Dann entwickeln sich große Potenziale von Gefahren für Menschen, Tiere, Umwelt und Sachgüter. Zum Glück sind dabei Großschadensereignisse selten. Aber auch bei kleineren Ereignissen können heute große Gefahrenpotentiale entstehen. Wenn die Feuerwehr zum Einsatz kommt, ist oft mit derartigen Situationen zu rechnen. Gefahren im Einsatz zur Brandbekämpfung ergeben sich vor allem durch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften der Stoffe und Stoffverbindungen unter Normalbedingungen z. B.: bei Leckagen an Rohrleitungen und Tankwagen entstandene Säurelachen, Säurenebel, Benzindämpfe</li> <li>- Eigenschaften der Stoffe und Stoffverbindungen bei thermischer Zersetzung, z. B.: Pyrolyseprodukte wie Ruß mit Dioxinen und Furanen behaftet</li> <li>- gasförmige Verbrennungsprodukte und Gemische gasförmiger Verbrennungsprodukte z. B.: Kohlenmonoxid, Brandrauch, Dioxine und Furane,</li> <li>- Einsatz bestimmter Löschmittel, z. B. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).</li> </ul> <p>Schädigende Stoffe können in festem, flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustand vorkommen.</p> <p>Bei vielen Schadensfällen lassen sich mehrere, gleichzeitig wirkende schädigende Stoffe nachweisen. So entstehen bei Bränden z.B. ganze Komplexe in Wirkung und Aggregatzustand unterschiedliche Gifte. Infolgedessen und wegen der Auswirkungen physikalischer Mechanismen verstärken sich oft noch ihre gefährlichen Einzelwirkungen auf den menschlichen Organismus.</p>	<p>Präsentation Folie 3 „Gefährlichkeit der schädigenden Stoffe“ verwenden</p> <p>ein Beispiel aus Tabelle 1 präsentieren</p>

<b>Tabelle 1: Beispiele von Atemgiften mit Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen sowie deren Vorkommen *)</b>	
<b>Atemgift</b>	<b>Vorkommen</b>
Kohlenwasserstoffe wie Aceton, Ether, Alkohole, Benzine, Benzole, Trichlorethylen („Tri“), Schwefelkohlenstoff	Lösungsmittel, Entfettungsmittel, chem. Industrie, Kunststoffherstellung, chemische Reinigung
Blausäure (HCN)	Schädlingsbekämpfungsmittel, chemische Industrie, galvanische Betriebe, Pyrolyseprodukt stickstoffhaltiger Kunststoffe
Kohlenstoffmonoxid (CO)	alle unvollkommenen Verbrennungen, Abgase
Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )	alle vollkommenen Verbrennungen, Abgase, Gärkeller, Futtersilos, Löschmittel, Treibmittel, Wassergas (40% CO, 50% H <sub>2</sub> Rest H <sub>2</sub> O-Dampf, CO <sub>2</sub> u.a.)
Quecksilberdämpfe	Spiegel-, Thermometerherstellung, Metallrauche, Löten, Schweißen, Schmelzen

Einen besonderen Stellenwert nehmen Rauchgase ein. Sie entstehen bei Bränden. Zwar ist die Brandbekämpfung im Gesamtaufkommen der Einsatzfähigkeit der Feuerwehren in Deutschland deutlich gesunken, aber derzeit entstehen immer noch etwa 1500.000 Brände jährlich. Diese Zahl verändert sich über einige Jahre hinweg analysiert kaum. Erhöht hat sich dagegen die Zahl der tödlichen Rauchvergiftungen. So wurden jährlich etwa

- 600 Menschen getötet
- 6.000 Menschen schwer verletzt und
- 60.000 Menschen leicht verletzt.

Von den etwa 600 Brandtoten

- verlieren etwa 85 % durch eine Rauchvergiftung ihr Leben
- sterben über 80% in ihren Wohnungen
- werden 70 % nachts im Schlaf überrascht, wobei sogar über 90% durch Brandrauch vergiftet werden.

	<p>Hauptursache ist der immer rauchintensivere Verbrennungsvorgang. Das liegt vor allem an der gestiegenen Verwendung von Kunststoffen im Haushalt. Heute bestehen viele Haushaltsartikeln, Verpackungen, Wohnraumausstattungen und Möbel aus Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und Polyvinylchlorid (PVC). Diese Kunststoffe erzeugen beim Verbrennen hoch giftige Gase, zum Teil sogar Ultragifte. Sie sind als „gefährlich bereits in geringen Mengen“ einzuschätzen.</p>	<p>ein Beispiel aus Übersicht Beispiele präsentieren</p>
<p><b>Beispiel 1</b></p>	<p>Am 09.07. 2011 starb eine 85 jährige Frau in W. an den Folgen eines Zimmerbrandes. Die Einsatzkräfte fanden die Frau auf einem Sofa sitzend, gleichsam schlafend, vor.</p>	
<p><b>Beispiel 2</b></p>	<p>Die meisten Opfer bei einem Brand sterben nicht an den Flammen. Es ist der Rauch, der sie umbringt. Die neuen Baumaterialien machen ihn immer giftiger. Er ist inzwischen so gefährlich wie ein Kampfgas für den Kriegseinsatz. ("P.M.", August 2001)</p>	
<p><b>Beispiel 3</b></p>	<p>Versuche ergaben, dass ein brennendes Kunststofftelefon das Volumen eines Einfamilienhaus innerhalb von 10 Minuten komplett mit gefährlichem Rauchgas füllt. Eine 10 kg schwere Schaumgummimatratze, z.B. aus einem Kinderbett, erzeugt etwa 25.000 m<sup>3</sup> gefährlichen Rauch.</p>	
<p><b>Beispiel 4</b></p>	<p>Viele Kunststoffe, Farben usw. werden auf Chlorbasis hergestellt. Bei Bränden wird das Reizgas Chlor freigesetzt und kann neue Verbindungen eingehen, z.B. Senfgas, Chlorzyan, Chlorwasserstoff HCl, CN und CS (auch: Tränengase) und Salzsäure aus der Verbindung Chlorwasserstoff mit Luftfeuchtigkeit oder Löschwasser.</p>	
<p><b>Beispiel 5</b></p>	<p>Polystyrol setzt unvollständig verbrannt Polystyrol und das Gas Styrol frei. Styrol kann das zentrale Nervensystem erheblich schädigen.</p>	

**Beispiel 6**

Das Einatmen von Kohlendioxid CO<sub>2</sub> innerhalb bestimmter Grenzen beschleunigt die Atemtätigkeit. Daraus entwickelt sich ein höherer Luftumsatz bzw. größeres Atemvolumen der betroffenen Person. Befindet sich diese ungeschützt in einer mit schädigenden Stoffen belasteten Umgebung, können diese Gifte schneller und in größeren Mengen in den Körper eindringen.

