

GEFAHRGUT

GEFAHRGUT

# DER GROSSE GEFAHRGUT REPORT

☛ Säureein-  
satz mit  
Vollkörper-  
schutz  
(Foto: BF  
Graz).  
-----



BLAULICHT 08/2007

# GEFAHRGUT 16

## ÄTZENDE STOFFE UND IHRE GEFAHREN (1)

LFR UNIV.-LEKTOR DR. OTTO WIDETSCHKEK, Graz

**Verätzung der Hornhaut durch Kalilauge mit fast völliger Erblindung (Foto: Lick-Schläfer).**



*Tag für Tag müssen unsere Einsatzkräfte Brände und Unfälle mit gefährlichen Stoffen bekämpfen. Die ersten Kräfte vor Ort sind in der Regel keine Spezialisten für radioaktive Stoffe, chemische Substanzen und biologische Agenzien. Es sind Mitglieder von freiwilligen Feuerwehren, die zwar eine gute Basisausbildung besitzen, aber nicht viel über Flammpunkte, chemische Formeln und die Wirkung von Gammastrahlen wissen. Was können sie tun? Gibt es eine Art elementare Einsatztaktik, eine Strategie für jedermann?*

**S**äuren und Laugen gibt es seit jeher in vielen Bereichen der Natur. Kommen sie dort meist nur in geringen Mengen vor, so werden sie heute in der großtechnischen Chemie in riesigen Tonnagen und einer großen Vielfalt produziert. Sie sind auch aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken und begleiten uns daher auf Schritt und Tritt.

**SALZSÄURE UND HARNSTOFF**  
Im menschlichen Körper ist beispielsweise die Salzsäure im Magen für den Stoffwechsel mitverantwortlich, Ameisen sondern die nach ihnen benannte Ameisensäure ab, auch in Zitronen und im Wein finden wir Säuren und im Mineralwasser ist Kohlensäure enthalten. Der Harnstoff im Urin von Lebewesen ist basischer Natur, genau so wie verschiedene natürliche Farbstoffe. Man sieht also, Säuren und Laugen sind im natürlichen, biologischen Kreislauf etwas Selbstverständliches und für das Leben absolut notwendig. Ja, auch die Umgangssprache hat sich – aus guten Gründen – davon bemächtigt! Denn wer kennt schließlich nicht den warnenden Ausspruch, dass der Chef heute wieder „sauer“ ist.

**VON AUTOBATTERIEN UND SANITÄRREINIGERN**  
Im Alltag sind heute Säuren und Laugen nicht mehr wegzudenken. Sie werden in riesigen Mengen künstlich hergestellt und in verschiedenen Medikamenten, in diversen Genussmitteln, aber auch in Nahrungsmitteln verwendet. Im Haushalt sind sie als Wasch-, Putz- und Pflegemittel und vor allem als aggressive Sanitärreiniger zu finden.

Im gewerblichen und industriellen

Bereich ist ihre Nutzung ebenso umfassend: Denken wir nur an die Verwendung in Autobatterien und Akkumulatoren sowie in galvanischen Betrieben und bei der Glasherstellung, wo die stärksten Säuren zur Glasätzung eingesetzt werden. Aber auch Laugen und Salze werden heute in manchem Betrieb in vielfachem Tonnenmaßstab verarbeitet.

**REIZEND UND ÄTZEND!**  
Säuren, Laugen und manche Salze führen – vor allem bei direkter Berührung – zur Schädigung von Haut, Schleimhäuten und Augen. Sie können dabei reizend oder ätzend wirken.

*Was ist nun der Unterschied zwischen reizend und ätzend?*

Ein alter Witz sagt: „Ein junges Mädchen ist stets reizend und die Schwiegermutter fast immer ätzend!“

Derartige Kalauer sind zwar unterhaltsam, bringen uns aber bei unseren Betrachtungen nicht weiter. Medizinisch gesehen, werden alle Stoffe und Zubereitungen als ätzend bezeichnet, wenn sie lebendes Gewebe (Haut, Schleimhäute) zerstören. Rufen sie „nur“ Entzündungen hervor, so bezeichnet man sie als reizend.

