

LIPROTECT® Safety Seminar
Gas, application/hazards/characteristics
Pressure vessel
Internal transportation of gases
Cryogenic liquefied gases

The contents are the intellectual property of Linde Gas Schweiz AG (LIPROTECT®) and are protected by copyright. Distribution and reproduction is not permitted.
This documentation is based on the current state of the art (January 2025).



Presentation of speakers



LIPROTECT®
Sicherer Umgang mit Gasen



Uwe Strehle



Activity at Linde Gas Schweiz AG

Tender & Key Account Manager Industry
SI Sales & Key Accounts

Education

Konstrukteur EFZ
Eidg. dipl. Verkaufsleiter

Patrick Rüegg



Activity at Linde Gas Schweiz AG

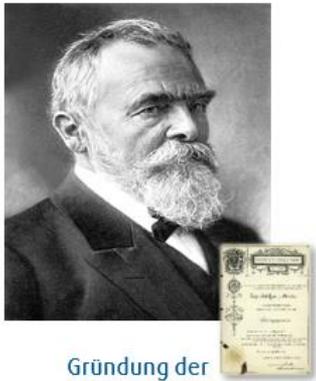
Expert LIPROTECT®
Applications & Technology
Speciality Gases

Education

Dipl. Explosion Protection Manager CFPD-Europe
Eidg. dipl. Spezialist Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
Eidg. dipl. Sicherheitsfachmann FSB

LIPROTECT®

The journey, TODAY Linde Gas Schweiz AG



Gründung der
"Gesellschaft für
Linde's Eismaschinen"
in Wiesbaden durch
Prof. Dr. Carl von Linde



Weltweit erster
Luftzerleger



Gründung der
„Sauerstoff- & Wasserstoff-
Werke AG Luzern“
durch
Arnold Gmür aus Luzern &
Prof. Dr. Carl von Linde
Ab 1984 „PanGas“



Erster flüssig Sauerstoff
in der Schweiz
mit 200 m³/h



PanGas
firmiert zur
Linde Gas Schweiz AG

1879

1895

1909

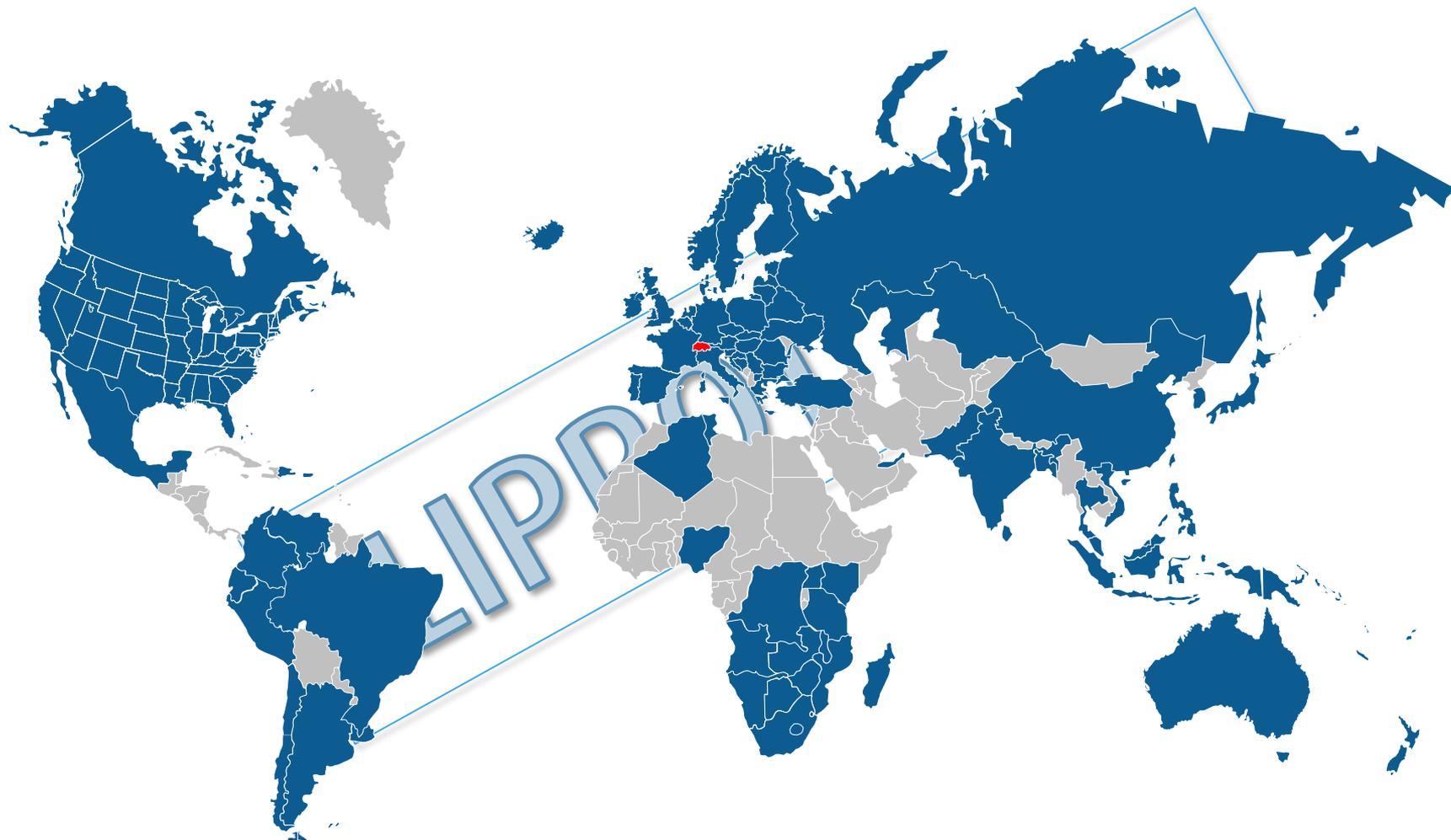
1935

2024

Linde Gas Schweiz AG (since 01.01.2024)



Linde



Production and administration locations



Muttenz



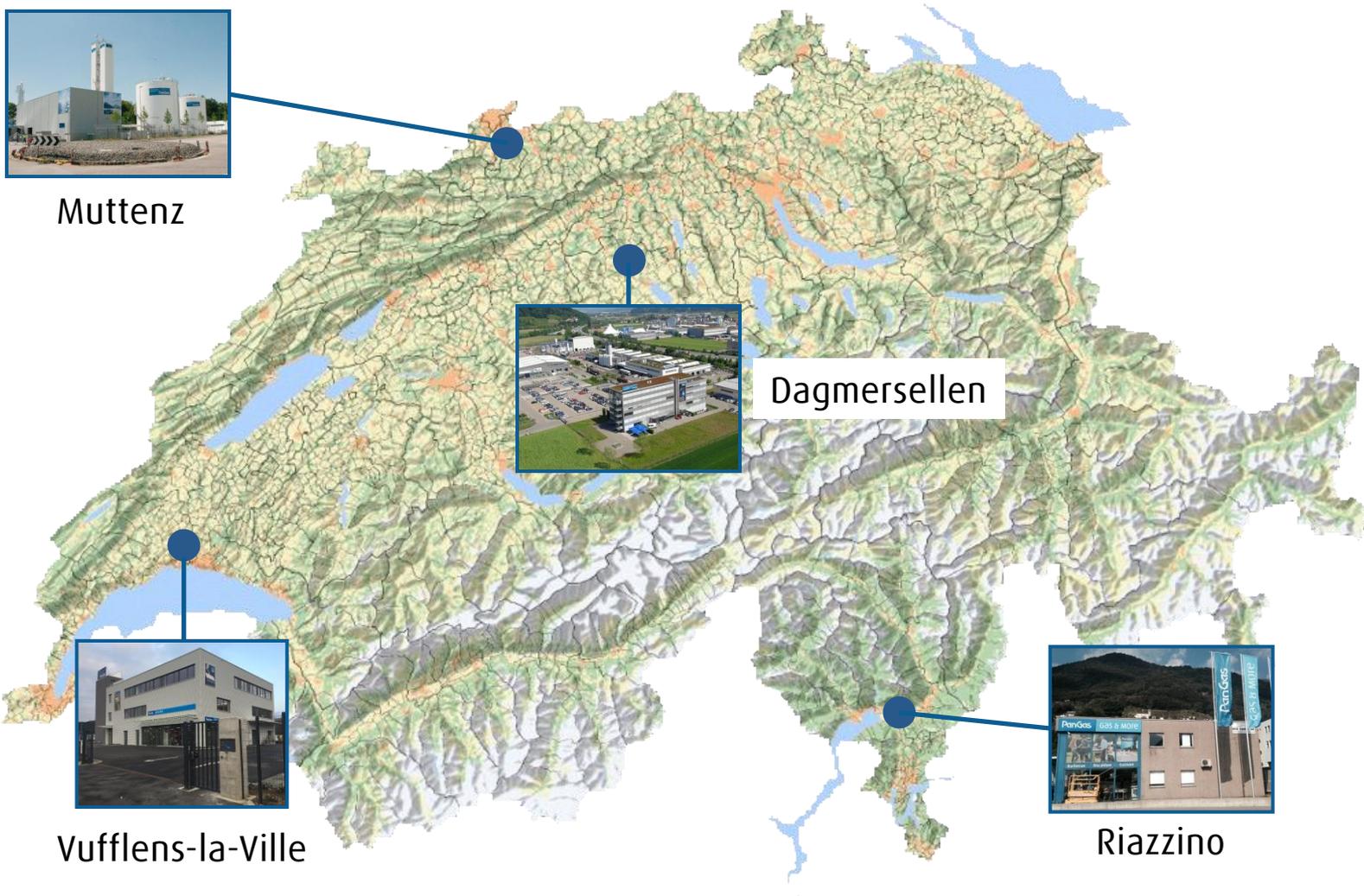
Dagmersellen



Vufflens-la-Ville

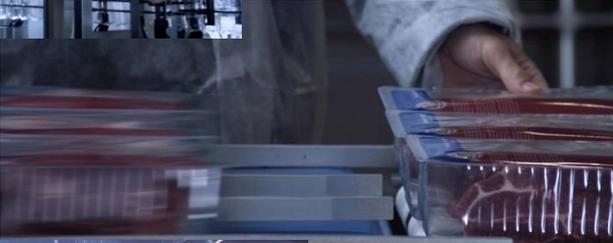


Riazzino



Application/hazards/characteristics





Gases - a wide variety of products



Air gases

- Nitrogen
- Oxygen
- Argon
- Nobel gases:
Krypton
Neon
Xenon

Process gases

- Acetylene
- Helium
- Propane
- Carbon dioxide
- Carbon monoxide
- Hydrogen

Specialty gases

- Electronic gases
(Arsine, Phosphine, Silane, gas mixtures)
- Process gases and gas mixtures

