

# VOM SAUERSTOFF

Eine wahnwitzige Reise durch die Welt  
eines vermeintlich gut bekannten  
Elementes und seine Konsequenzen für  
die Arbeitssicherheit

## GESCHICHTLICHES

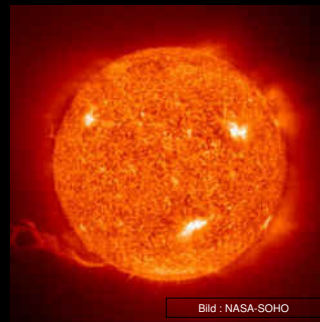
- Phlogistontheorie
- Entdeckung des Sauerstoffs
  - Scheele 1771
  - Priestley 1774
  - Lavoisier 1779



Oxygenium = Säurebildner

# SAUERSTOFF IM UNIVERSUM

- Sauerstoff ist das dritthäufigste Element im uns bekannten Universum
- Sauerstoff wird in Sternen gebildet
- Die Sonne enthält ca. 0.9% Sauerstoff



# SAUERSTOFF AUF DER ERDE

- **Gewichts-Anteile**
  - in der Luft : 23 %
  - im Wasser : 89 %
  - in d. Erdkruste : >50 %

## SAUERSTOFF IN BIOLOGISCHEN SYSTEMEN

- Der **Mensch** enthält ca. 61% Sauerstoff
- Durch **Photosynthese grüner Pflanzen** werden jährlich auf der Erde ca. 300 Milliarden to. Sauerstoff freigesetzt - aus Kohlendioxid !
- Der **Sauerstoffkreislauf** ist einer der grundlegenden Zyklen auf der Erde

## Sauerstoffmodifikationen

- **Atomarer Sauerstoff** kommt stabil nur unter extremen Bedingungen vor z.B.im Vakuum des Weltalls oder in heißen Sternatenmosphären
- **Elementarer Sauerstoff =  $O_2$**  (molekular)
- **Trimerer Sauerstoff =  $O_3$  = Ozon**

## EIGENSCHAFTEN DES SAUERSTOFFS

- Formel :  $O_2$
  - Molgewicht : 32
  - Farbloses , geruchloses Gas
  - Nicht brennbar aber **brandfördernd**
  - **Zweitelektronegativstes Element nach Fluor**
  - **Sehr reaktionsfreudig ( °O-O° )**
- 
- R-Satz : 8 „Feuergefahr b.B.m.brennb.Stoffen“
  - S-Sätze : (2) - 11, (12) , 13 -17

## GEWINNUNG VON SAUERSTOFF

- Destillation flüssiger Luft
- Wasserelektrolyse
- Aus sauerstoffreichen Verbindungen

## VERWENDUNG VON SAUERSTOFF

- Autogenes Schweißen
- Stahlindustrie
- Salpetersäureherstellung
- Raketentreibstoff
- Atmungssauerstoff in der Medizin
- Atmung : Ein Mensch verbraucht pro Jahr ca. **300 kg Sauerstoff**

## VERBINDUNGEN DES SAUERSTOFFS

- **Anorganische Verbindungen**
  - Metalloxide
  - Nichtmetalloxide
    - Wasser
    - Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )
    - Kohlenstoffmonoxid ( $\text{CO}$ )
    - Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ )
    - Carbonate
    - Hydroxide ( $\text{NaOH}$  ,  $\text{KOH}$ )
  - Sauerstoffsäuren
    - Schwefelsäure
    - Salpetersäure
    - Phosphorsäure

## VERBINDUNGEN DES SAUERSTOFFS

- **Organische Verbindungen**

- Alkohole
- Ether
- Aldehyde
- Ketone
- Carbonsäuren
- Ester
- Carbonsäureamide
- Kohlehydrate (Saccharide)
- ATP, DNA

## SAUERSTOFF und ARBEITSSICHERHEIT

- **Gefahren** drohen :

- bei zu wenig Sauerstoff in der Luft
- bei zu viel Sauerstoff in der Luft
- bei explosionsfähiger Atmosphäre
- bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff oder sauerstoffreichen Verbindungen