CO<sub>2</sub> vermag Sauerstoff aus der Einatemluft zu verdrängen. Deshalb nutzt man es erfolgreich in Löschanlagen als Löschgas. In größeren Mengen vorhanden kann es also den Sauerstoffanteil in der Einatemluft auf den gefährdeten Anteil von unter 17Vol.- drücken. CO<sub>2</sub> in Konzentrationen ab etwa 8 Vol.- % in der Einatemluft wirkt lähmend auf das Atemzentrum.

Brandprodukte werden auf Grund ihrer Eigenschaften und Wirkungen als „für Menschen gefährlich“ eingeschätzt. Von diesen Stoffen und Stoffverbindungen gehen für den Menschen Gefahren aus, wenn sie ihn oberflächlich verschmutzen (kontaminieren) oder durch Atmung, Hautresorption, Wunddurchdringung oder Verschlucken in den Menschen eindringen (inkorporieren).

Die Art und Stärke der gefährlichen Wirkungen dieser Stoffe auf den Menschen bestimmen vor allem die Eigenschaften der gefährlichen Stoffe, die Höhe von Konzentration und Einwirkdauer, die Reaktionsfähigkeit mit anderen Stoffen, z. B. Luftsauerstoff und Löschmittel.

<b>Tabelle 2: Atemgifte (Auswahl häufiger Brandprodukte)</b>		
<b>brennbarer Stoff</b>	<b>Verbrennungsprodukte (Atemgifte bei Vollbrand)</b>	<b>Verbrennungsprodukte Schmelbrand (Atemgifte in der Nachlöschphase)</b>
Holz, Papier, Zellstoff	CO, CO <sub>2</sub> , Aldehyde, Aromate, Essigsäure, KW	Aldehyde, Aromate, KW, PAK
Kunststoffe (Polymere mit C und H)	CO, CO <sub>2</sub> , NO, Aldehyde, Aromaten, Carbonsäuren, gesättigte und ungesättigte KW	Aldehyde, Aromate, PAK
Kunststoffe (Polymere mit Halogenen)	CO, CO <sub>2</sub> , HCl, COCl <sub>2</sub> , CKW, Aldehyde, Aromaten, Chloraromaten, Carbonsäuren, PCD, PCDF	CKW, Aldehyde, Aromate, Chloraromate, Carbonsäuren, gesättigte und ungesättigte KW, PCD, PCDF

ein Beispiel aus Tabelle 2 präsentieren

*Erklärung:  
COCl<sub>2</sub> = Phosgen, KW = Kohlenwasserstoffe, CKW = Chlorkohlenwasserstoffe, PAK = Polycyclische Kohlenwasserstoffe, PCD = Furane, PCDF = Dioxine*



	<p>Gefahren von Brandprodukten ergeben sich vor allem durch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Eigenschaften der Stoffe und Stoffverbindungen unter Normalbedingungen, z. B. durch austretende Benzindämpfe,</li> <li>- die Eigenschaften der Stoffe und Stoffverbindungen bei thermischer Zersetzung, z. B. durch Pyrolyseprodukte wie Kohlenmonoxid (CO) und Schwelgas,</li> <li>- die gasförmige Verbrennungsprodukte und Gemische gasförmiger Verbrennungsprodukte, z. B. Kohlenmonoxid, Brandrauch, Dioxine und Furane und</li> <li>- den Einsatz bestimmter Löschmittel, z. B. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und INERGEN</li> <li>- das gleichzeitige Wirken mehrerer Brandprodukte, die bei Bränden als ganze Komplexe in Wirkung und Aggregatzustand unterschiedlicher Stoffe entstehen und u.a. erstickend, giftig, ätzend, betäubend, sensibilisierend, brennbar, explosiv und krebserregend wirken können. Viele von ihnen sind nicht sinneswirksam, also vom Menschen nicht erkennbar. Sie sind für Menschen besonders gefährliche, da sie ohne Messgeräte nur schwer erkennbar sind und meist bereits in kleinsten Mengen wirken. Oft verstärken sich noch ihre gefährlichen Einzelwirkungen auf den menschlichen Organismus bei Vermischungen mit anderen gefährlichen Stoffen.</li> </ul> <p>Dosis und toxischen Wirkungen der schädigenden Stoffe, Brandprodukte und anderer Atemgifte können vorübergehende oder bleibende gesundheitsschädigende Wirkungen verursachen oder zum Tod führen. Die Schwere der zu erwartenden Schädigungen ist besonders abhängig von den stofflichen Gegebenheiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften</li> <li>- Konzentration</li> <li>- Einwirkdauer und</li> <li>- Reaktionen mit anderen Stoffen</li> </ul> <p>sowie vom Geschädigten selbst, vor allem durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verträglichkeit</li> <li>- körperlicher Zustand</li> <li>- Luftbedarf und</li> <li>- Art und Umfang seiner Schutzausrüstung.</li> </ul>	<p>Präsentation Folie 4 „Gefahren von Brandprodukten“ verwenden</p>
--	--	---