**GEFAHR FÜR METALLE!**  
Viele ätzende Stoffe wirken nicht nur auf organische, sondern auch auf anorganische Stoffe zerstörerisch. Im Besonderen werden Metalle angegriffen und unter Gasentwicklung

Ätzende Stoffe

Klasse 8 nach ADR/RID

	<b>Säuren</b> , z.B. Schwefel- oder Ameisensäure
	<b>Laugen</b> , z.B. Natronlauge, Amine
	<b>Gegenstände, die ätzende Stoffe enthalten</b> , z.B. Batterien
	<b>Andere ätzende Stoffe</b> , z.B. Desinfektionsmittel, Farbstoffe

copyright by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

**Einteilung der ätzenden Stoffe gemäß ADR/RID.**

# DER GROSSE

# FAHRGUT REPORT

## Wirkungen, Gefahren



**Gewebszerstörungen  
(Haut, Schleimhäute)**



**Zerstörung von  
Metallen und  
Gegenständen**

copyright by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

und Salzbildung aufgelöst. Besonders schnell geht dies bei unedlen Metallen, wie Aluminium, Eisen und Zink, vor sich. Aber auch edlere Metalle, wie Kupfer, Silber und Blei, sowie deren Legierungen können zumindest oberflächlich verändert werden. Bei elektrischen Kontakten und elektronischen Bauteilen führt dies zur Zerstörung. Zumindest werden derartige Bauteile jedoch unbrauchbar.

### PIKTOGRAMM

Das Piktogramm für ätzende Stoffe weist daher auf die zerstörerische Wirkung dieser Substanzen in doppelter Weise hin: einerseits die mögliche schädigende Auswirkung auf menschliches Gewebe sowie andererseits auf Materialien und Bauteile. Dies erfolgt durch zwei geneigte Eprouvetten, wie sie in Chemielabors verwendet werden, aus welchen eine aggressive Flüssigkeit ausfließt. Diese trifft nun einerseits auf eine stilisierte Hand und andererseits auf ein

**Zweifache Gefahren durch ätzende Stoffe.**

## Kennzeichnung

**VERPACKUNG (ChemG)**

**C**



Ätzend

**Xi**



Reizend

**TRANSPORT**

**UNFALL-  
VERHÜTUNG**



Ätzende Stoffe



Ätzende Stoffe



Schädliche oder reizende Stoffe

copyright by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

**Kennzeichnung von ätzenden Stoffen.**

Werkstück, an welchen sichtbare Veränderungen feststellbar sind. Damit soll die Ätz- und Korrosionswirkung von gefährlichen Stoffen dieser Stoffgruppe verdeutlicht werden. Bei reizend wirkenden Stoffen wird gemäß Chemikaliengesetz und Unfallverhütungsvorschriften das bekannte Andreaskreuz als Piktogramm verwendet.



**Durch eine chemische Reaktion wurde der Säuretank aufgeissen (Foto: Belfor).**

### KENNZEICHNUNG

Davon abgeleitet ist auch die Kennzeichnung bei der Lagerung, Verwendung und beim Transport von ätzenden Stoffen. Gemäß Chemikaliengesetz werden zwei Hinweiszettel mit den oben erklärten Piktogrammen verwendet. Beim Zettel für „Ätzend“ wird dabei ein C (steht für Corrosive) und beim Zettel für „Reizend“ ein Xi (steht für irritierende Stoffe) zusätzlich angebracht.

Der beim Transport von ätzenden Stoffen verwendete weiße Gefährzettel gemäß ADR/RID beinhaltet das bereits beschriebene Piktogramm für ätzende Substanzen in der oberen Hälfte. Im unteren Bereich ist er schwarz gehalten. Hier kann auch das Wort CORROSIVE oder die UN-Nummer des transportierten Stoffes stehen.

Im Rahmen der Unfallverhütung werden gelbe Labels mit den beiden beschriebenen Piktogrammen verwendet (siehe Abbildung).

### IN ALLEN AGGREGATZUSTÄNDEN

Reizende und ätzende Stoffe können in allen drei Aggregatzuständen auftreten. Einige Beispiele dazu:

- **Feste Stoffe:** Natriumhydroxid (Ätznatron), Kaliumhydroxid (Ätzkali), Calciumoxid (gebrannter Kalk), Peroxide (gehören zur Klasse 5) etc.
- **Flüssigkeiten:** Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Flusssäure, Essigsäure, Natronlauge, Kalilauge etc.
- **Gase:** Chlor und Chlorwasserstoff, Fluor und Fluorwasserstoff, Phosgen, nitrose Gase, Schwefeldioxid etc.