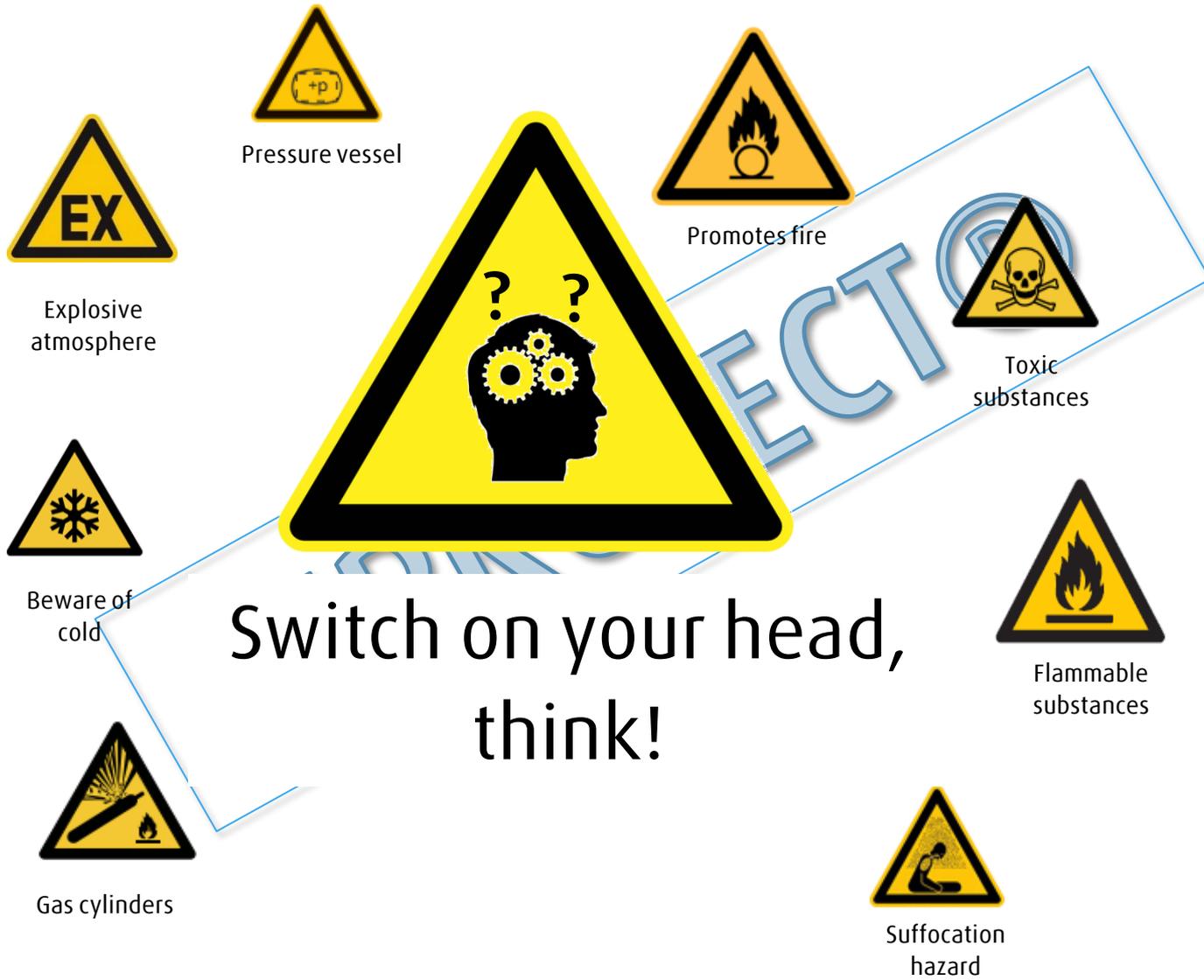
Medical gases

- Medical oxygen
- Nitric oxide
- Nitrous oxide



**Danger
from gas?**

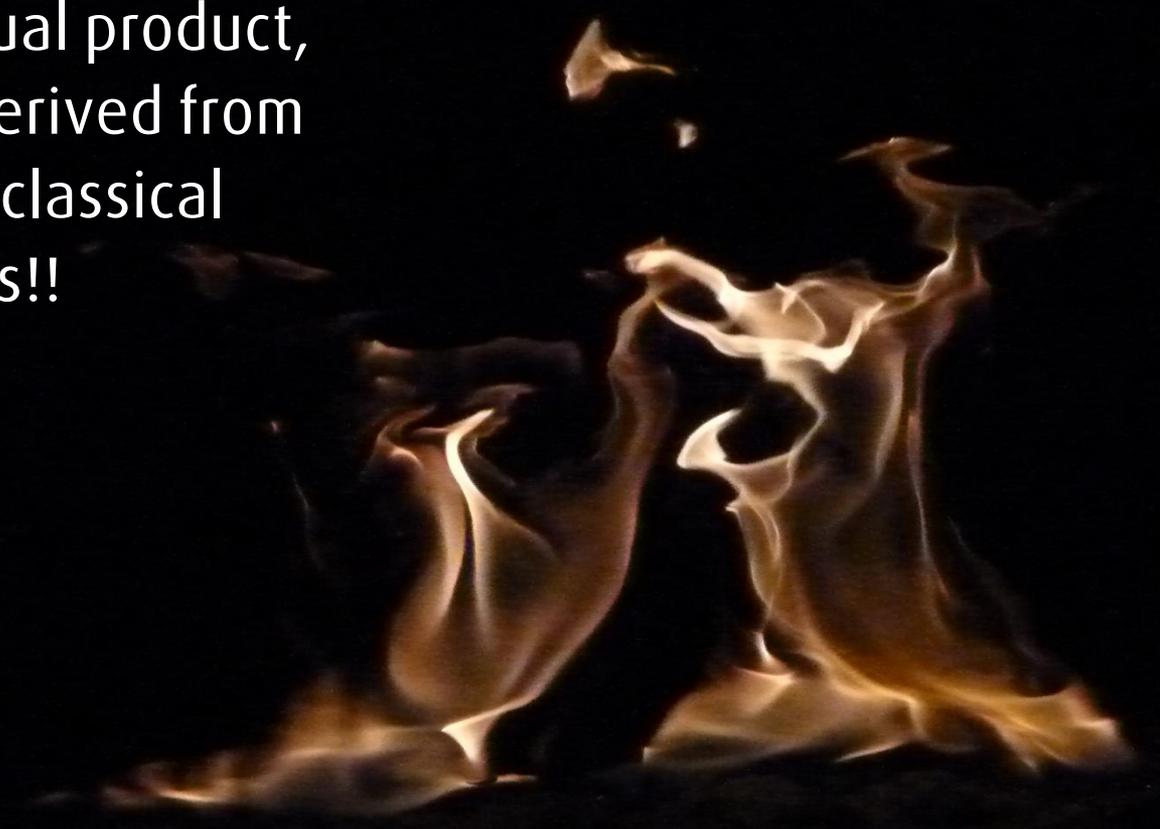
What dangers are you aware of? Warnings



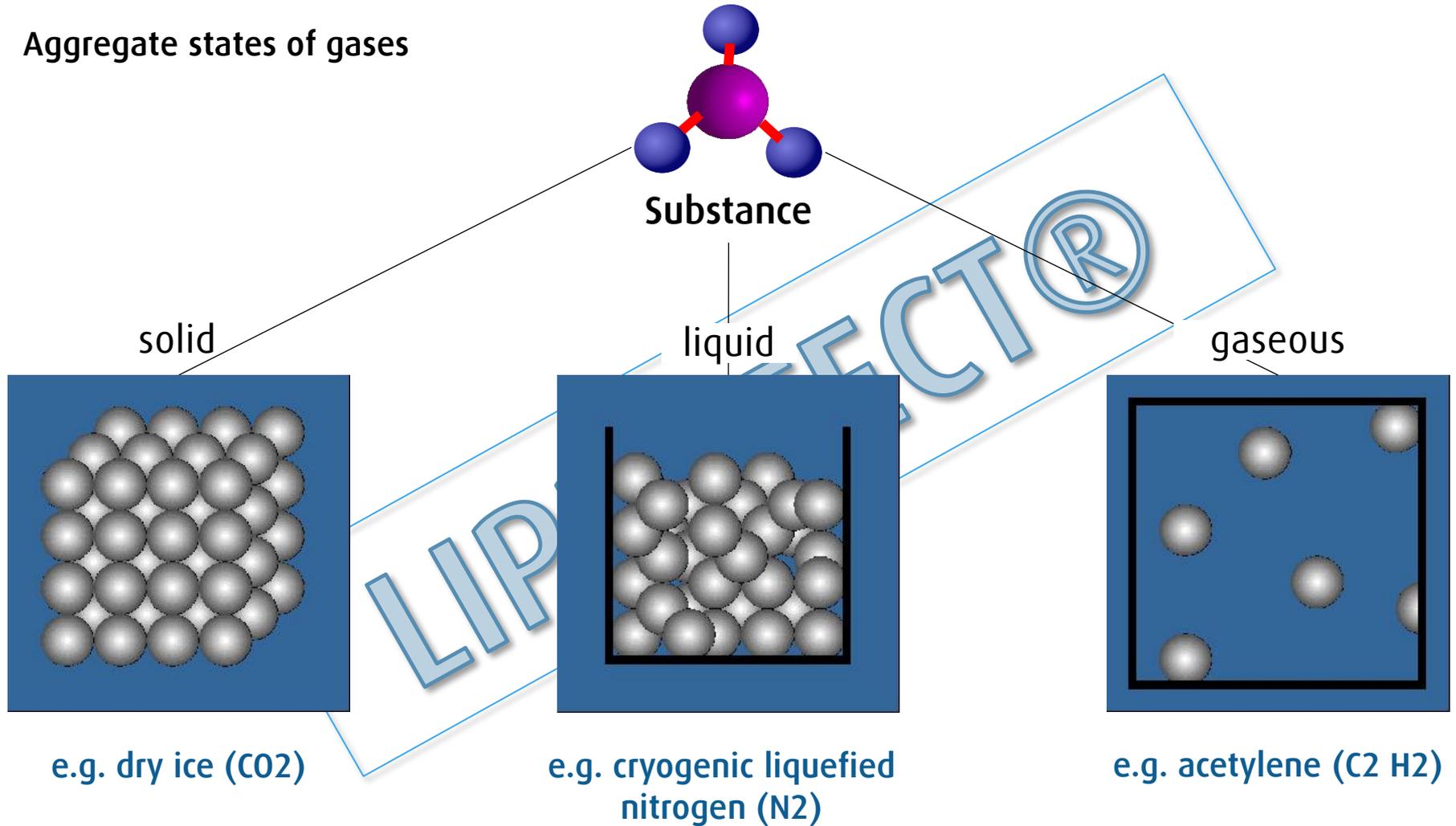
What is gas?

Gas is not an actual product, but the term is derived from one of the three classical aggregate states!!

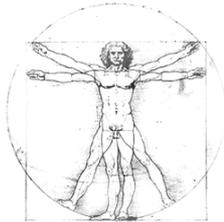
solid,
liquid,
gaseous



Aggregate states of gases

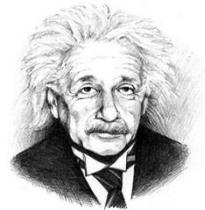


Physiological characteristics



Perception and effect on the organism and living beings

Physical characteristics



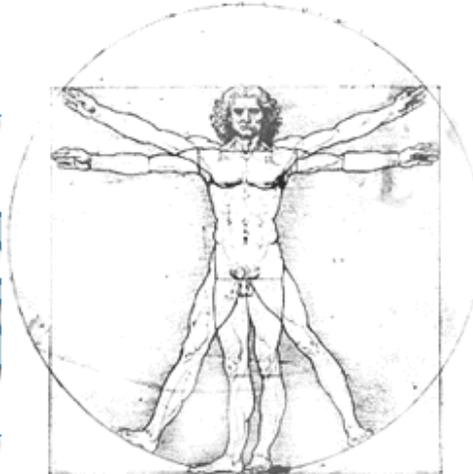
Interaction and behavior with various other substances \Rightarrow no change in substance

Chemical characteristics



Reaction with various other substances \Rightarrow Substance change

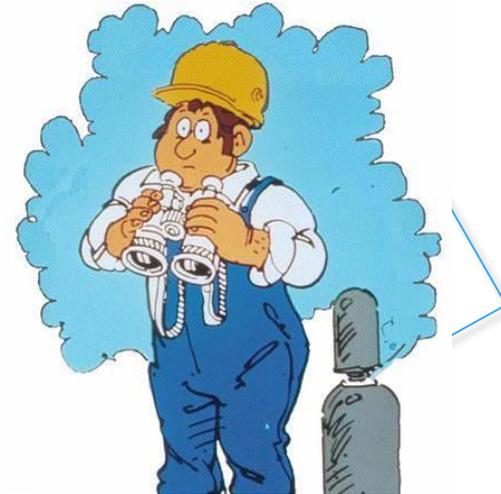
Physiological characteristics



Characteristics of the gases (physiological)



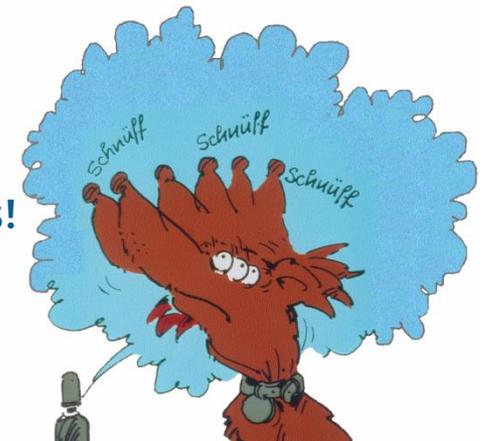
Gases are not visible!



You can't feel gases!