5	<p><b>2 Begriffsbestimmung Atemgifte</b></p> <p><b>Grundsatz Atemschutz</b>                  Atemgifte sind in der Luft befindliche Gase, Dämpfe und Schwebstoffe, die mit der Atmung in den menschlichen Körper gelangen und dort schädlich auf den Organismus einwirken können.                  Atemgifte können auch Stoffe sein, die zwar ungiftig sind aber sauerstoffverdrängend bzw. ersticken wirken.</p> <p>Die Gefährlichkeit eines Atemgiftes ergibt sich aus seiner Konzentration und seiner Einwirkungsdauer. Ihre Dosis und ihre Wirkungen können vorübergehende oder bleibende gesundheitsschädigende Wirkungen verursachen oder sogar zum Tod führen. Besonders typische Beispiele enthält Tabelle 2. Die Beurteilung der Gefährlichkeit eines Atemgiftes ist sehr schwierig, da es Atemgifte gibt, die schon in geringer Konzentration bei nur kurzzeitiger Einatmung den Tod herbeiführen, während andere Atemgifte, auch bei hoher Konzentration und langer Einwirkungsdauer, nur Gesundheitsschäden geringeren Ausmaßes verursachen. Besonders typische Beispiele enthalten die Tabellen 2 und 3</p> <table border="1" data-bbox="378 794 1599 1155"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;"><b>Tabelle 3: Gefährlichkeit häufiger Atemgifte</b></th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Atemgift</b></th> <th style="text-align: left;"><b>Vorkommen</b></th> <th style="text-align: left;"><b>gefährliche Konzentration aus ...</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kohlenmonoxid (CO)</td> <td>bei allen unvollständigen Verbrennungen</td> <td>25 - 70 g brennbarer Stoff m<sup>3</sup> Raum (0,2 Vol.- % CO)</td> </tr> <tr> <td>Blausäure (HCN)</td> <td>Brände in der Chemie- oder Textilindustrie, bei Bränden von Federn, Kunststoffbrände</td> <td>200 - 300 g Polyurethan - Weichschaum je m<sup>3</sup> Raum (0,01 Vol.- % HCN)</td> </tr> <tr> <td>Chlorwasserstoff (HCl)</td> <td>Brände von PVC, z.B. Kabel-lager und Fußbodenbelag.</td> <td>4 - 8 g PVC je m<sup>3</sup> Raum (0,004 Vol.- % HCl)</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Tabelle 3: Gefährlichkeit häufiger Atemgifte</b>			<b>Atemgift</b>	<b>Vorkommen</b>	<b>gefährliche Konzentration aus ...</b>	Kohlenmonoxid (CO)	bei allen unvollständigen Verbrennungen	25 - 70 g brennbarer Stoff m <sup>3</sup> Raum (0,2 Vol.- % CO)	Blausäure (HCN)	Brände in der Chemie- oder Textilindustrie, bei Bränden von Federn, Kunststoffbrände	200 - 300 g Polyurethan - Weichschaum je m <sup>3</sup> Raum (0,01 Vol.- % HCN)	Chlorwasserstoff (HCl)	Brände von PVC, z.B. Kabel-lager und Fußbodenbelag.	4 - 8 g PVC je m <sup>3</sup> Raum (0,004 Vol.- % HCl)	<p>Grundsatz Atemschutz und Inhalt Folie 5 „Grundsatz Atemschutz“ als Beherrschungselement vermitteln</p> <p>ein Beispiel aus Tabelle 3 präsentieren</p>
<b>Tabelle 3: Gefährlichkeit häufiger Atemgifte</b>																	
<b>Atemgift</b>	<b>Vorkommen</b>	<b>gefährliche Konzentration aus ...</b>															
Kohlenmonoxid (CO)	bei allen unvollständigen Verbrennungen	25 - 70 g brennbarer Stoff m <sup>3</sup> Raum (0,2 Vol.- % CO)															
Blausäure (HCN)	Brände in der Chemie- oder Textilindustrie, bei Bränden von Federn, Kunststoffbrände	200 - 300 g Polyurethan - Weichschaum je m <sup>3</sup> Raum (0,01 Vol.- % HCN)															
Chlorwasserstoff (HCl)	Brände von PVC, z.B. Kabel-lager und Fußbodenbelag.	4 - 8 g PVC je m <sup>3</sup> Raum (0,004 Vol.- % HCl)															

<p>40</p>	<p><b>3 Eigenschaften von Atemgiften</b></p> <p><b>3.1 Allgemeine Eigenschaften</b></p> <p>Atemgifte können zu dauernden oder kurzzeitigen Gesundheitsschäden des betroffenen Menschen oder seiner Nachkommen führen oder direkt zum Tod führen (Bild 3). Atemgifte können fest, flüssig oder gasförmig sein, als reiner Stoff oder Stoffgemisch auftreten und durch direkten Kontakt mit Haut, Augen und Schleimhäuten in den Körper gelangen, aber auch durch Verschlucken und Einatmen.</p> <p>Atemgifte besitzen eine oder mehrere der folgenden schädigenden Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- brennbar und explosionsgefährlich</li> <li>- giftig</li> <li>- ätzend oder reizend</li> <li>- allergieauslösend</li> <li>- krebserzeugend</li> <li>- fruchtschädigend oder erbgutverändernd</li> <li>- umweltgefährlich.</li> </ul> <p>Auf Grund des unterschiedlichen physikalischen Verhaltens der Atemgifte und ihre verschiedenen chemischen Reaktionsfähigkeiten besitzen diese gefährlichen Stoffe unterschiedliche Eigenschaften. Viele Atemgifte besitzen mehrere Eigenschaften. Einige Atemgifte erhalten bei besonders hohen Konzentrationen die Fähigkeit, die Haut zu schädigen oder durch die Haut in den Körper einzudringen. Zu den hautschädigenden Atemgiften gehören solche mit Reiz- und Ätzwirkung, z. B. Ammoniak. Zu den hautresorptiven gehört eine Reihe von Atemgifte mit Wirkung auf Blut, Nerven und andere Zellen, z. B. Benzol.</p> <p><b>3.2 Physiologische Eigenschaften der Atemgifte</b></p> <p><b>Grundsatz Atemschutz</b></p> <p>Die für den Schutz des Lebens wichtigste Haupteigenschaft ist die Wirkung der Atemgifte auf den Menschen. Atemgifte teilt man nach Wirkung auf den Menschen in drei Gruppen ein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atemgifte mit erstickender Wirkung,</li> <li>- Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung und</li> <li>- Atemgifte mit Wirkung auf Blut, Nerven und andere Zellen.</li> </ul>	<p>Präsentation Folie 6 „allgemeine Eigenschaften“ verwenden</p> <p>Grundsatz Atemschutz als Beherrschungselement vermitteln</p>
-----------	---	--

### 3.2.1 Atemgifte mit erstickender Wirkung

Atemgifte mit erstickender Wirkung besitzen keine giftigen oder aggressiven Eigenschaften. Sie vermögen aber den Sauerstoff aus der Einatemluft zu verdrängen oder den Menschen vom Sauerstoff abzuschneiden. Sie wirken nur in relativ hohen Konzentrationen. Dadurch kommt es zu Sauerstoffmangel in der Einatemluft und Sauerstoffmangelerscheinungen im Körper. Nur durch einen speziellen Nachweis mit entsprechenden Nachweis - oder Messgeräten kann festgestellt werden, ob der Sauerstoffanteil zu niedrig ist.

**Tabelle 4: Beispiele von Atemgiften mit erstickender Wirkung und deren Vorkommen**

Atemgift	Vorkommen
Stickstoff N <sub>2</sub>	Kesselbau, Schlossereien, Stahlbau
Wasserstoff H <sub>2</sub>	Heizgas, Stahlbau, chem. Industrie
Methan CH <sub>4</sub>	Hauptbestandteil des Erdgases, Kläranlagen Jauchegruben, Futtersilos, Kanalisation
Ethan C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Bestandteil des Erdgases, chemische Industrie
Edelgase, z. B. Argon, Helium, Neon	Schutzschweißen, Leuchtreklame, chemische Industrie
Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )	alle vollkommenen Verbrennungen, Abgase, Gärkeller, Futtersilos, Löschmittel, Treibmittel, Wassergas (40% CO, 50% H <sub>2</sub> Rest H <sub>2</sub> O-Dampf, CO <sub>2</sub> u.a.)