## KOHLENMONOXID / KOHLENDIOXID

- CO bei unvollständiger Verbrennung
- CO<sub>2</sub> als Löschmittel
- CO<sub>2</sub> als Kältemittel
- CO<sub>2</sub> als Schutzgas beim Schweißen
- CO<sub>2</sub> als Strahlmittel

## SAUERSTOFF-MANGEL

● Vol.% O <sub>2</sub>	● Folgen u. Symptome
● 18 – 21	● Keine Symptome
● 11 – 18	● Minderung d. körperl. u. geistigen Leistungsfähigkeit
● 8 – 11	● Mögl. Ohnmacht innerhalb weniger Minuten ohne Vorwarnung
● 6 – 8	● Ohnmacht nach kurzer Zeit sofortige Wiederbelebung möglich
● 0 – 6	● Unmittelbare Ohnmacht Hirnschaden auch bei Rettung

# SAUERSTOFF-ÜBERSCHUSS

- **Gesundheitsgefahren** : M 034 (Kap. 4)
- In hohen Konzentrationen ist Sauerstoff für die meisten Lebewesen **giftig**
- O<sub>2</sub>-Konzentrationen < 50-60 Vol.% bei Normaldruck gelten für Erwachsene auch bei langdauernder Einwirkung als unbedenklich
- Vergiftungen ereignen sich fast ausschließlich bei der therapeutischen Verwendung

# SAUERSTOFF-REDUZIERTE ATMOSPHERE

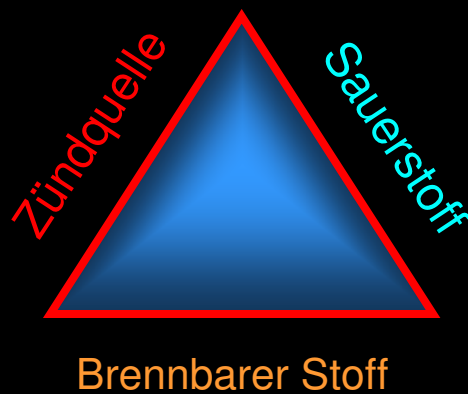
- **Brand-Vermeidung** in Lager- u. EDV-Bereichen
- Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes der Luft auf 13-15 (manchmal -17) % durch Einblasen von Stickstoff
- mögliche Folge :
  - hypoxische Hypoxämie
  - Verminderung d. körperl. Leistungsfähig
  - ab ca. 4 Stunden akute Höhenkrankheit
  - bei häufigem, längerfristigem Aufenthalt können Symptome chronischer höhenbedingter Erkrankungen auftreten
- Maßnahmen :
  - Auswahl gesundheitlich geeigneter MA
  - Arbeitsmedizinische Vorsorge (vorläufige RL)

Vergleich :  
Sauerstoffreduzierter Bereich / Aufenthalt in Höhen

Vol % O <sub>2</sub>	Höhe über Meeresspiegel
21,0	0
18,3	1000
----- erste physiologische Effekte ----	<b>1500</b>
16,4	2000
15,0	2700
14,5	3000
13,0	3850
12,7	4000

## SAUERSTOFF UND EX-ATMOSPHERE

GEFAHRENDREIECK :