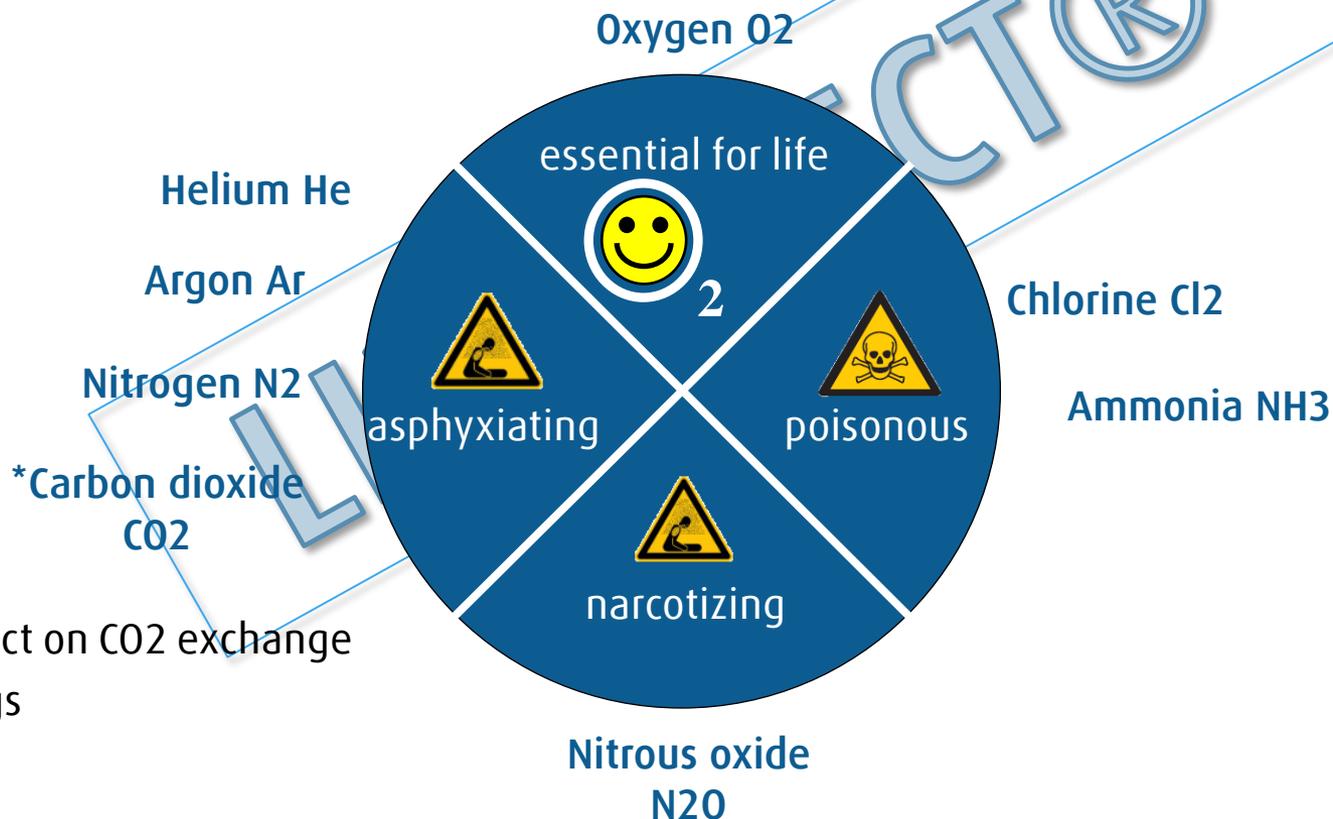


Gases are mostly odorless and tasteless!



Physiological effect of the most important gases

Gases can have a direct effect on the human organism (e.g. oxygen = life-sustaining, chlorine = toxic) or an indirect effect, such as non-toxic nitrogen (we constantly breathe in 78% nitrogen). In higher concentrations, nitrogen is nevertheless dangerous because it displaces the vital oxygen.



Characteristics of the gases (physiological)



Effect in case of oxygen deficiency due to inert gases (without CO2)

- ▲ 21 % ⇒ Normal oxygen content of the air
- ▲ < 16 % ⇒ Reduction in physical and mental performance
- ▲ ca. 10 % ⇒ Physical complaints >>> Unconsciousness
- ▲ < 6-8 % ⇒ Death after just a few minutes due to suffocation



LIPROTECT®

Experiments



“Extinguish a candle in a glass with dry ice”

Characteristics of the gases (physiological)



Toxic \Rightarrow (Latin "toxicom" \Rightarrow poison)

Zinc yellow



e.g. carbon monoxide CO
Chlor Cl
Ammonia NH₃

Warnings



GHS symbols



ADR hazard label



Effect of toxic gases

Toxic gases can affect a person's body in various ways (damage to blood cells, inflammation of the respiratory organs or skin, disruption of metabolic processes, etc.).



Examples of toxic gases ::

- ▲ Carbon monoxide (CO)
⇒ Carbon monoxide is a respiratory poison, it is odorless, colorless and non-irritating when inhaled. It has carcinogenic, mutagenic and reprotoxic effects!
- ▲ Chlorine (Cl₂)
⇒ Chlorine gas has a yellow-green color and causes severe burns. It is very reactive and therefore reacts with almost all chemical elements.
- ▲ Ammonia (NH₃)
⇒ Gaseous ammonia has a strong corrosive effect on the mucous membranes, but it is noticed relatively early due to the “pungent” odor.

LIPROTECT®

Effect of toxic gases

Toxicity describes the harmful effects caused by contact with a hazardous substance. The safety data sheet (TOXICOLOGICAL INFORMATION) is a central document containing a great deal of important information:

▲ Maximum workplace concentration (MAK)

Example ammonia \Rightarrow 20 ppm or 14mg/m³ (GSW 0.037 ppm)

▲ Short-term limit value (KZW)

Example ammonia \Rightarrow 40 ppm or 28mg/m³

▲ Lethal concentration (LC)

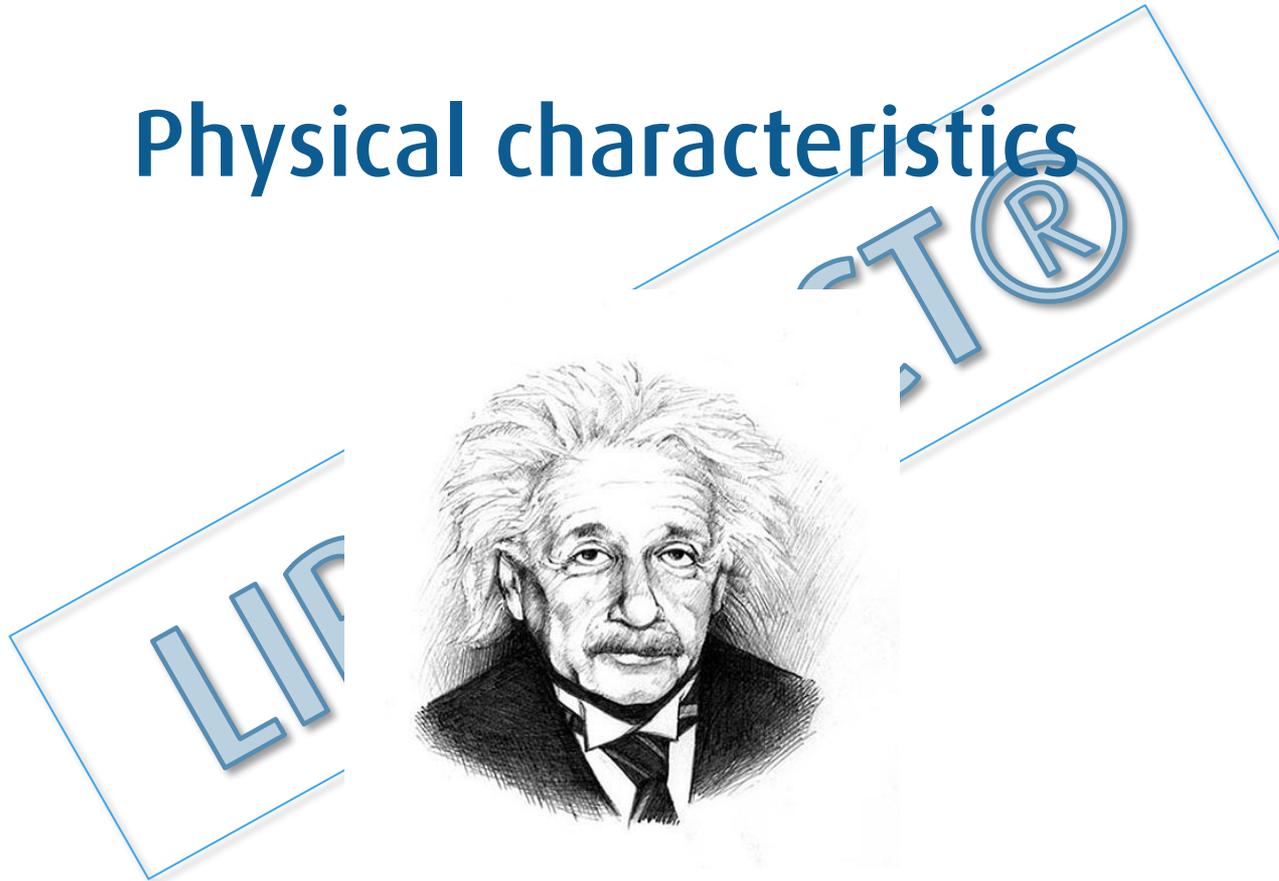
Example ammonia \square LC₅₀ (50% of all test animals die)

\Rightarrow Species: Rat / Exposure duration: 1 h / Units: 9500 ppm

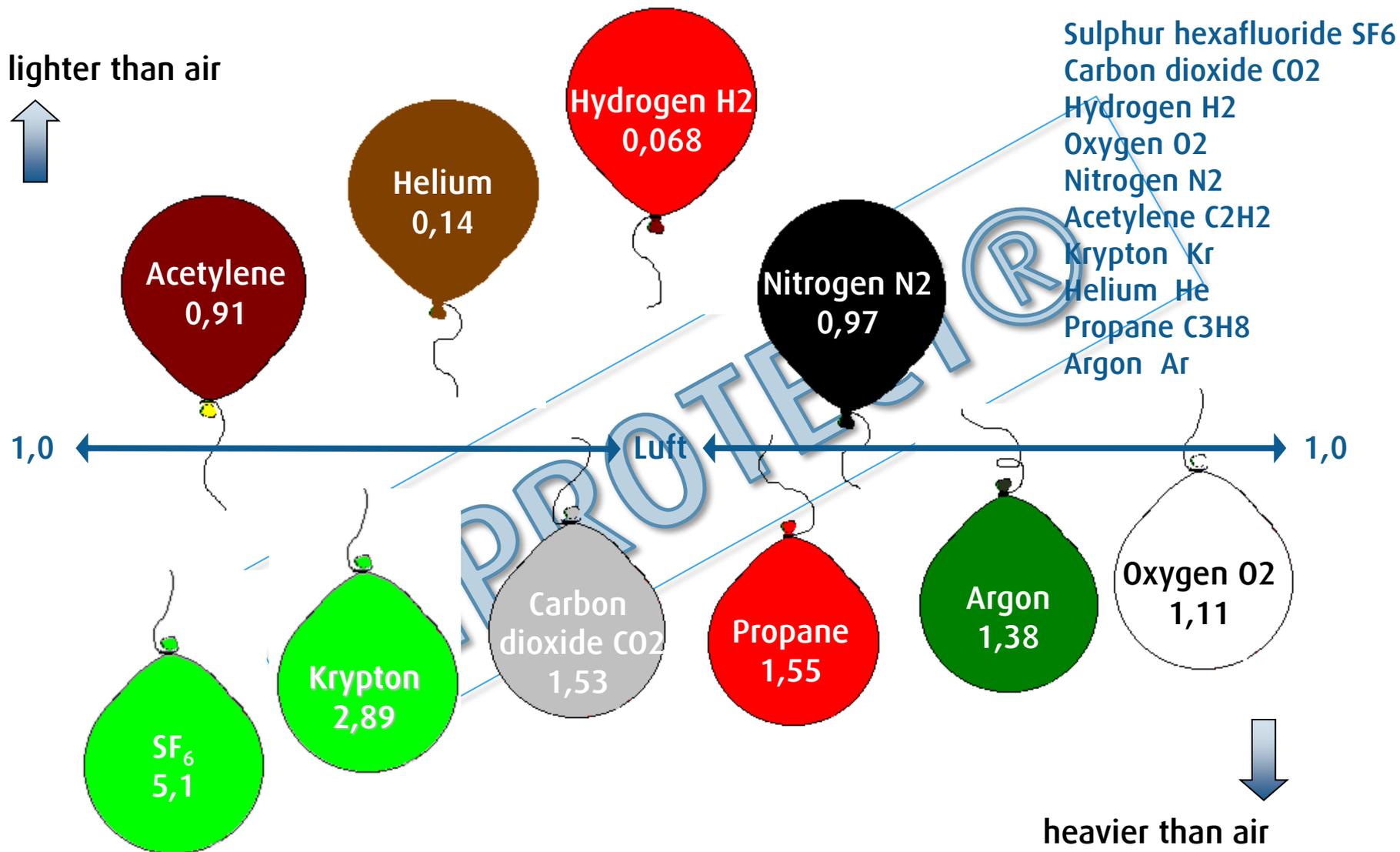
\Rightarrow Species: Rat / Exposure duration: 4 h / Units: 2000 ppm



Physical characteristics



Characteristics of gases (physical)