#### Beispiel Stickstoff (N<sub>2</sub>):

- mit 78 Vol.- % Anteil Hauptbestandteil der Luft
- farb-, geruch- und geschmackloses, nichtbrennbares Gas
- leichter als Luft
- Vorkommen: elementar, in Verbindung mit organischen Stoffen (Stickoxid bzw. nitrose Gase) u.a. in Abgasen,
- Verwendung: Düngemittel, Inertgas, Schutzgas beim Schweißen, Treibmittel in Löschgeräten.

Präsentation Folie 7 „erstickende Wirkung“ verwenden

Versuch 1 durchführen

ein Beispiel aus Tabelle 4 präsentieren

Beispiel Stickstoff (N<sub>2</sub>) präsentieren

### 3.2.2 Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung

Tabelle 5: Zusammenfassung der Eigenschaften von Stickstoff	
Charakteristik	Stickstoff
Sinneswirksamkeit	sinnesunwirksam, vom Menschen nicht wahrnehmbar.
toxische Wirkungen:	Keine giftige Wirkung. Stickstoff verdrängt jedoch den Sauerstoff und kann in geschlossenen Räumen zu Bewusstlosigkeit oder zum Erstickungstod führen.
physikalische Wirkung:	Inertisierung

Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung greifen menschliches Gewebe an der Oberfläche an und verursachen schwere Entzündungen und Zerstörungen des betroffenen Gewebes, z.B. Schleimhäute der Atemwege und das Lungengewebe. Ihre Wirkung verstärkt sich bei fehlender oder unzureichender Entgiftung. Durch die vorhandene Feuchtigkeit in den Atemorganen können diese Stoffe und Stoffverbindungen mit aggressiven Wirkungen sogar Lungenödem verursachen. Je nach Konzentration dieser Stoffe können bis zu akuten Symptomen sogar 1-2 Tage vergehen.

Die gefährlicheren Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung sind die wasserunlöslichen Vertreter, da sie anfänglich unbemerkt in den Körper eindringen können und erst an ihrer Wirkung erkannt werden, z.B. am Lungenödem, also der Zerätzung der Alveolarwände der Lungenbläschen und deren Überflutung mit Blut. Durch die Zerstörung der Atemwege und dann fehlende Flächen zur Sauerstoffdiffusion sowie durch die Überflutung zerätzter Lungenbläschen entsteht Sauerstoffmangel.

Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung lassen sich in zwei Gruppen einteilen (siehe Tabelle 5): wasserlöslich (Soforttyp - deutlich sinneswahrnehmbar) und wasserunlöslich (Latenztyp - nicht sinneswahrnehmbar).

Präsentation Folie 8 „ätzende Wirkung“ verwenden

Versuch 2 durchführen

<b>Tabelle 6: Eigenschaften und Vertreter der Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung</b>		
<b>Charakteristik</b>	<b>wasserlöslich (Soforttyp)</b>	<b>wasserunlöslich (Latenztyp)</b>
Kontaktstellen mit dem Organismus	feuchte Gewebestellen, z.B. Schleimhäute der Atemwege	gesamte Oberfläche der Atemorgane
Auslösung Atemschutzreflex	sofort nach dem ersten Einatmen infolge extremer Reizung der oberen Atemwege (stark sinneswirksam)	keine selbstständige Auslösung (sinnesunwirksam), oft erst nach längerer Zeit bemerkbar
typische Vertreter	Ammoniak ( NH <sub>3</sub> ) Chlor ( Cl <sub>2</sub> ) Schwefeldioxid ( SO <sub>2</sub> ) Säuredämpfe	Phosgen ( COCl <sub>2</sub> ) Nitrose Gase

<b>Tabelle 7: Zusammenfassung der Eigenschaftender Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung</b>	
<b>Stoff:</b>	Ammoniak, Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlor/ Salzsäure, Phenol, Paraffin, u.a.
<b>Eigenschaften:</b>	- wasserlösliche Vertreter: stechender oder markanter Geruch - wasserlösliche Vertreter: schwer wahrnehmbar
<b>Toxische Wirkungen:</b>	diese Atemgifte schädigen oder zerstören die Lungenbläschen und Atemwege durch ihre ätzende Wirkung.
<b>Physikalische Wirkungen:</b>	verätzen von Oberflächen aller Art <a href="http://www.feuerwehr-bruchkoebel.de/r-gifte.htm - top#top">http://www.feuerwehr-bruchkoebel.de/r-gifte.htm - top#top</a>

**Tabelle 8: Beispiele von Atemgiften mit Reiz- und Ätzwirkung und deren Vorkommen \*)**

Atemgift	Vorkommen
Chlor Cl <sub>2</sub>	Wasseraufbereitung, Badeanstalten (Desinfektion), Wäschereien (Bleichmittel), Zellstoff- und Papierindustrie
Dämpfe von Säuren	- Dämpfe der Flusssäure: Glasätzereien, Lötarbeiten, Klempnereien, Galvanische Betriebe - Dämpfe der Kalilauge: Batterieladestation, Seifen-, Waschmittel-Farbenindustrie, Herstellung von Pottasche - Dämpfe der Natronlauge: Seifen-, Waschmittel-, Textil- Zellstoff- und Papierindustrie
Nitrose Gase (NO <sub>2</sub> , NO, N <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	Auftreten bei Reaktionen zwischen Salpetersäure und organischen Stoffen, Düngemittelersetzter, Brand in Kunstdüngerlagern, Brand von Zellhorn und Sprengstoffen, Schweißen in engen Räumen
Phosgen (COCl <sub>2</sub> )	Farbstoffindustrie, Arzneimittelindustrie, Kampfmittel, Schaumstoffproduktion
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	ältere Kälteanlagen, Düngemittelindustrie, Fäkaliengruben und Kanalisation
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	Abbrand schwefelhaltiger Stoffe, Schädlingsbekämpfungsmittel
Stäube von Hydroxiden	- Stäube von Natriumhydroxid (Ätznatron): Seifenindustrie - Stäube von Kaliumhydroxid (Ätzkali): Seifenindustrie, Papierherstellung - Stäube von Kaliumhydroxid (Ätzkali): Düngemittel, Mörtelwerke, Neutralisation von Säureabfällen

**Beispiel für ein wasserlösliches Atemgift mit Reiz- und Ätzwirkung: Ammoniak (NH<sub>3</sub>):**

- farbloses, stark stechend riechendes Gas
- höhere Konzentrationen lösen Atemschutzreflex aus
- leichter als Luft
- wasserlöslich
- brennbar, im Bereich zwischen 15 und 28 Vol.- % explosiv
- Verwendung: Kälteanlagen, Farbindustrie, Bleicherei, Düngemittel.