Im Feuerwehreinsatz sind zwar die in flüssiger Form vorkommenden Säuren und Laugen am häufigsten, es muss aber auch stets mit festen und gasförmigen reizenden und ätzenden Substanzen gerechnet werden. Weiters werden nicht alle ätzenden Stoffe der Klasse 8 nach

ADR/RID zugeordnet. Man findet derartige Substanzen auch beispielsweise in der Klasse 2 (Gase), Klasse 3 (brennbare Flüssigkeiten) und Klasse 6.1 (giftige Stoffe).

### SAUER UND SEIFIG!

Schon lange wusste man, dass manche Stoffe sauer schmecken und andere wieder einen seifigen Geschmack besitzen. Anmerkung: Auch der Name Sauerstoff leitet sich davon ab, da bestimmte Oxide – in Wasser gelöst – sauer schmecken.

Nehmen wir nur den in vielen Marinaden verwendeten Essig. Er enthält stark verdünnte Essigsäure. Säuren schmecken also sauer! Das nach einer durchzechten Nacht häufig gegen einen übersäuerten Magen verwendete Speisesoda schmeckt leicht seifig, wie alle Basen (Laugen) und bestimmte Salze. Achtung: Dies ist **keine** Aufforderung an unsere Feuerwehrmänner, frei gewordene Substanzen bei Unfällen einfach zu kosten!!! Derartige Praktiken werden zwar fallweise von verschiedenen Chemikern am Einsatzort vorexerziert, müssen aber für unseren Bereich schärfstens abgelehnt werden. Die einzige Entschuldigung für eine derartige Vorgangsweise: Die Experten wissen (meistens), was sie tun!

### SALATESSIG UND EIN GLAS SALZSÄURE!

Vergleichen wir einmal die bereits zitierte Essigsäure mit der in vielen chemischen Bereichen genutzten Salzsäure. Die Essigsäure wird (in stark verdünnter Form) auf Salaten verwendet, ist also ein Genussmittel. Trinkt man jedoch ein Glas konzentrierter Salzsäure, so kommt es zu schweren Verätzungen der Mundhöhle und des Rachenraumes, der Speiseröhre und des Magen-Darmtraktes. Worin liegt nun die unter-

schiedliche Wirkung dieser beiden Säuren? Die Stärke einer Säure (Lauge) ist im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängig: von der Konzentration und dem so genannten Dissoziationsgrad.

**KONZENTRATION**

Unter der Konzentration versteht



☛ Säurebehälter bei einer Abfallentsorgungsstelle.

man den prozentuellen Anteil eines Stoffes in einem Stoffgemisch. Bei Lösungen wird sie meist in Volums-Prozent angegeben.

Im handelsüblichen Gärungssessig sind beispielsweise 5 bis 7,5 Vol.-% Essigsäure enthalten (für Salatmarinade wird noch weiter verdünnt!), das heißt, 1 Liter Gärungssessig besteht aus 50 bzw. 75 Milli-Liter reiner Essigsäure und 950 bzw. 925 Milli-Liter Wasser. Konzentrierte (rauchende) Salzsäure ist hingegen 37%ig. In einem Liter sind also 370 Milli-Liter Salzsäure enthalten, die Konzentration ist also wesentlich höher.

☛ Der pH-Wert gibt die Stärke von Säuren und Basen an.

**WAS IST DISSOZIATION?**

Säuren, Laugen und auch Salze zerfallen in Wasser in Ionen (elektrisch geladene Teilchen). Diesen Vorgang nennt man Dissoziation. Je vollständiger dieser Zerfall stattfindet, umso stärker ist die Säure oder die Lauge.

Unser früheres Beispiel zeigt: Nur etwa 1 % der Moleküle des Speiseessigs zerfallen in Ionen, jedoch fast alle Chlorwasserstoff-Moleküle einer leicht verdünnten Salzsäure dissoziieren in Wasser. Also auch deswegen ist die Wirkung von Salzsäure im Vergleich zur Essigsäure so unterschiedlich.