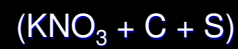
## Sauerstoff in organischen Peroxiden



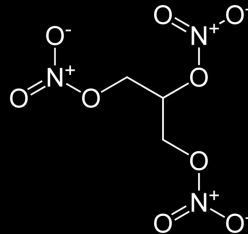
## Sauerstoff in Explosivstoffen

### Beispiele:

- Schwarzpulver



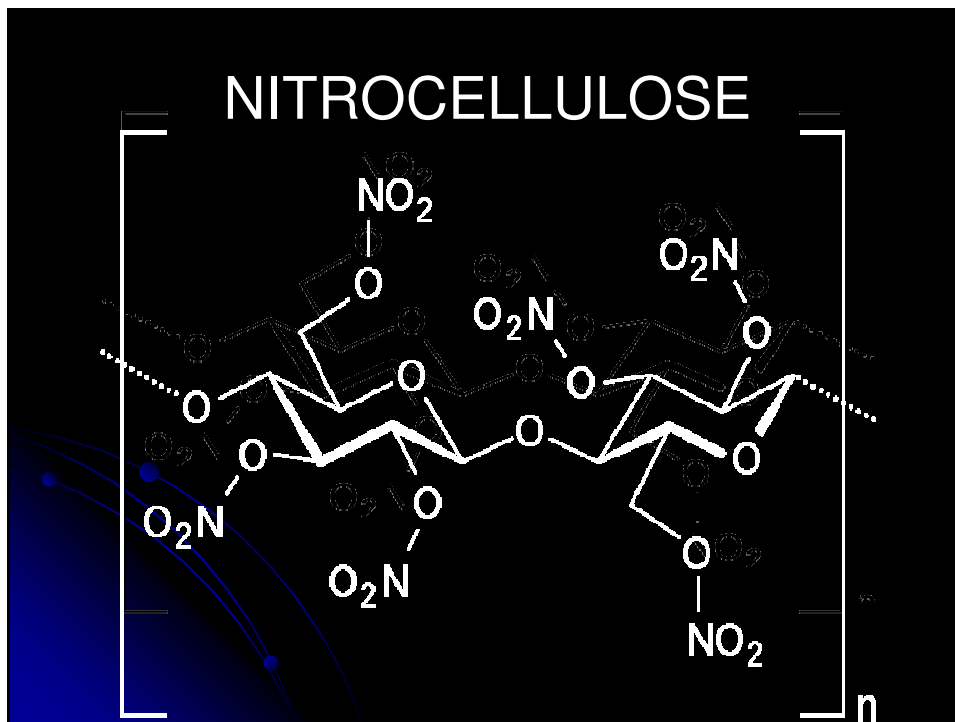
- Nitroglycerin



- Trinitrotoluol (TNT)







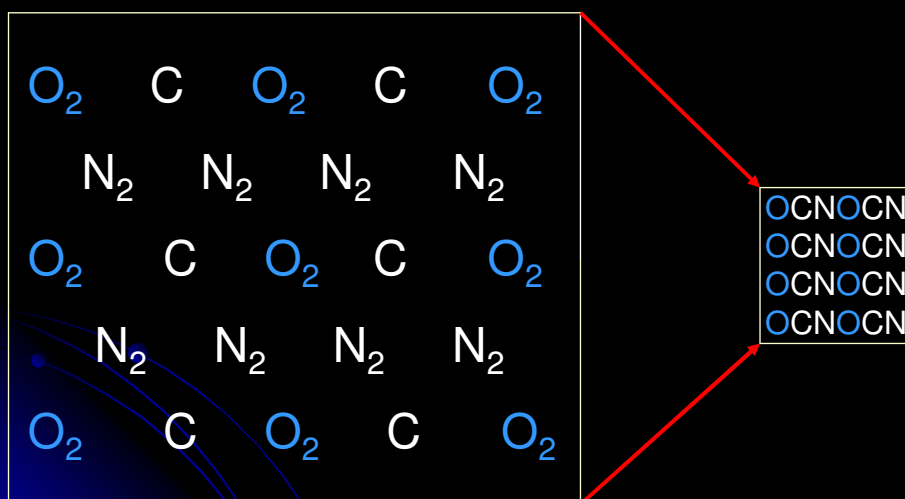
## Arbeitsleistung v. Explosivstoffen

- Abhängig von der :
  - produzierten Gasmenge (pro Gew.E.)
  - freigesetzten Energie (Expl.-Wärme)
  - Detonationsgeschwindigkeit
- Sauerstoffbilanz

## ENERGIEINHALT von EXPLOSIVSTOFFEN

- Um wieviel höher schätzen Sie den Energieinhalt von Explosivstoffen Im Vergleich zu Benzin ein ?
- Ca. Faktor 10, 100, 1000 oder mehr ?