Aus Tabelle 8 ein Beispiel präsentieren

	<p><b>Beispiel für ein wasserunlösliche Atemgifte mit Reiz- und Atzwirkung: Nitrose Gase (NOx)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammelbezeichnung von Stickstoff – Sauerstoffverbindungen, häufigstes Nitrose Gas ist das Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)</li> <li>- rotbraunes, nicht brennbares Gas</li> <li>- schwerer als Luft</li> <li>- entsteht in hohen Konzentrationen bei der Verbrennung von Düngemitteln und bei Reaktionen mit Salpetersäure</li> <li>- lassen sich nur schwer mit Wasser niederschlagen</li> <li>- geringe Sinneswirksamkeit</li> <li>- selbst höhere Konzentration lösen keinen Atemschutzreflex aus</li> <li>- führen meist zu Lungenödem.</li> </ul> <p><b>3.2.3 Atemgifte mit Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen</b></p> <p>Zu dieser Gruppe gehört eine große Anzahl von verschiedenen wirkenden Atemgiften. Eine Einteilung in Gruppen ist nicht mehr möglich. Die meisten Vertreter wirken bereits in geringsten Konzentrationen giftig und können in diesen Bereichen durch die menschlichen Sinnesorgane noch nicht wahrgenommen werden.</p>	<p>Präsentation Folie 9 „Atemgifte mit Wirkung auf Blut Nerven und Zellen“ verwenden</p>
<p><b><i>Atemgifte mit Wirkungen auf Blut – Blutgifte</i></b></p>		
	<p>Atemgifte mit Wirkung auf Blut bewirken u.a. Störungen der Sauerstoffaufnahme in das Blut und des Sauerstofftransportes, z.B. Kohlenmonoxid CO. Es ist das wohl häufigste Atemgift dieser Gruppe. CO ist</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas,</li> <li>- nahezu gleichschwer wie Luft,</li> <li>- bereits in geringen Mengen giftig,</li> <li>- brennbar, im Bereich zwischen 12 und 75 Vol.- % sogar explosiv,</li> <li>- mit bis zu 300 mal größeres Bindungsbestreben an die roten Blutkörperchen als Sauerstoff ausgestattet, wodurch Aufnahme und Transport von Sauerstoff im Körper blockiert wird und zu den in Tabelle 4 dargestellten Symptomen, letztendlich zur so genannten "inneren Erstickung", führt.</li> </ul> <p>Hinzu kommt, dass sich der Abbau des aufgenommenen CO aus dem Organismus sehr langsam vollzieht. In 4 Stunden kann durchschnittlich nur 50 - 60 % des aufgenommenen CO abgebaut werden.</p>	<p>Präsentation Folie 10 „Atemgifte mit Wirkung auf Blut – Blutgifte“ verwenden</p>



Eine weitere Gefahr durch das CO besteht durch seine Brennbarkeit. Durch sein großen Zündbereich von 12 bis 75 Vol.- % kann es jederzeit zu einer, je nach Konzentration mehr oder weniger heftigen, Entzündung kommen.

<b>Tabelle 9: Symptome bei ausgewählten CO-Konzentrationen</b>	
<b>CO - Konzentration [Vol.- %]</b>	<b>Symptome</b>
0,005	keine Gesundheitsgefährdung zu erwarten
0,01	nach mehreren Stunden leichte Kopfschmerzen
0,05	nach mehreren Stunden starke Kopfschmerzen, Schwindel und Ohnmachtneigungen
0,1 - 0,2	Tod nach 30 min
0,3 - 0,5	Tod nach wenigen Minuten durch Atemlähmung und Herzversagen

CO entsteht bei allen unvollkommenen Verbrennungen, z. B. ist es in Auspuffgasen enthalten (Ottomotor - Leerlauf: 3 bis 10 Vol.-%, Ottomotor - Volllast: ca. 1 Vol.-%) und allen Bränden, besonders bei Schwelbränden. Kohlenmonoxid entsteht bei unvollständigen Verbrennungen, vor allem also bei Schwelbränden oder Bränden unter Sauerstoffmangel.

CO ist geruchs-, farb- sowie geschmacklos. Das Molekulargewicht liegt unterhalb der Luft. Der MAK – Wert von CO beträgt: 30 ml/m<sup>3</sup>.

<b>Tabelle 10: Zusammenfassung der Eigenschaften von Kohlenmonoxid (CO)</b>	
<b>Stoff:</b>	<b>Kohlenmonoxid (CO)</b>
<b>Eigenschaften:</b>	- vom Menschen nicht wahrnehmbar. - entsteht bei jedem Brand, überwiegend bei Bränden mit wenig Sauerstoffzufuhr.
<b>Toxische Wirkungen:</b>	- starkes Blutgift* - schädigt Gehirn - verursacht Seh-, Lungen-, Leber-, Nieren- und Gehörschäden.
<b>Physikalische Wirkung:</b>	brennbar

**Atemgifte mit Wirkung auf Nerven - Nervengifte:**

Atemgifte mit Wirkung auf Nerven beeinflussen oder lähmen Nerven oder ganze Nervensysteme, in dem sie Steuer- oder Regelfunktionen stören. Typische Vertreter sind Kohlenwasserstoffe, wie Benzine und Benzole. Diese Flüssigkeiten können als Dampf eingeatmet u.a. zu Kopfschmerzen, Rauschzuständen, Gesichtsröte, Erregung, Krämpfen, Herzrhythmusstörungen und Atemlähmung führen. Darüber hinaus verfügen diese Stoffe noch durch ihre großen Explosionsbereiche und niedrigen Siedepunkte ein erhebliches Gefahrenpotential.

**Atemgifte mit Wirkung auf Zellen - Zellgifte:**

Zellgifte verhindern Sauerstoffabgabe in das oder aus dem Blut, z. B. Cyanwasserstoff HCN (Blausäure) Cyanwasserstoff ist normalerweise eine farblose Flüssigkeit, von der ein typischer Bittermandelgeruch ausgeht. Doch auf Grund ihres niedrigen Siedepunktes (ca. - 26° C) entwickelt die Flüssigkeit schon bei niedrigen Temperaturen Dämpfe. Der Flammpunkt von Cyanwasserstoff liegt unter - 20° C . Der Zündbereich liegt bei 4 - 45 Vol-%, der ehemalige MAK- Wert bei 10 ml/m<sup>3</sup>. Die Lösung von Cyanwasserstoffdämpfen in Wasser bezeichnet man als Blausäure. HCN ist ein sehr starkes Atemgift, das bei hohen Konzentrationen auch über die Haut aufgenommen werden kann. Bei besonders hohen Konzentrationen wirkt es ähnlich dem Kampfstoff Sarin. Es wirkt unmittelbar in den einzelnen Körperzellen, in dem es dort die innere Atmung unterbindet. So führt es zum so genannten inneren Ersticken. Cyanwasserstoff tritt vorwiegend bei der Verbrennung stickstoffhaltigen Kunststoffen auf, die in fast allen Wohn- und Industriebereichen verwendet

**Tabelle 11: Zusammenfassung der Eigenschaften von Blausäure (HCN)**

<b>Stoff:</b>	<b>Blausäure</b>
<b>Eigenschaften:</b>	- riecht leicht nach bitteren Mandeln. - Entsteht überwiegend bei Verbrennung von Kunststoffen.
<b>Toxische Wirkungen:</b>	hochschädliches Zellgift, blockiert den Stoffwechsel und die Sauerstoffaufnahme der Zellen
<b>Physikalische Wirkung:</b>	<a href="http://www.feuerwehr-bruchkoebel.de/r-gifte.htm">http://www.feuerwehr-bruchkoebel.de/r-gifte.htm</a> - top#toperätzt Oberflächen aller Art.