Experiments



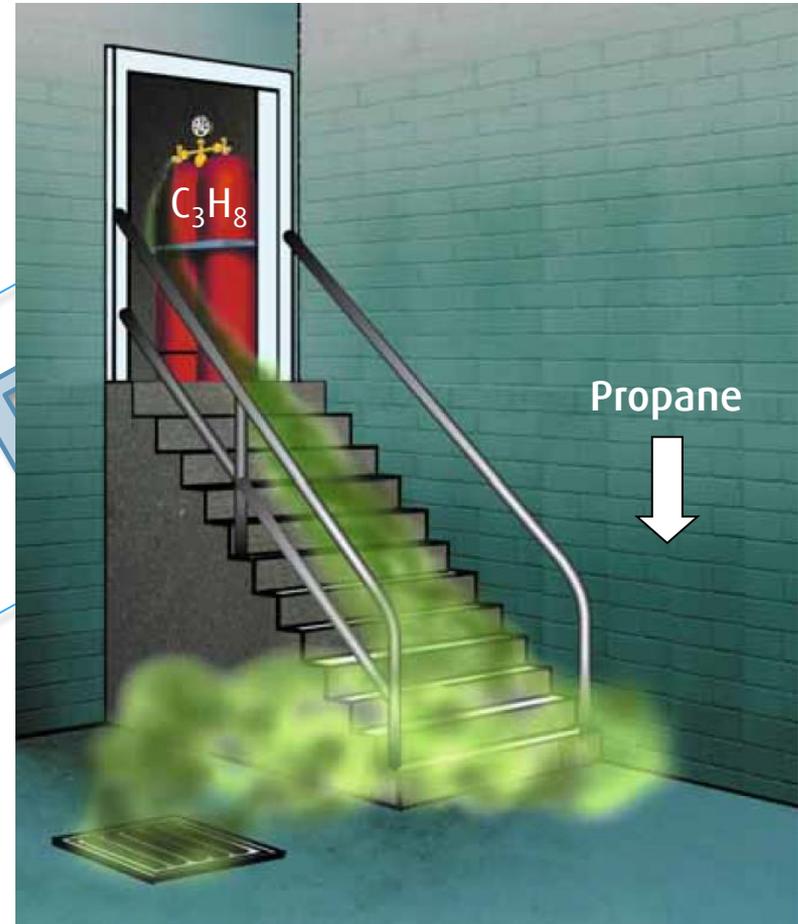
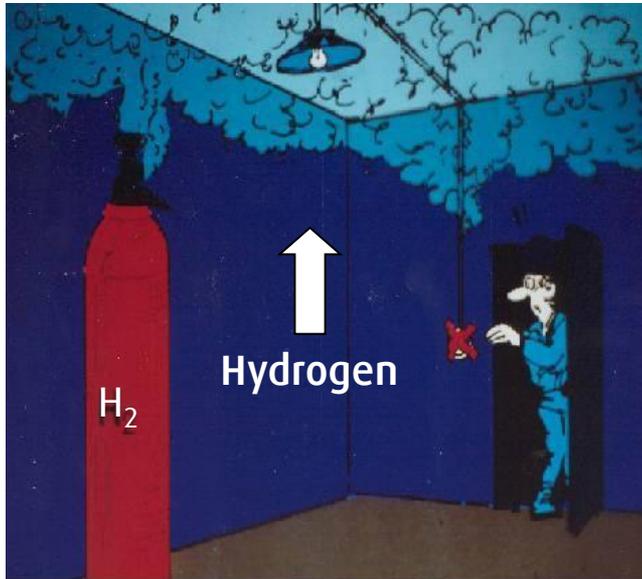
“Comparison of the weight of the gases in the balloon He - CO₂”

Characteristics of gases (physical)



Examples of gases of different weights

Flammable gases can accumulate in various places and form an explosive atmosphere!



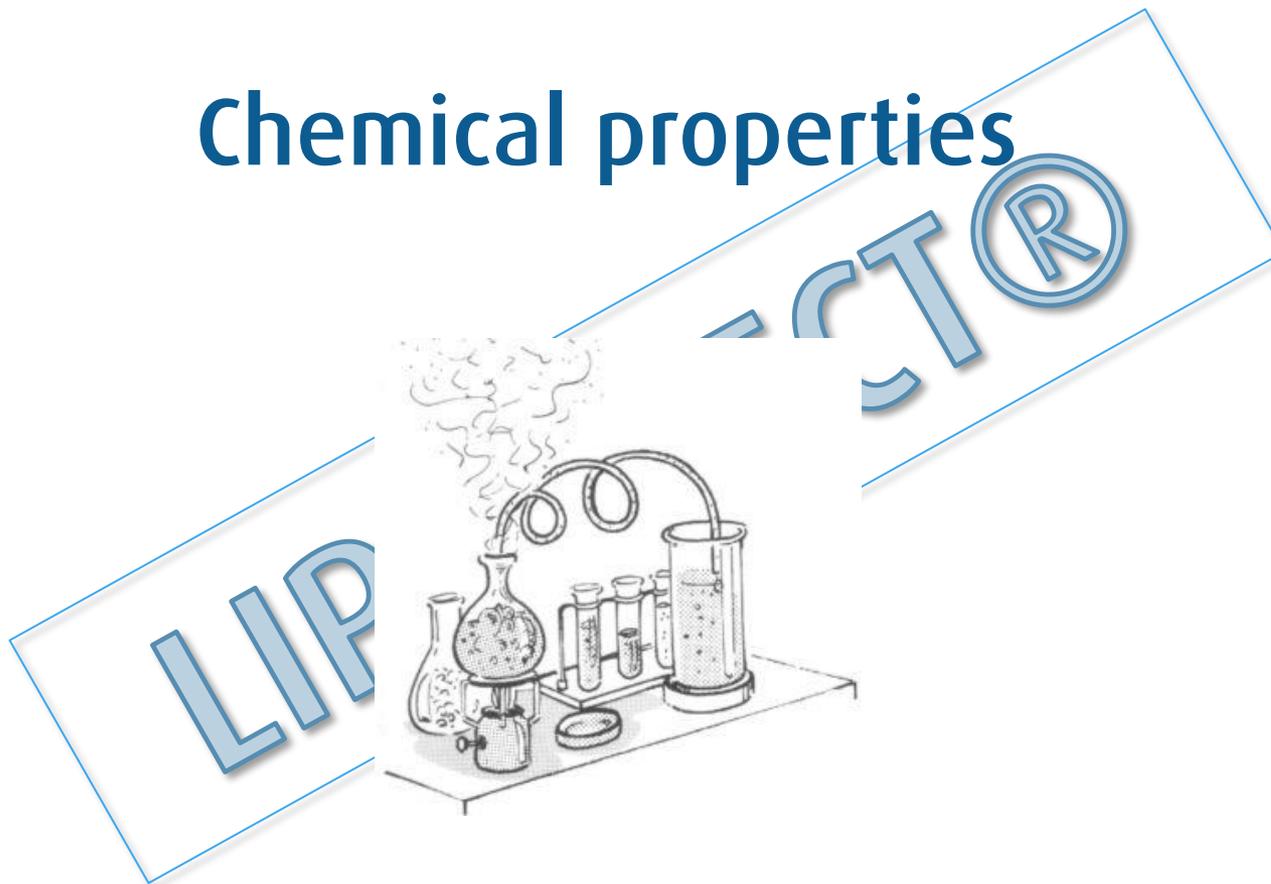
Example for gases of different weights

Inert gases can accumulate in various places and displace the oxygen that is vital for breathing!

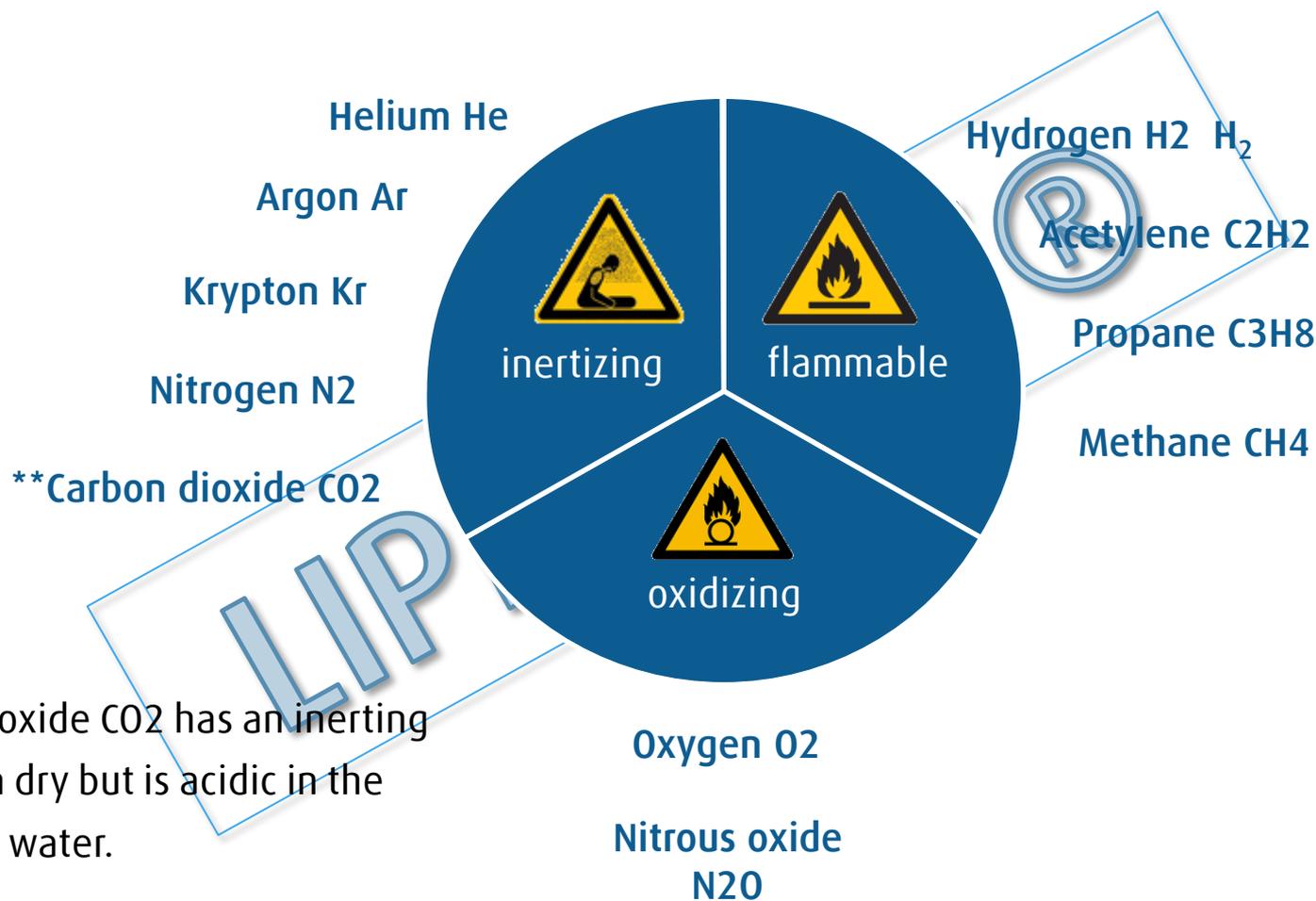


Carbon dioxide (produced by fermentation) can form a “CO₂ lake” in wine cellars with low air circulation.

Chemical properties



Chemical effect of the most important gases



**Carbon dioxide CO₂ has an inerting effect when dry but is acidic in the presence of water.

Fire promotion through oxygen

Main components of air \Rightarrow Oxygen 21% , nitrogen 78% , argon 0.8%

Effects on combustion with lower oxygen content:

- ▲ with approx. 15% oxygen, only smoldering is possible
- ▲ at approx. 10 -12% oxygen the fire goes out due to lack of oxygen

Effects on combustion with increased oxygen content:

- ▲ with approx. 25% oxygen 2-fold combustion rate
- ▲ at approx. 35% oxygen 8-fold combustion rate



In the presence of 100% oxygen, flammable substances can burn very quickly and violently. Even substances that are difficult to ignite (e.g. metals) can burn fiercely.