**WAS SIND SÄUREN UND BASEN?**

Im Laufe der Zeit wurden mehrere Säure-Basen-Theorien entwickelt. Davon soll hier allerdings nicht berichtet werden. Am einfachsten und anschaulichsten ist dabei das von dem schwedischen Chemiker Svante Arrhenius entwickelte Konzept. Man kann Säuren und Basen (Laugen) mit dieser These folgendermaßen charakterisieren:

- **Säure:** Stoff, der in Wasser H<sup>+</sup>-Ionen (Wasserstoff-Ionen = Protonen) bildet.
- **Base:** Stoff, der in Wasser OH<sup>-</sup>-Ionen (Hydroxyl-Ionen) bildet.

Eine einfache (aber für viele meiner Leser wahrscheinlich unverständliche) Maßzahl zur Beschreibung des sauren oder basischen Charakters einer Lösung ist der so genannte pH-Wert (lat.: **potentia Hydrogenii** = Wirksamkeit des Wasserstoffs). Er wird als der negative, dekadische Lo-



☛ Einige pH-Werte wichtiger Substanzen

pH-Wert besitzt, ist basisch (alkalisch).

**CHEMISCHES CHAMÄLEON!**

Den jeweiligen pH-Wert einer Lösung kann man durch Messung seiner H<sup>+</sup>-Ionen-Konzentration feststellen. Dies geht potentiome-

trisch (mit einer Elektrode) oder mit so genannten Indikatoren. Indikatoren sind selbst schwache Säuren oder Basen, die je nach pH-Wert ihre Farbe ändern. Ein derartiges, sehr berühmtes „chemisches Chamäleon“ ist das Lackmus-Papier:

**WASSER IST NEUTRAL!**

Wasser wird als neutral festgelegt. Oder anders ausgedrückt: Die H<sup>+</sup>-Ionen-Konzentration des Wassers wurde als Neutralpunkt fixiert. Wie groß ist nun diese Konzentration? Leitfähigkeitsmessungen haben ergeben, dass sie 10<sup>-7</sup> Mol pro Liter beträgt. Der negative, dekadische Logarithmus davon (siehe oben) ist aber 7 (-log 10<sup>-7</sup> = +7). Damit erhält der Neutralpunkt des Wassers den pH-Wert 7. Alles, was darunter liegt, ist sauer, und alles, was einen höheren

trisch (mit einer Elektrode) oder mit so genannten Indikatoren. Indikatoren sind selbst schwache Säuren oder Basen, die je nach pH-Wert ihre Farbe ändern. Ein derartiges, sehr berühmtes „chemisches Chamäleon“ ist das Lackmus-Papier:

- Saure Lösungen färben ROT!
- Basische Lösungen färben BLAU!

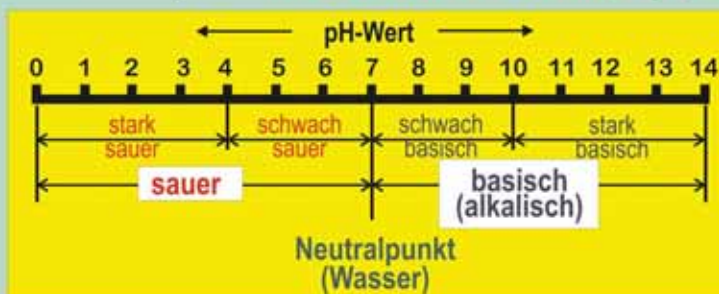
Das Lackmus-Papier ist auch als Hilfsmittel für den Feuerwehreinsatz geeignet. Man kann damit den pH-Wert einer Flüssigkeit feststellen.

*Nächste Folge: Ätzende Stoffe, Einsatzmöglichkeiten.*

**Was ist der pH-Wert?**

**Name:**

**pH** kommt lat. **potentia Hydrogenii** = Wirksamkeit des Wasserstoffs (pH-Wert ist der negative Logarithmus der Wasserstoffionen-Konzentration und gibt die **Stärke von Säuren und Basen (Laugen)** an).



copyright by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid



☛ Nachweis von Chlorgas mittels Lackmuspapier