Präsentation Folie 11  
„Atemgifte mit Wirkung auf Nerven - Nervengifte“ verwenden

Präsentation Folie 12  
„Atemgifte mit Wirkung auf Zellen - Zellgifte“ verwenden

<p>15</p>	<p><b>4 Brandrauch</b></p> <p><b>4.1 Grundlagen</b></p> <p>Brandrauch entsteht als Brandfolge und besteht aus Brandgasen und Schwebstoffen. Auf Grund der entstehenden Brandwärme vergrößert sich das Volumen des Brandgases. Es wird leichter als die Umgebungsluft und steigt nach oben. Diese Bewegung, die Thermik des Brandgases, reißt bei genügender Stärke Schwebstoffe mit, auch solche mit schädigender Wirkung. Das Gemisch aus Brandgas und flüssigen bzw. festen Schwebstoffen bezeichnet man als Brandrauch. Der Kontakt mit dem Brandrauch wird durch das Aufsteigen des Brandrauches vom Brandgut erleichtert und kann ungeschützt zu schwersten Vergiftungen führen.</p> <hr/> <p><b>Grundsatz Atemschutz</b></p> <p>Brandrauch ist ein Stoffgemisch aus einer Vielzahl von Feststoffen, Gasen, Dämpfen und Aerosolen. Er wird gebildet, in dem die Thermik des Brandes im Brandgas Teilchen mit reißt. Solche Teilchen können unverbrannte oder teilverbrannte Stoffteilchen, Flüssigkeitströpfchen Asche und Ruß sein.</p> <p>Brandrauch lässt sich vereinfacht folgendermaßen darstellen:</p> <p style="text-align: center;"><b>Brandrauch = Brandgas + Schwebstoffe + Thermik</b></p> <hr/> <p>Brandrauch kann den menschlichen Organismus erheblich schädigen. Bei vielen Bränden entstehen aus geringen Mengen brennbarer Stoffe große Mengen Atemgifte und andere schädigende Stoffe mit teilweise extremen Vergiftungspotentialen. Brandrauch besitzt folgende gefährliche Wirkungen, die in Abhängigkeit von Zusammensetzung und Konzentration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- toxisch wirken</li> <li>- chemische Wirkung besitzen</li> <li>- die Sicht behindern</li> <li>- dem Wärmetransport dienen</li> <li>- zu Durchzündungen (Flashover) beitragen können.</li> </ul> <p>Brandrauch enthält bis zu 5.000 verschiedene giftige und ätzende Stoffe. Seine Menge und Zusammensetzung hängt vom brennenden Stoff und den Verbrennungsbedingungen ab. So führt Sauerstoffmangel z. B. zu einer unvollständigen Verbrennung bei der verstärkt Kohlenmonoxid CO, das häufigste und ein sehr gefährliches Atemgift, entsteht.</p>	<p>Präsentation Folie 13 „Grundlagen Brandrauch“ verwenden</p> <hr/> <p>Grundsatz Atemschutz als Beherrschungselement vermitteln</p>
-----------	--	--

Deshalb bezeichnet man den Brandrauch auch als „Giftcocktail“. Schon einige Atemzüge davon genügen, um den Menschen zu töten. Je nach Brennstoff kann neben dem besonders gefährlichen Blut- und Nervengift Kohlenmonoxid auch Blausäuregas, Ammoniak, Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid entstehen.

Feste Teilchen im Rauch können z.B. Ruß, Holzkohle oder Flugasche sein. Wenngleich sich der Brandrauch im Zeitalter der Kunststoffe aus einer Vielzahl von Komponenten zusammensetzt, so ist dennoch das Kohlenmonoxid der bei weitem gefährlichste Bestandteil.

Die Menge des gebildeten Rauches hängt ebenso wie seine Zusammensetzung von dem brennenden Stoff ab. Heute kennt man 5000 giftige Substanzen, die der Brandrauch enthalten kann. Dazu zählen u.a.

- Aceton, Acetaldehyd und Äther wirken betäubend und verursachen Übelkeit und Erbrechen. - Formaldehyd reizt die Augen und erschwert die Atmung.
- Crotonaldehyd führt zum Glottisödem, bei dem der Kehlkopf blitzartig anschwillt. In den meisten Fällen hilft hier nur noch ein sofortiger Kehlkopfschnitt um den Erstickungstod zu verhindern.
- Bei Bränden von PVC-Fußböden kann Phosgen entstehen, einer der schlimmsten Kampfstoffe, den die Menschheit je entwickelt hat. Dieser zerstört die Schleimhaut der Lunge, wodurch sich die Lunge mit Lympfflüssigkeit füllt. Das Opfer ertrinkt an seiner eigenen Körperflüssigkeit.
- Findet der Brand unter Sauerstoffmangel statt, enthält der Brandrauch unvollständig verbrannte gasförmige Verbrennungsprodukte, vor allem Kohlenmonoxid CO, das häufigste und ein sehr gefährliches Atemgift.

Welche Vielfalt an schädigenden Stoffen bei Bränden entstehen kann, enthalten die Tabellen 12 und 13.