Experiment



“Textile burn-off with oxygen enrichment”

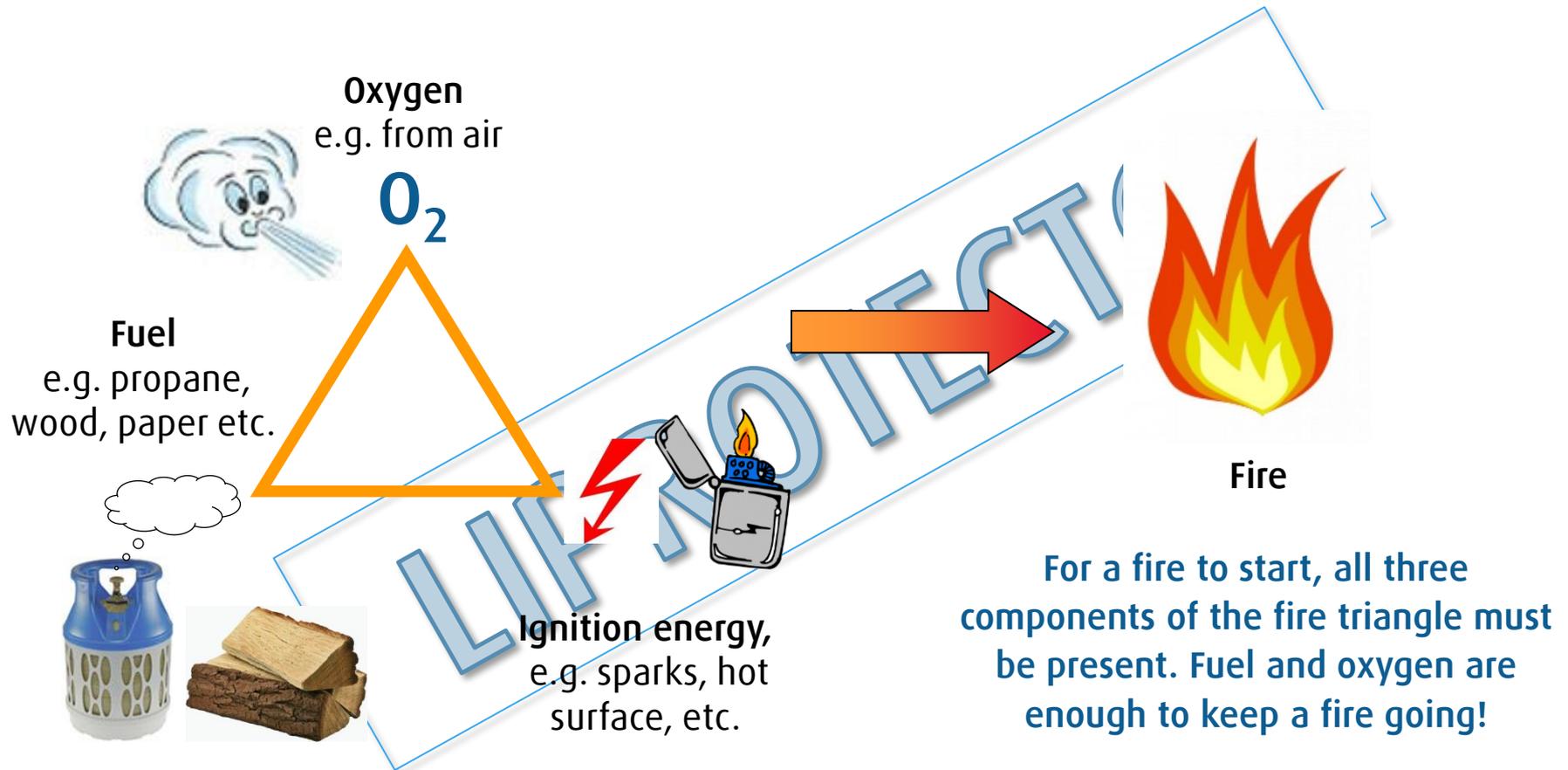
Dangers of oxygen



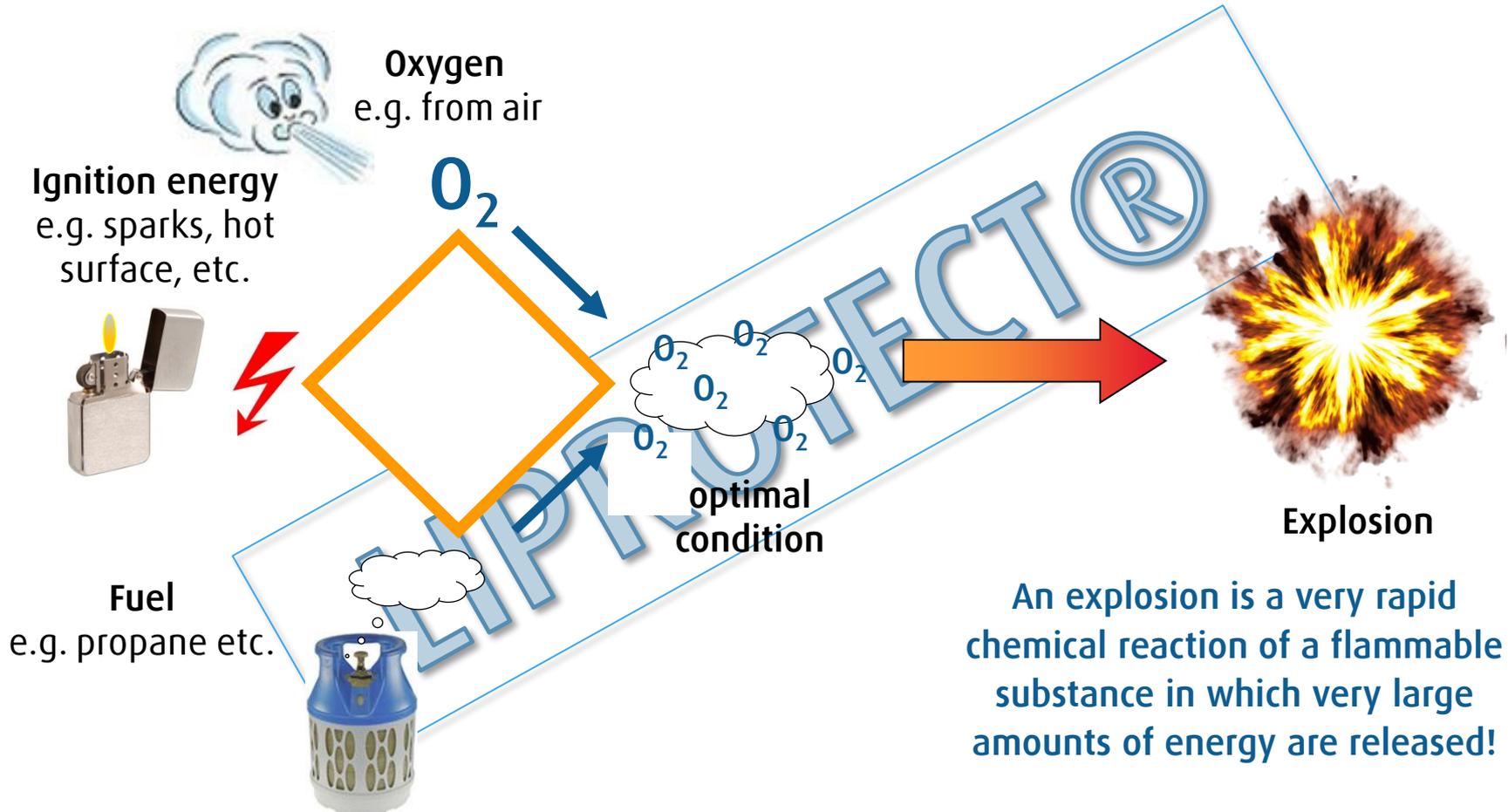
PB Salida Cabrera 2017-05-31 00:56:38



Fire (fire triangle)



Explosion (explosion square)



An explosion is a very rapid chemical reaction of a flammable substance in which very large amounts of energy are released!

Characteristics of the gases (chemical)

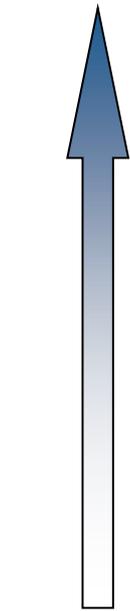


Explosion limits of gases in air (vol. %)

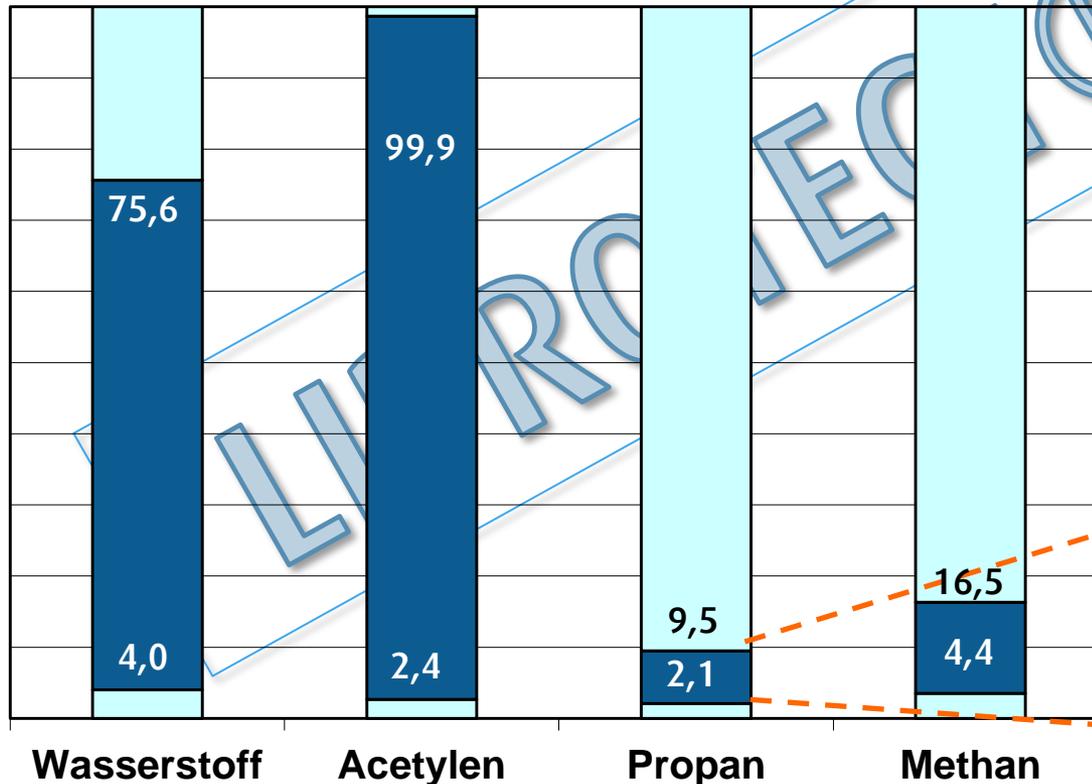
For a mixture of air and flammable gas (or vapors) to explode, the mixture must be right. Certain gases are more readily ignitable than others.

UEL = upper explosion limit
LEL = lower explosion limit

100 Vol.-%



0 Vol.-%



UEL

LEL

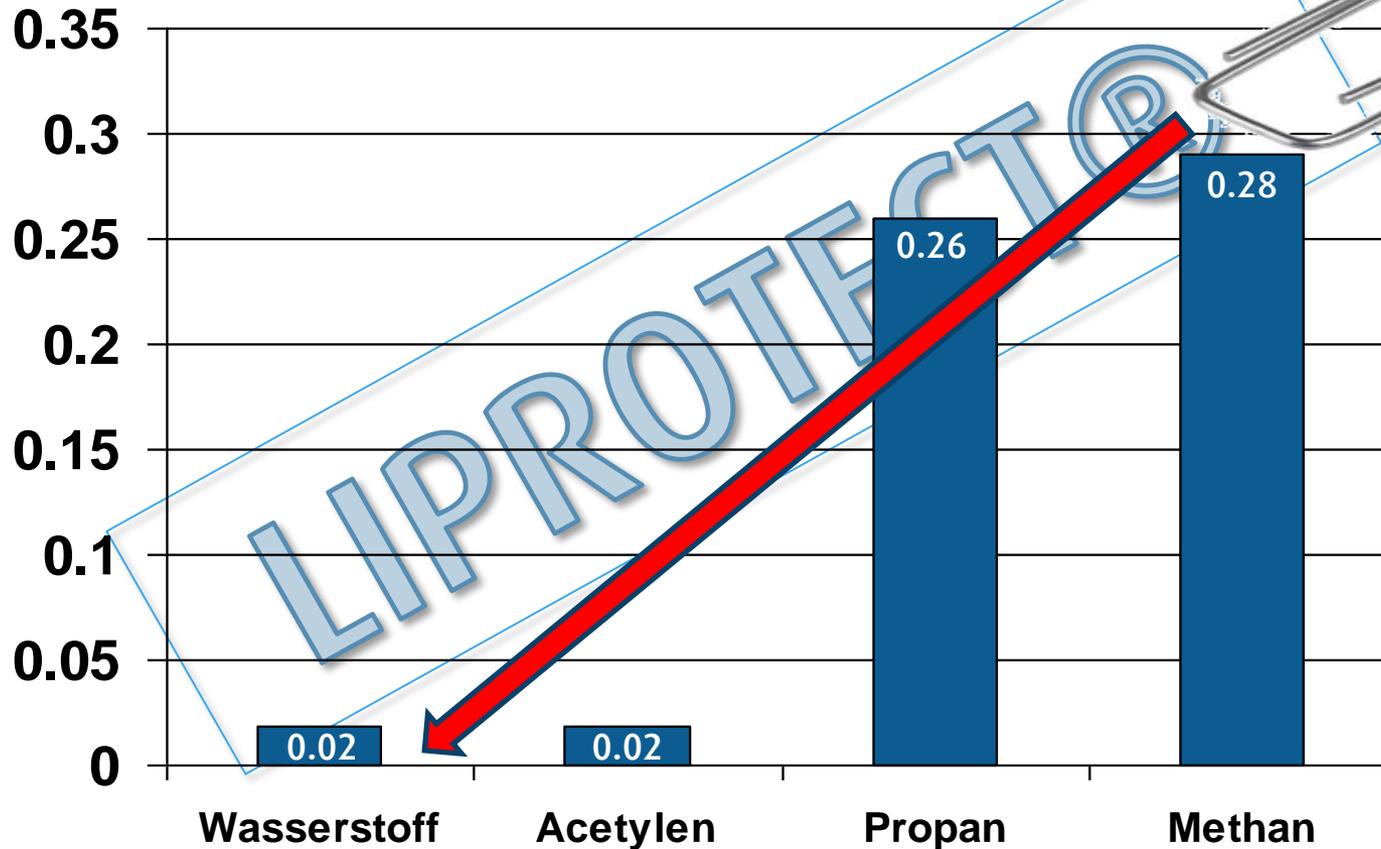
Characteristics of the gases (chemical)



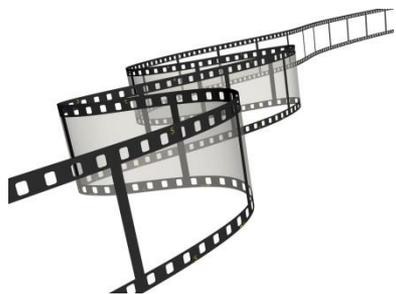
Minimum ignition energy (MIE) in air

The more ignitable a gas mixture is, the greater the risk of unintentional ignition.

