



CO₂- Quellen, Herstellung, Sicherheit, Anwendungen

Woher kommt „unser“ CO₂?

Wie natürlich ist „Natürliches Mineralwasser?“

Warum hat HydroGas so viel CO₂?

Ist natürliches CO₂ besser?

Was hat „Das Boot“ mit „Apollo 13“ gemeinsam?



Allgemeines zu CO₂

⌘ **Farb- u. geruchloses, reaktionsträges, gut in Wasser lösliches Gas**

⌘ **Unterstützt das Wachstum von Pflanzen**

⌘ **1,5 mal schwerer als Luft**

⌘ **Treibhausgas**

⌘ **Trockeneis –78°C**

⌘ **Typische Temperatur LCO₂: -20°C bei 20 bar**





„Das Boot“ und CO₂



- ⌘ **0,03 % der Luft-Atmosphäre**
- ⌘ **MAK 0,5%
ab 10-15 %
Bewußtlosigkeit,
20 % tödlich**
- ⌘ **Rauchgas 10-16%**

Kalipatronen: Kaliumhyperoxid:
 $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 3\text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{CO}_3$



„Apollo 13“ und CO₂

- ⌘ 0,03 % der Luft-Atmosphäre
- ⌘ MAK 0,5%, ab 10-15 % Bewusstlosigkeit
20 % tödlich

**" Houston,
WE'VE GOT
A PROBLEM
HERE"**



Lithiumhydroxid

1 g bindet 450 ml CO₂



Anwendungen

⌘ **PH-Wert Kontrolle, Neutralisation**

⌘ **Schnee für Strahlen, Abdecken von Altlasten, Silage Komposten**

⌘ **Hochdruckextraktion von Essenzen**

⌘ **Feuerschutz/Brandbekämpfung**

⌘ **Trockeneisanwendungen**

⌘ **Schutzgasschweißen**

⌘ **Wachstumsförderung in Gewächshäusern oder Algen**

⌘ **Lagerung von Obst u. Getreide (Schädlingsbekämpfung)**

⌘ **Aufhärten von Trinkwasser**

⌘ **Karbonisieren von Getränken**

1,3 Mio. t/a Verbrauch

⌘ **Natürliches Mineralwasser:**

⌘ **Natürliches kohlenensäurehaltiges Mineralwasser**

⌘ **Mit eigener Quellsäure versetzt**

⌘ **Mit Kohlensäure versetzt**

⌘ **Schutzgas beim Verpacken**

⌘ **Kältemittel beim Frostern**





CO₂-Lieferanten der WAG

CO₂ Flüssig

- ⌘ **BASF** Ludwigshafen
(320.000 t/a)
- ⌘ **AL** Gelsenkirchen
- ⌘ **Tyczka (AL)** Burgbrohl
- ⌘ **ACP 4.0** Zolder
- ⌘ **YARA (Hydro)** Sluiskil
- ⌘ **AL (Messer)** Oberhausen
- ⌘ **Linde (AGA)**
Marl/Bad
Driburg-Herste

E 290 LCO₂

- ⌘ **BASF** Ludwigshafen
- ⌘ **AL** Gelsenkirchen



Produktion von CO₂

- ⌘ *Natürliche vulkanische CO₂-Quellen oder mit Mineralwasser assoziierte Quellen*
- ⌘ *Verbrennung fossiler Brennstoffe (Rauchgas)*
- ⌘ *Wasserstofferzeugung in Raffinerien*
- ⌘ *Ammoniakherstellung*
- ⌘ *Ethylenoxidherstellung*



Produktion von CO_2

⌘ Alkoholische Gärung

⊗ 1 kg Alkohol ergibt 0,96 kg CO_2

- 1,5-2 kg je 100l Bier

⌘ Atmung (20l/h; 850 g/d je Mensch, mit 4 %)

⌘ Luft (0,03 Vol %)





Produktion von CO_2

Grundsätzliches

- ⌘ *Feuchtigkeit abzuscheiden (Korrosion)*
- ⌘ *Inerte Gase, Luft, um Verdichterarbeit zu optimieren*
- ⌘ *Entfernung Restschwefel*
- ⌘ *Kolbenkompressoren ohne Schmiermittel*
- ⌘ *Schraubenkompressoren mit für Lebensmittel zugelassenen Ölen oder wassergeschmiert*



Ammoniakproduktion

- ⌘ *ACP hat 3 Werke (15 t CO₂/h, 24.000 t/a bzw. 120.000 t/a)*
- ⌘ *Verwertung von CO₂, das „sowieso“ entsteht*

- ⌘ *Zerlegung von Erdgas (CH₄)
in Wasserstoff und CO₂*



*Produktion
von Ammoniak*





Ammoniakherstellung (NH_3)