<b>Tabelle 12: Beispiele für die komplette Darstellung von Pyrolyse- und Verbrennungsprodukten im Brandrauch</b>	
<b>Stoffe</b>	<b>Pyrolyse- bzw. Verbrennungsprodukte</b>
Holz	Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Wasser (H <sub>2</sub> O), niedrige Alkohole und Aldehyde, Essigsäure, verschiedene Kohlenwasserstoffe
Wolle	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, Ammoniak (NH <sub>3</sub> ), verschiedene Kohlenwasserstoffe, Blausäure (HCN), Schwefelwasserstoffe
Polystyrol	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, monomeres Styren, oligomere Styrole, Ethylbenzol, Alkene, Aldehyde, höhere Aromaten

Je ein Beispiel aus den Tabellen 12 und 13 präsentieren

Stoffe	Pyrolyse- bzw. Verbrennungsprodukte
Polyurethane	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , HCN, verschiedene Kohlenwasserstoffe, Amine, Nitrile, Aldehyde, Carbonsäure, Isocyanate
PVC	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, Chlorwasserstoff, gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Chlorkohlenwasserstoffe wie z.B. Vinylchlorid
Phenolharze	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, Formaldehyd, Ameisensäure, Phenole, Aldehyde
Polyamid	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , HCN, verschiedene Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Ketone, Amine, Stickoxide

**Tabelle 13: Wichtigste Zersetzungsprodukte verschiedener Stoffe**

Chemische Bezeichnung	Kurzzeichen	Handelsnamen (Auszug)	wichtigste Zersetzungsprodukte
<b>1. Thermoplaste</b>			
Polyvinylchlorid	PVC	Hostalit, Vestolit, Mipolam, Astrolon, Trovidur, Supralen, Kautex u.a.	Salzsäure, Benzol und Folgegase
Polyethylen	PE	Hostalen, Lupolen, Trolen, Vestolen u.a.	CO, CO <sub>2</sub> und sonstige
Polymethacrylsäure-ester	PMA	Plexiglas, Resartglas, Persprex, Plexigum u.a.	CO in großen Mengen, Spuren evtl. von C1 und Phosgen
Polyacrylnitrit	PAN	Orlon, Dralon u.a.	Blausäure, Ammoniak, Ammoniumcyanid
Polystyrol	PS	Styropor, Vestyron, Luren, Trolitul u.a.	Benzol und Folgegase
Polyamide	PA	Nylon, Perlon, Ultramid, Durethan, Supramid, Trogamid	Ammoniak, Aminverbindungen, Ameisensäure
Phenolharze (Phenolplaste)	PF	Bakelite, Eshalite, Resiform u.a.	Phenol und Formaldehyd

	Harnstoffharze	UF	Ultrapas, Formica, Resopal, Iporka, Kauritleim u.a.	Harnstoffe - Ammoniak, Amine, Blausäure	
	Polyester	UP	Trevira, Diolen, Leguval, Palatal u.a.	CO, CO2, evtl. C1, wenn zugesetzt	
	Polyester mit Glasfaser	-	Filon, Lamilux, Scobalit, Pecolit u.a.	-	
	Kautschuk	-	-	Isopren u. Folgeprodukte, evtl. Schwefel u. Chlorverbindungen	
	Synthetischer Kautschuk	-	Buna S, Buna N, Butylkautschuk	Butadien, Benzol u. Folgeprodukte, evtl. Blausäure, Ammoniak, Schwefel u. Chlorverbindungen	
	Polyurethane	PUR	Moltopren, Desophen, Desmodur, Vollcollan	Ammoniak, Zyanate, Spuren von Blausäure	
<b>2. Abgewandelte Naturstoffe</b>					
	Nitro-Zellulose	-	Zelluloid, Zellhorn	CO, Nitrose, Gase, Stickstoffe	
	Zellulose-Acetat	-	Acetat-Seide, Rhodiafil u.a.	CO, Essigsäure	
	Kunsthorn	-	Galalith, Berolith, Esbrilith	Amine, Ammoniak, Formaldehyd	
<b>4.2 Gefährlichkeit des Brandrauches</b>					
<p>Einzelne Bestandteile des Brandrauches können bereits in geringer Konzentration tödlich wirken. In erster Linie hängt die Gefährlichkeit des Brandrauches vom Brennstoff sowie von der Brandphase ab. Jeder Brand bildet einen unterschiedlichen Brandrauch bezüglich Rauchmenge und Rauchzusammensetzung und den sich daraus ergebenden Wirkungen.</p>					
<b>toxische Wirkung</b>					
<b>chemische Wirkung</b>					
					<p>Informatorisch lehren</p> <p>Präsentation Folie 14 „Gefährlichkeit des Brandrauches“ verwenden</p>

	<p><b>sichtbehindernde Wirkung</b></p> <p><b>Wärmetransport durch Rauchgase</b></p> <p><b>Durchzünden der Rauchgase</b></p> <p><b>Grundsatz Atemschutz:</b>                  Brandrauch kann den menschlichen Organismus erheblich schädigen. Bei vielen Bränden entstehen aus geringen Mengen brennbarer Stoffe große Mengen Atemgifte und andere schädigende Stoffe mit teilweise extremen Vergiftungspotentialen.</p> <p><b>4.3 Gefährlichkeit des Brandrußes</b>                  Brandruß ist Bestandteil des Brandrauches. Er haftet allen Gegenständen der Brandstelle an und kommt staubförmig und flockig vor Brandruß kann leicht von ungeschützt arbeitenden Einsatzkräften eingeatmet werden, z. B. bei der Brandwache und bei Aufräumarbeiten. Einen Teil dieser Brandruße sondern die Flimmerhäärchen oder Schleimhäute der betroffenen Personen aus, der Rest wird bis in die Lunge eingeatmet und verbleibt dort.                  Der im Nasen- und Rachenraum abgesonderte Teil kann mit Speichel zusammen verschluckt, abgehustet oder als Sekret aus dem Mund-Nasenbereich ausgestoßen werden.</p> <p><b>Grundsatz Atemschutz</b>                  Selbst umluftabhängiger Atemschutz bietet schon ausreichenden Schutz gegen das Einatmen von Brandruß.</p> <p>An Brandrußen sind verschiedenste Schadstoffe adsorbiert, z. B. anorganische Substanzen wie Salze und Metalle, organische Substanzen wie Kohlenwasserstoffe, Halogen-, Stickstoff- und anderen Verbindungen, vor allem aber polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), chlorierte aromatische Kohlenwasserstoffe (PCB), halogenierte Dioxine und aromatische Amine. Untersuchungen ergaben, das diese lang wirkenden Ultragifte an Brandrußen in Großen Mengen vorkommen. Bis zu mehreren Prozentanteilen haften sie am Ruß an, z. B. Benzo(a)pyren (BaP), der mit am stärksten krebserregende</p>	<p>Präsentationen Folie 14 „toxische Wirkung“ bis Folie 19,„Durchzündung des Rauchgases“ erläutern und diskutieren</p> <p>Grundsatz Atemschutz als Beherrschungselement vermitteln</p> <p>Informatorisch lehren</p> <p>Präsentationen Folie 20 „Gefährlichkeit des Brandrußes“ verwenden</p> <p>Grundsatz Atemschutz als Beherrschungselement vermitteln</p>
--	---	--

PAK, mit etwa 5 % aus. Dioxine kommen immerhin noch bis zu 0.0001 % vor.