Minimum ignition energy, mWs (mJ)



Characteristics of the gases (chemical)



Outflowing
propane gas



Characteristics of the gases (chemical)



The effect of an explosion

Escaped acetylene with oxygen (air) and ignition source



Ausgeströmtes Azetylengas

Lieferwagen wurde völlig zerfetzt

The effect of an explosion

17.09.2017 St. Margrethen SG



MANN VERLETZT

Aktualisiert 17.09.2017 16:59

Duftspray im Auto – Zigarette löst Explosion aus

Mit einem Geruchskiller hat ein 33-Jähriger in St. Margrethen das Innere seines Auto eingesprayed. Die Zigarette danach wurde ihm zum Verhängnis.



von
nag/eli



Explosiver Spray: Das Innere des Autos nach der Verpuffung. (Bild: Kapo St. Gallen)

Ein 33-jähriger Mann hat sich am Freitag bei einer Verpuffung in seinem Auto Verbrennungen im Gesicht und an der Brust zugezogen. Er hatte sich im falschen Moment eine Zigarette angezündet.

Der Lenker hatte in seinem Auto einen geruchsneutralisierenden Spray versprüht, wie die St. Galler Polizei mitteilte. Danach zündete er eigenen Aussagen zufolge eine Zigarette an, was zur Verpuffung im Wageninnern und zu den Verletzungen des Mannes führte.

The effect of an explosion

16.12.2019 West Yorkshire, England

13:46 16. Dezember 2019

GETEILT

Das Auto explodiert, wenn eine brennende Zigarette einen Luftefrischer entzündet

In Halifax explodierte ein Auto, als der Fahrer sich eine Zigarette anzündete, nachdem er den Innenraum mit einem Luftefrischer besprüht hatte.



Laut der Polizei von West Yorkshire benutzte er einen Aerosol-Luftefrischer, konnte jedoch die Fenster nicht öffnen, bevor er sich entzündete.

Die Explosion war so stark, dass sie die Windschutzscheibe und die Fenster ausblies und die Türen knickte, aber der Mann entkam mit nur geringfügigen Verletzungen.

Die Explosion, die am Samstag in der Fountain Street stattfand, verursachte auch Schäden an einem nahe gelegenen Geschäftsgebäude.

Die Polizei sagte, der Vorfall "hätte schlimmer sein können" und warnte die Menschen, den Sicherheitshinweisen zu folgen.

LIPR

Experiments



“Ignite propane in soapy water”
“Ignite hydrogen in soapy water”

Characteristics of the gases (chemical)



The effect of an explosion 18.10.2019 Enéas Marques im Süden Brasiliens



Pressurized gas container



Pressurized gas container



Pressurized gas container



Properties of pressurized gas containers

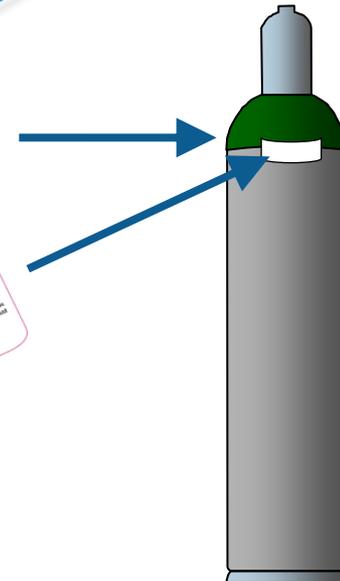
- ▲ Capacity from 2 - 50 (150) liters
- ▲ Operating overpressure up to 300 bar (currently usually 200 bar)
- ▲ Purity up to 7.0 (99.99999 %)
- ▲ Cylinder bundle of 12/16 cylinders with central gas extraction



Labeling of pressurized gas containers

The color coding (shoulder) only serves as additional information

The only binding labeling of the contents is the product labeling (label)



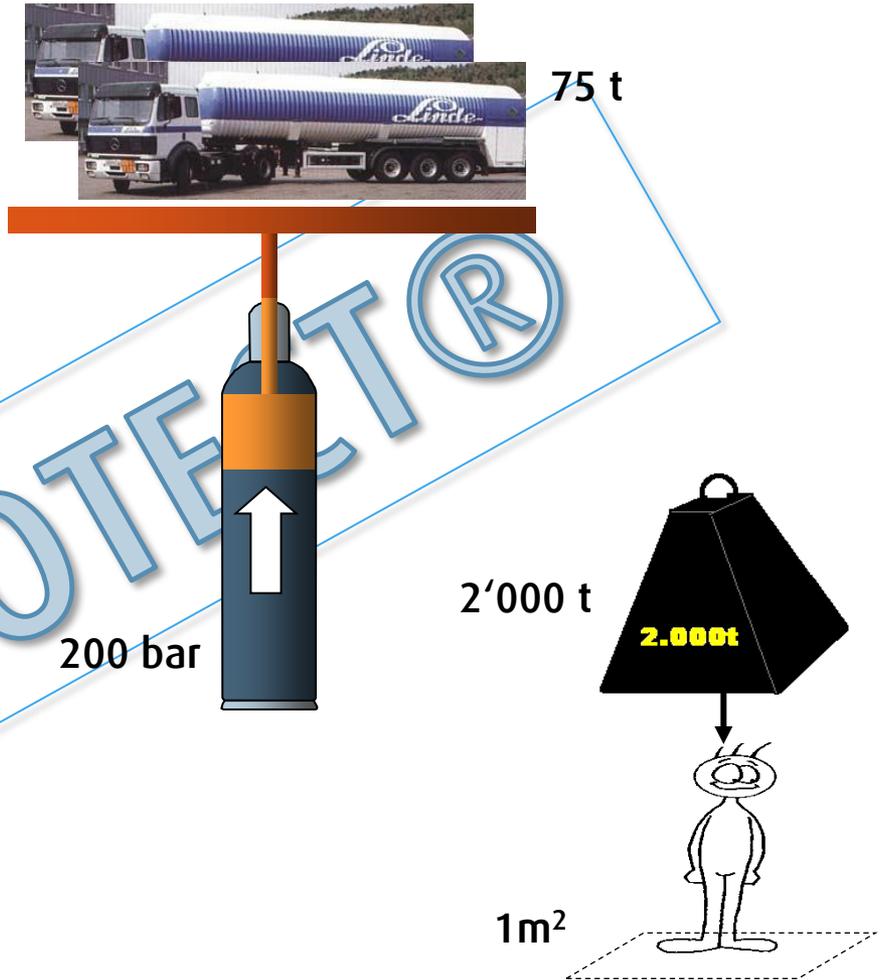
Pressurized gas containers (physical forces)



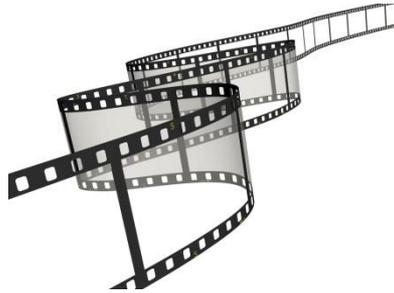
Bottle pressure

Examples for the pressure of **200 bar** in a normal gas cylinder.

- ▲ An example that shows the enormous power of pressure. If the pressure of 200 bar were applied to a piston with the diameter of a 50-liter bottle, this piston would be able to bear the weight of two fully loaded trucks (75 tons).
- ▲ A pressure of 200 bar corresponds to the effect of a weight of around 2,000 tons pressing evenly on an area of 1m².



Pressurized gas containers (physical forces)



Bottle valve tests
(Quelle: SFV)



“Not just theory but bitter reality”



Oxygen cylinder

25.07.2008 Qantas Flug QF30 9'850 m über Manila



The pilot of Qantas Flight 30, John Francis Bartels, inspected the gash in his plane after landing in Manila. The airline gave no information on the accident's cause. Edwin Torresera/Agence France-Press — Getty Images

<https://www.youtube.com/watch?v=wEd8-BkmZDM>



Erstellt am: 22.11.2010, Autor: RK

Debrief: Incident Qantas Boeing 747-400



Am 25. Juli 2008 explodierte auf Qantas Flug QF30 auf einer Höhe von 29.000 Fuss (9.850 m) eine Sauerstoffflasche und riss ein grosses Loch in den Rumpf, nun wurde der Abschlussbericht veröffentlicht.

An Bord von Flug Qantas 30 von Hongkong nach Melbourne, einer Boeing 747-400, befanden sich 346 Passagiere und 19 Besatzungsmitglieder. Nach dem Druckabfall in der Kabine leiteten die Piloten einen Notsinkflug ein und landeten den Jumbo sicher in der philippinischen Hauptstadt

Manila. Bei diesem Vorfall kam niemand zu Schaden.

Eine explodierende Sauerstoffflasche für die Notsauerstoffversorgung riss ein metergrosses Loch in den Flugzeugrumpf und führte zu einem raschen Druckabfall in der Kabine der Boeing 747-400. Den australischen Unfallermittler wurde rasch klar, dass sich der Abschlusszylinder von der Notfallsauerstoffflasche explosionsartig separierte und dadurch zu diesem Schaden und der Notsituation führte. Nach langwierigen Untersuchungen konnte die Ursache der heftigen Explosion jedoch nicht restlos geklärt werden, da das fehlerhafte Bauteil nicht gefunden werden konnte. Die beteiligten Untersuchungsbehörden nahmen Zylinder aus dem gleichen Bauloses genau unter die Lupe und versuchten herauszufinden, ob bei dem Bauteil ein Material- oder Konstruktionsfehler vorliegen würde. Die Unfallermittler haben dabei jedoch keine Unregelmässigkeiten gefunden und befanden die Flaschen als Betriebs tauglich. Einen solchen Vorfall wurde in der Zivilen- und Militärischenfliegerei als bis jetzt einmalig bezeichnet und führte wartungs- und kontrolltechnisch zu keinen Empfehlungen.