## EIN GEWAGTER VERGLEICH :



# SAUERSTOFF - LITERATUR

- Chemisch - technische Literatur
  - Lexika
  - Fachzeitschriften
  - **BG-Merkblätter**
- Internet ..... **WIKIPEDIA**

# SAUERSTOFF - LITERATUR

## **BG-Merkblätter :**

- M 034 „Sauerstoff“
- T 021 „Gaswarneinrichtungen für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff“ (Kap.6)
- T 023 „Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz“ (Kap.6)
- T 055 „Meß- u. Warngeräte für den Explosionsschutz“, FAQ (Kap.3.3)
- T 048 „Vorbeugender Brandschutz“(Kap.6.2)
- BGI 644 „Gefahren durch Sauerstoff“
- BGI 554 „Gasschweißer“
- BGI 617 „Umgang mit Sauerstoff im medizinischen Bereich“

## „Eiserne“ Regeln beim Umgg. mit O<sub>2</sub>

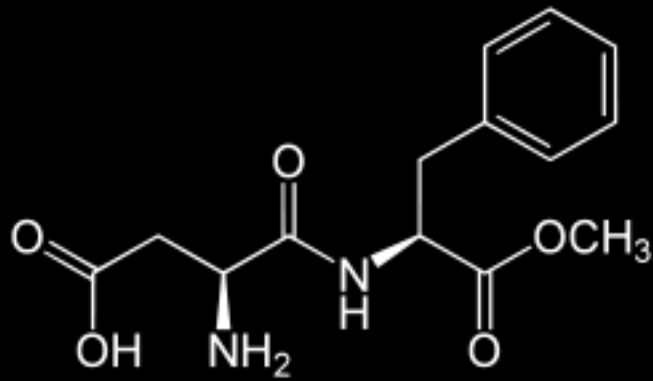
- **Niemals** O<sub>2</sub> an Stelle von **Druckluft** verwenden (z.B. Farbspritzen, Antrieb maschineller Werkzeuge, Abblasen von Kleidung, Verbesserung der Atemluft in Räumen, Druckentleeren von Behältern)
- **Niemals** Sauerstoff-Armaturen fetten
- **Niemals** Kleidung mit Sauerstoff anreichern (Brandgefahr auch für schwer entflammbare Kleidung)
- **Niemals** Körperkontakt mit flüss. Sauerstoff

## Vom Sauerstoff zum Süßstoff

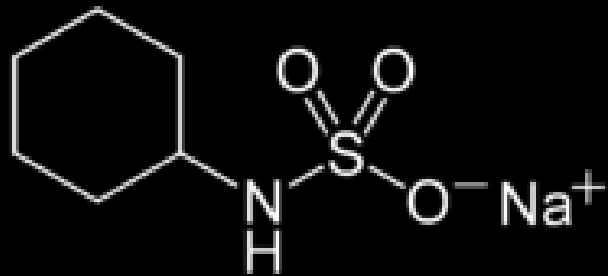
### In der EU zugelassene Süßstoffe

Name	relative Süßkraft ( <u>Saccharose</u> = 1)
<u>Acesulfam</u> (E 950)	130-200
<u>Aspartam</u> (E 951) *	200
<u>Aspartam-Acesulfam-Salz</u> (E 962)	350
<u>Cyclamat</u> (E 952) *	30-50
<u>Saccharin</u> (E 954) *	300-500
<u>Sucralose</u> (E 955)	600
<u>Thaumatin</u> (E 957)	2000-3000
<u>Neohesperidin</u> (E 959)	400-600

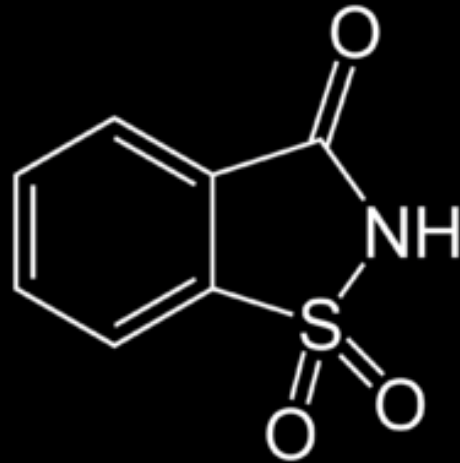
## Aspartam



## Cyclamat



# Saccharin



Sie können mit Sauerstoff:

- Ihr Leben erhalten
- Ihr Leben gefährden
- Ihr Leben versüßen

Eines können Sie nicht :

Dem Sauerstoff auch nur für einen  $O_2$   
Moment Ihres Lebens entkommen...