- ⌘ Eine der bedeutendsten Grundchemikalien der chemischen Industrie***
- ⌘ Vorprodukt von Düngemittel, Waschmittel, Harnstoff***
- ⌘ Ammoniak in der Textilveredlung, Destraktionsmittel, Spaltgas zur Nitrierhärtung, Schutzgas zur Wärmebehandlung....***
- ⌘ Kältemittel R 717***



Natürliche Quellen

- ⌘ *Quellkohlendensäure*
- ⌘ *Reinheiten: 99 –99,9 Vol.%*
- ⌘ *Vulkanischer Ursprung*
- ⌘ *Quellen 1000 - 4000m tief*



*CO₂ tritt selbständig an die Oberfläche: **Mofetten***



Natürliche Quellen

- ⌘ Vorkommen in Deutschland am Rande des Schwarzwaldes, im Lipperland (West- und Ostwestfalen)
Südrand des Taunus
- ⌘ Norddeutsche Tiefebene
-
- ⌘ Eifel (200 t/d ausströmend)

- ⌘ *Rohgas enthält:
Schwefelwasserstoff,
Schwefeldioxid, Methan...*



Laacher See



Ethylenoxid

- ⌘ **Farbloses feuergefährliches Gas mit süßlichem Geruch, giftig und krebserregend**
- ⌘ **Zwischenprodukt bei der Herstellung von Ethylenglykol und anderen Chemikalien**
- ⌘ **Desinfektionsmittel für Nahrungsmittel und medizinische Geräte**
- ⌘ **Vorläufersubstanz für im I. Weltkrieg verwendetes Senfgas**

**Herstellung von Tensiden
(Waschmittelvorprodukt)**

**Standort Marl (Sasol und Linde)
Produktion von 60.000 t
LCO₂/a in
Lebensmittelqualität)**

Umsetzung von Ethylen und Sauerstoff bei 200-300°C an einem Silberkatalysator

Ausbeute 70-80 %, Rest ist CO₂



Rauchgas aus Kraftwerken

- ⌘ Aufwendige Reinigung***
- ⌘ Nicht wirtschaftlich***
- ⌘ Konzentration an CO₂ „nur“ 10-20 Vol %***
- ⌘ Teilweise Nutzung von Generatorgas mit ca. 16 % CO₂***



Quellenbewertung

Parameter	Anforderung
Reinheit	99.9% v/v min.
Wassergehalt	50 ppm v/v max. (20 ppm w/w max.) (Taupunkt -48°C)
Säure	JECFA-Test erfüllt
Ammoniak	2.5 ppm v/v max.
Sauerstoff	30 ppm v/v max.
Stickstoffoxide (NO/NO ₂)	2.5 ppm v/v max. je
Nicht-flüchtige Bestandteile (Partikel)	10 ppm w/w max.
Nicht-flüchtige organische Bestandteile (Öl und Fett)	5 ppm w/w max.
Phosphine ***	<= 0.3 ppm v/v
Flüchtige Kohlenwasserstoffe gesamt (berechnet als Methan)	50 ppm v/v max., davon 20 ppm v/v max. flüchtige Kohlenwasserstoff höher als Methan
Acetaldehyd	0.2 ppm v/v max.
Benzol	0.02 ppm v/v max.
Kohlenmonoxid	10 ppm v/v max.
Methanol	10 ppm v/v max.
Cyanwasserstoff*	<0.5 ppm v/v
Gesamtschwefel (als S)**	0.1 ppm v/v max.
Geschmack und Geruch in Wasser	Kein Geschmack oder Geruch

*Empfehlung der IGC
(Industrial Gases
Council)*

*Maximale
Konzentrationen der
Restgasanteile für
LCO₂, für den Einsatz
in Lebensmittel und
Getränke geeignet*

Quellen- bewertung

Mögliche
Verunreinigungen

IGC
(Industrial Gases
Council)

Verfahren Bestandteil	Verbrennung	Natürliche/ Geothermal- Quellen	Gärung	Wasserstoff oder Ammoniak	Phosphat- Herstellung	Kohlevergasung	Ethylenoxid
Aldehyd	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Amine	✓			✓			
Benzol	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Kohlenmonoxid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kohlenoxidsulfid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zyklische Kohlenwasserstoffe	✓	✓		✓		✓	✓
Dimethylsulfid		✓	✓		✓	✓	
Ethanol	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Ether		✓	✓	✓		✓	✓
Ethylacetat		✓	✓			✓	✓
Ethylbenzol		✓		✓		✓	✓
Ethylenoxid						✓	✓
Halogene Kohlenwasserstoffe	✓					✓	✓
Cyanwasserstoff	✓					✓	
Schwefelwasserstoff	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ketone	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Mercaptane	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Quecksilber	✓					✓	
Methanol	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Stickstoffoxide	✓		✓	✓		✓	✓
Phosphine					✓		
Radon		✓			✓		
Schwefeldioxid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Toluol		✓	✓	✓		✓	✓
Vinylchlorid	✓					✓	✓
Flüchtige Kohlenwasserstoffe	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Xylol		✓	✓	✓		✓	✓