Pressurized gas containers (empty weights of steel cylinders)



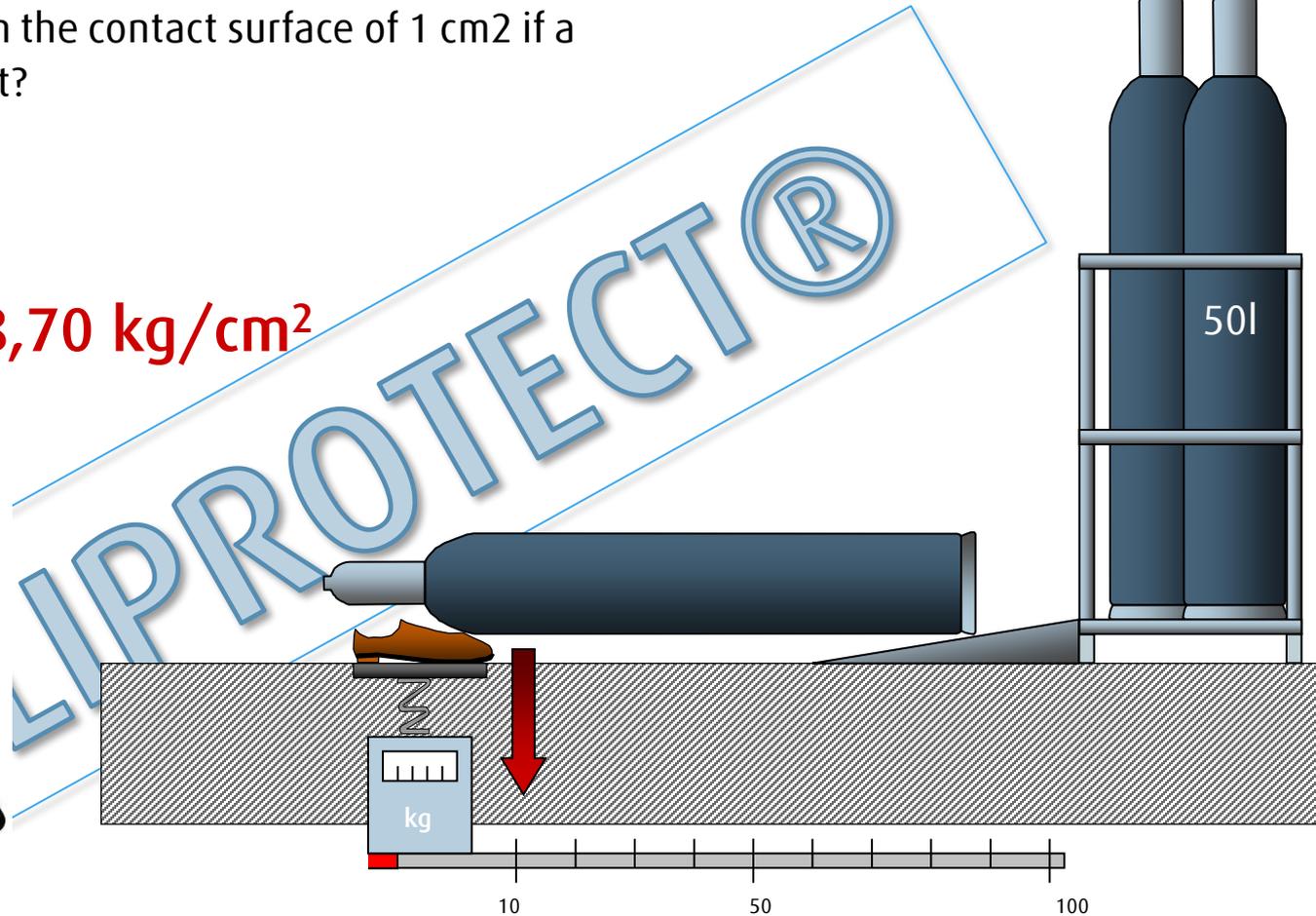
Pressurized gas containers (physical forces)



What do you think?

What weight (in kg) acts on the contact surface of 1 cm² if a 50 l bottle falls on your foot?

- a) approx. 25 kg
- b) approx. 50 kg
- c) mehr than 65 kg ⇒ **68,70 kg/cm²**



Druckgasbehälter (Pressurized gas containers (labels))

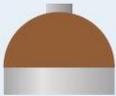


Pressurized gas containers (colour coding)



Shoulder color of gas cylinders according to SN EN

1. Industrielle Gase

Acetylen  oxydrot	Sauerstoff  reinweiss
Erstickend (inert) Krypton, Xenon, Neon  gelbgrün	Argon  smaragdgrün
Stickstoff  tiefschwarz	Kohlendioxid  staubgrau
Helium  olivbraun	Wasserstoff  feuerrot

2. Industrielle Gasmische

Inert Beispiel Argon/Kohlenstoffdioxid Stickstoff/Kohlenstoffdioxid  gelbgrün	Brennbar/inert Beispiel Wasserstoff/Argon Methan/Stickstoff  feuerrot
Oxidierend Beispiel Sauerstoff/Kohlenstoffdioxid  lichtblau	

3. Medizinische Gase und Gasmische (weisser Zylinder)

Sauerstoff  reinweiss	Atemluft  reinweiss / tiefschwarz
Distickstoffoxid  enzianblau	Helium/ Sauerstoff  reinweiss / olivbraun
Kohlendioxid  staubgrau	Kohlendioxid/ Sauerstoff  reinweiss / staubgrau
Gemisch mit Stickstoffmonoxid Stickstoff + Stickstoffmonoxid (Stickstoffmonoxid < 100 ppm)  türkisblau	

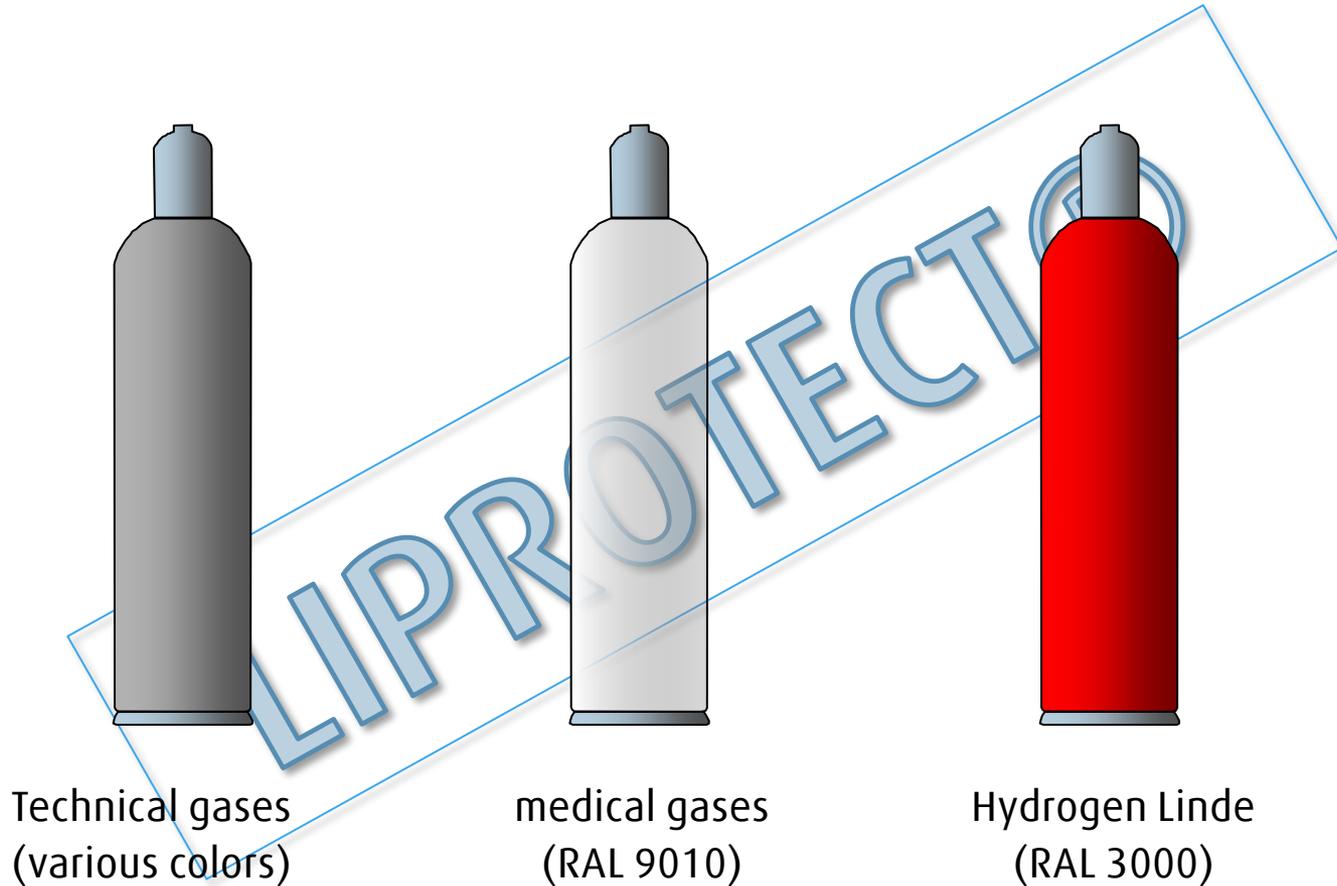
4. Toxische Gase

Giftig/ätzend Ammoniak, Chlor  zinkgelb

Pressurized gas containers (colour coding)



Body color of gas cylinders according to SN EN 1089-3

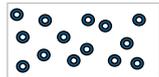


(propane and butane gas cylinders are excluded)

Pressurized gas container (basic filling)



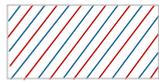
The contents of a pressurized gas container can be gaseous, liquid or dissolved!!



gaseous



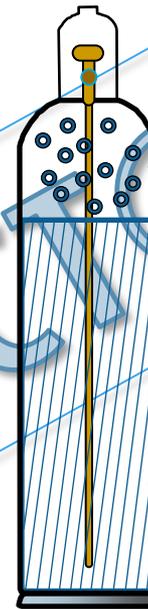
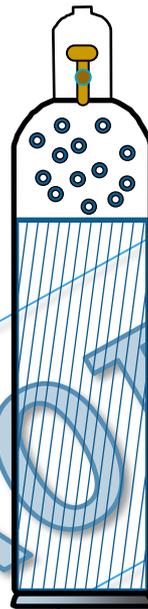
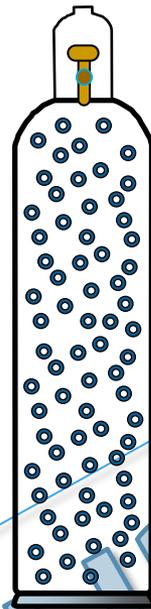
liquid



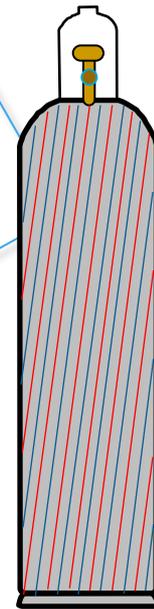
Liquid in solvent



Filling compound
(disintegration barrier)



dip tube bottle



Name:	Compressed gases	Gases liquefied under pressure		Dissolved gases
Gas extraction:	gasförmig	gasförmig	flüssig	gasförmig
Definition of content:	Valve pressure	Weight (scale)	Weight (scale)	Weight (scale)
Examples of gases:	H ₂ , O ₂ , N ₂ , Ar etc.	CO ₂ , nitrous oxide, propane, etc.		Acetylene

Pressurized gas containers (compressed gases)

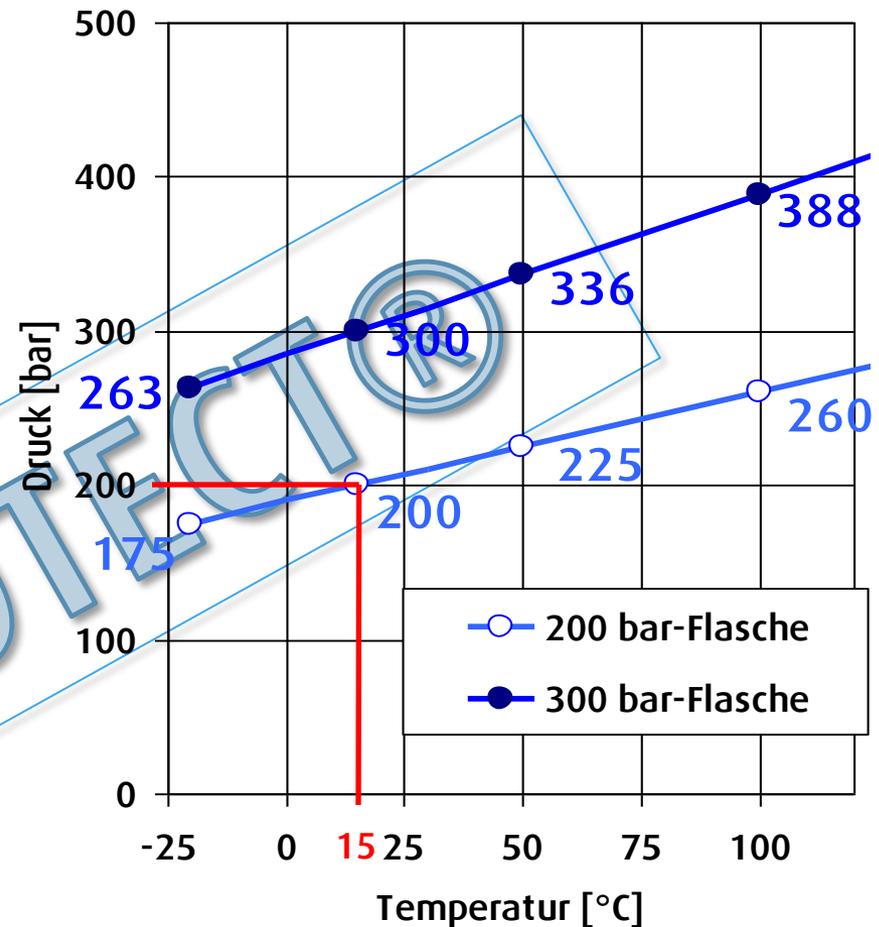


Rising temperature ⇒ Rising pressure!

The pressure in gas cylinders for **compressed gases** (nitrogen, oxygen, argon, hydrogen, etc.) changes simply as a result of temperature changes).

For example, a gas cylinder that has been correctly filled **to 200 bar at 15°C** will only have a pressure of 175 bar in winter at -20°C. When it is warmed up again to +15°C, it will display 200 bar again, provided nothing has been removed in the meantime.