Gegenüber anderen Atemgiften haben die an Brandrußen hafteten gefährlichen Stoffe ein höheres Gefahrenpotential. So wurde z. B erforscht, dass der an Brandruß von Kunststoffbränden anhaftende Stoffe BaP (Benzo(a)pyren, eines der gefährlichsten PAK) in vergleichbaren Mengen von 1 Mikrogramm Schadstoff je m<sup>3</sup> Atemluft doppelt so schnell zu Krebs führt wie Cadmium, 1000 mal giftiger als Arsen ist und knapp 10.000 mal sicherer zu Lungenkrebs führt wie Asbeststaub.

Außer der Eigenschaft, im Menschen Krebs zu erzeugen, verursachen die am Brandruß anhaftenden Stoffe weiterer chronischer Belastungen, z. B. solche, die zu Immunschwächen führen und zu Hauterkrankungen.

<b>Tabelle 14: Zusammenfassung der Eigenschaften von Ruß</b>	
<b>Stoff:</b>	<b>Ruß</b>
<b>Eigenschaften:</b>	Verursacht hohe Sachschäden, Ruß legt sich bei einem Brand auf Oberflächen in der Umgebung ab und haftet dort an.
<b>toxische Wirkungen:</b>	Keine giftige Wirkung, funktioniert aber als Transporter für giftige Brandprodukte, einschließlich Ultragifte.
<b>physikalische Wirkung:</b>	Ruß verklebt und verschleimt jedoch die Atemwege und Lungen und kann zu Atemnot oder dem <a href="http://www.feuerwehr-bruchkoebel.de/r-gifte.htm-top#top">http://www.feuerwehr-bruchkoebel.de/r-gifte.htm - top#top</a> Erstickungstod führen, Adhäsionskräfte lassen giftige Stoffe am Ruß haften.

Beispiele präsentieren



<p>10</p>	<p><b>5 Schutz vor Brandprodukten</b>                  Vor Brandprodukten schützen entsprechend Bild 18 vor allem Atemschutzgeräte, erforderlichenfalls auch zusätzliche Schutzausrüstung, z. B. Chemikalienschutzkleidung und umluftunabhängiger Atemschutz in Verbindung mit einsatztaktisch richtigem Vorgehen. So ist z. B. bei Einsätzen zur Brandbekämpfung und zur Beseitigung gefährlicher Brandfolgen das Tragen von Atemschutz vorgeschrieben.</p> <p>Vor Atemgiften schützt sich die Einsatzkraft der Feuerwehr entweder mit Vollmaske und umluftabhängigen Atemschutzgerät, z. B. Kombinationsfilter oder mit Vollmaske und umluftunabhängigen Atemschutzgerät, z. B. Pressluftatmer oder Regenerationsgerät.</p> <p>Aus dem mit Brandrauch gefüllten Räumen zu rettenden Personen kann man eine Brandfluchthaube, ein haubenförmiger Atemanschluss mit Halbmaske sowie mit einem Kohlenmonoxid- und Partikelfilter, oder einen Rettungsanschluss eines Pressluftatmers als Schutz überstreifen. Die Feuerwehr verwendet Be- und Entlüftungsgeräte, mit denen sie den Brandrauch kontrolliert aus den Räumen bläst oder saugt.</p> <p><b>Grundsatz Atemschutz:</b>                  Zum Schutz vor diesen Gefahren und um Atemschutz nutzen zu können, müssen Atemschutzgeräteträger Kenntnisse über Art, Eigenschaften und Vorkommen schädigender Stoffe sowie Schutzmöglichkeiten von ihnen besitzen</p>	<p>Präsentationen Folie 21 „Bedarf und Möglichkeiten des Schutzes“ verwenden</p> <p>Geräte im Original zeigen</p> <p>Grundsatz Atemschutz als Beherrschungselement vermitteln</p>
<p>10</p>	<p><b>6 Erste Hilfe bei Vergiftungen mit Atemgiften</b>                  Grundsätzlich ist bei jeder Person, die sich ohne Atemschutz im Brandrauch aufgehalten hat, eine Rauchvergiftung zu erwarten.                  Vergiftungen mit Atemgiften erkennt man durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umstände der Vergiftung, z.B. dem Vorhandensein von Brandrauch,</li> <li>- Kratzen im Hals</li> <li>- Reizungen der Schleimhäute</li> <li>- Reizhusten</li> <li>- Kopfschmerzen, besonders an den Schläfen</li> <li>- Übelkeit, ggf. periodische Brechanfälle</li> <li>- Unruhe / Erregungszustände</li> <li>- Schwindel</li> </ul>	<p>Präsentation Folien 22 „Grundsätzliche Erste Hilfe“ und 23 „Besonderheiten“ verwenden</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sehstörungen,</li> <li>- Beschleunigung der Atmung</li> <li>- Beschleunigung des Pulses</li> <li>- Herzbeschwerden</li> <li>- Krämpfe</li> <li>- Bewusstseinsstörungen</li> <li>- Bewusstlosigkeit</li> <li>- Atem- und Kreislaufstillstand</li> </ul>	
<p><b>Grundsatz Atemschutz</b>                  Personen mit Brandrauchvergiftungen müssen dem Arzt vorgestellt werden.</p>		<p>Grundsatz Atemschutz als Beherrschungselement vermitteln</p>
<p>Die Erste Hilfe läuft folgendermaßen ab:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geschädigten retten, dabei Eigenschutz durch das Tragen von Atemschutz</li> <li>2. Rettungsdienst alarmieren bzw. in Kenntnis setzen durch Notruf mit Hinweis auf Vergiftung durch Brandrauch</li> <li>3. Körpercheck: Prüfen von Bewusstsein, Atmung, Puls</li> <li>4. Atmung vorhanden: außerhalb des Gefahrenbereiches ablegen oder setzen und</li> <li>5. atemerleichternde Körperhaltung einnehmen lassen, beengende Kleidung öffnen,</li> <li>6. ggf. Sauerstoffinhalation,</li> <li>7. Atmung nicht vorhanden: Reanimation</li> <li>8. Körper warm und ruhig halten, um vorhandenes Sauerstoffdefizit nicht noch zu erhöhen,</li> </ol> <p>Bei Vergiftungen durch Atemgiften mit Reiz- und Ätzwirkung ist zusätzlich beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- absolute Körperruhe bis hin zu Sprechverbot und Transportminimierung, um ein Aufplatzen geätzter Gewebe in den Atemorganen zu verhindern,</li> <li>- Spülung von Schleimhäuten bei ansprechbaren Verletzten, z. B. im Mund und Rachen sowie der Augen</li> <li>- mit schädigenden Stoffen versetzte Kleidung entfernen.</li> </ul>		
<p><b>7 Verabschiedung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenfassung</li> <li>- Ausblick auf Abschnitt „Gerätekunde“</li> </ul>		<p>Präsentation Folie 24 „Verabschiedung“ verwenden</p>