On the other hand, the pressure increases when the cylinder is heated. The 200 bar cylinder will display a pressure of 225 bar at the recommended maximum 50°C and even at **100°C the pressure of 260 bar** would still be a long way from the **burst pressure (400 bar) of the 200 bar cylinder**.



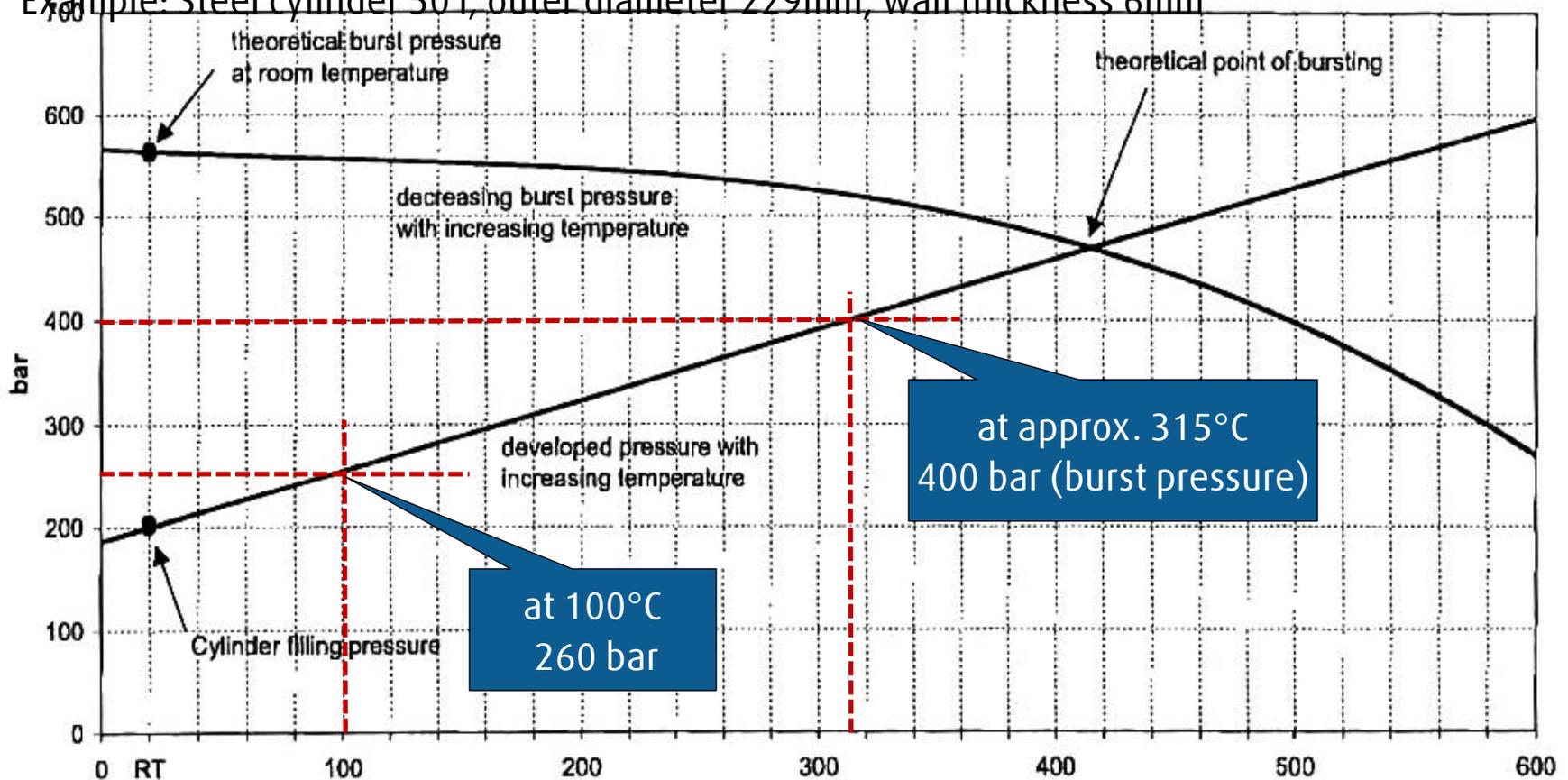
Depending on the type of gas, there may be minor deviations of +/- 10 bar.

Pressurized gas containers (strength in case of fire)



Calculated relationship between room temperature (RT), burst pressure and developed pressure

Example: Steel cylinder 50 l, outer diameter 229mm, wall thickness 6mm



Pressurized gas containers (compressed liquefied gases)



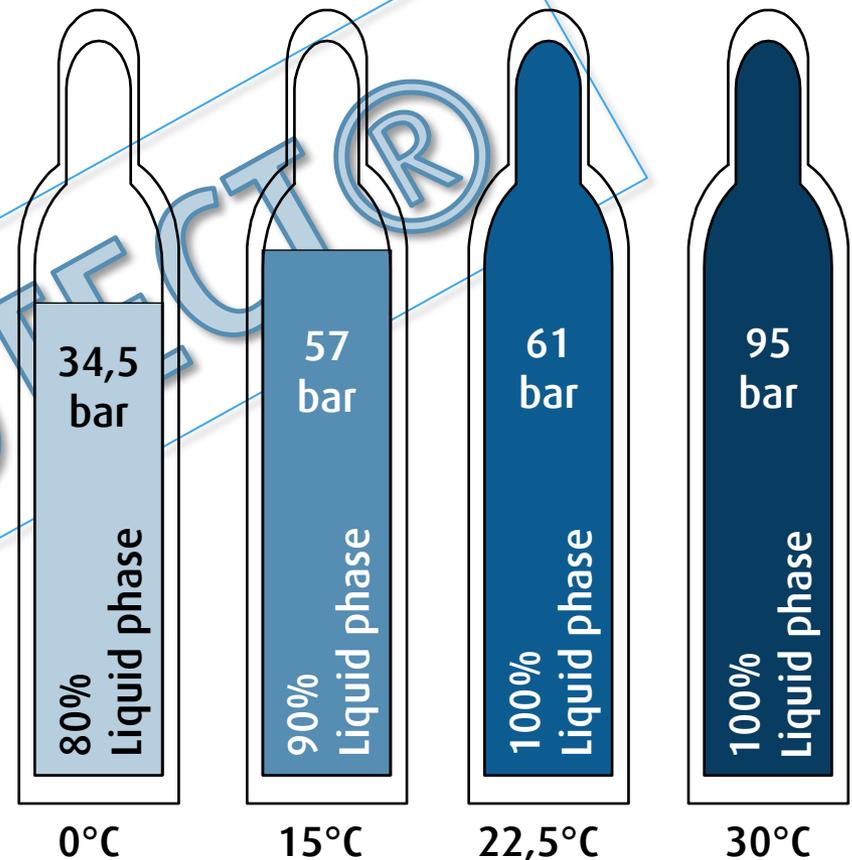
Rising temperature ⇒ Rising pressure!

Cylinder pressure and temperature behave somewhat differently **with compressed liquefied gases** (carbon dioxide, nitrous oxide, ammonia, propane, etc.)

As long as there is liquid and **gas** in the cylinder, the **cylinder pressure depends** on the **type of gas and the temperature**, but not on the initial pressure!

These cylinders are never completely filled with liquid because this would expand when heated and would then either lead to leakage via the **bursting disk (at approx. 190 bar)** or cause the cylinder to burst.

Example: Properly filled 10 l cylinder with 7.5 kg of carbon dioxide CO₂



Pressurized gas container in case of fire



Rising temperature \Rightarrow Rising pressure!

Example: broken bottles after a fire



Gas cylinder valves (200 bar) according to standard SN 219501 (DIN-ISO 477)

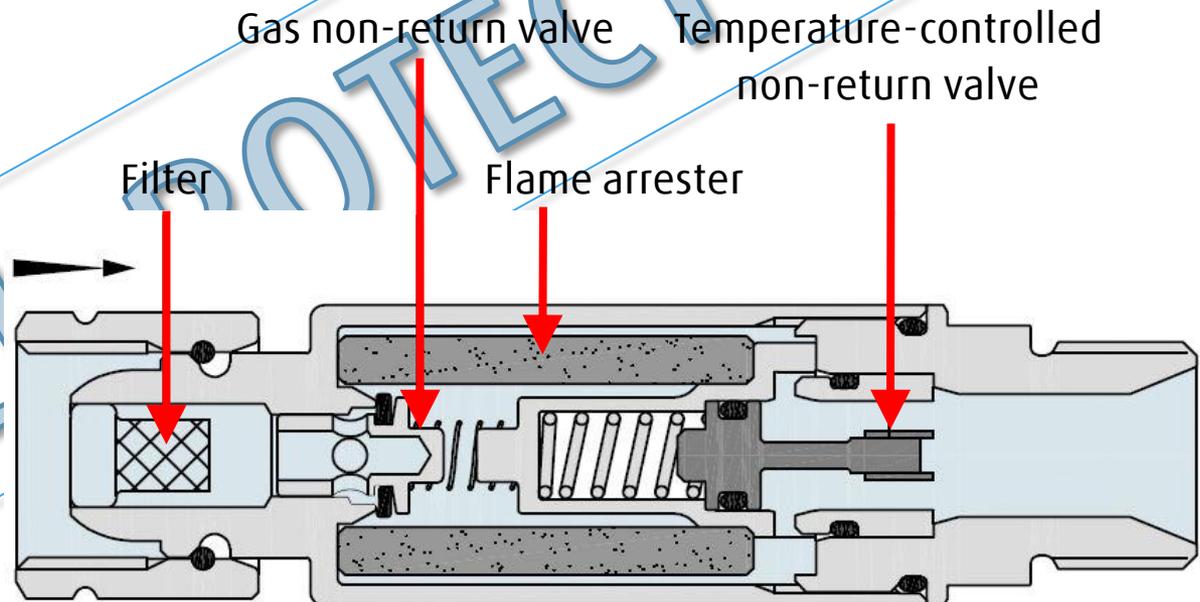
Principle ⇒ Left-hand thread for flammable gases and a right-hand thread for non-flammable gases (with the exception of ammonia). The thread size is shown in the following table (or standard):

▲ Sauerstoff (oxidierend)	Connection G $\frac{3}{4}$	Right-hand thread
▲ Nitrous oxide (oxidizing)	Connection G $\frac{3}{8}$	Right-hand thread
▲ Gas mixture (inert)	Connection W 21,8	Right-hand thread
▲ Gas mixture (flammable)	Connection W 21,8	Left-hand thread
▲ Gas mixture (toxic and corrosive/ flammable)	Connection W 1	Left-hand thread
▲ Gas mixture (toxic and corrosive/oxidizing)	Connection W 1	Right-hand thread
▲ Acetylene (flammable)	Connection G $\frac{3}{4}$	Internal thread
▲ Liquid gas > 2 l (flammable)	Connection W 21,8	Left-hand thread
▲ Nitrogen (inert)	Connection W 24,32	Right-hand thread

Always open gas cylinder valves slowly, do not use force, never oil or grease!

Flashback arrestors

- ▲ Automatic circuit breakers are used as safety devices to prevent gas backflow and flame transmission at tapping points of distribution lines and individual cylinders.
- ▲ Flashback arrestors for acetylene are also suitable for propane, natural gas and hydrogen.



Pressurized gas containers (flashback arrestors)



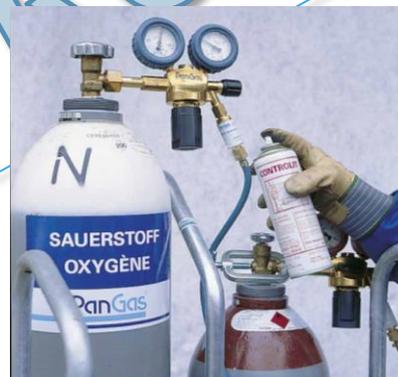
Flashback arrestors

 Circuit breakers for oxygen and flammable gases



Connection of valves and hoses

- ▲ Before connecting fittings or hoses, the general condition, seals and threads must be checked
- ▲ Only use products approved for the respective gas, never use self-made “transition pieces”
- ▲ To avoid confusion, always check the information on the bottle
- ▲ After connecting the individual components, a complete leak test must be carried out on the system
- ▲ Always open valves slowly and close them again immediately when not in use
- ▲ Only empty cylinders up to a residual pressure of 1.5 bar



Practical demonstration



“Assembly and disassembly of pressure reducer”

Pressurized gas container (connection)



EVOS™ Ci-valve



EVOS™ ViPR



The EVOS™ ViPR offers easy availability of gases thanks to integrated pressure reduction. An external pressure regulator is therefore no longer necessary.

Note:

EVOS™ ViPR will replace the LISY® tec products over the next few years. As adaptations are necessary on the customer side, the changeover will only take place in prior consultation with Linde.

Pressurized gas containers (handling)



Handling gas cylinders



Secure pressurized gas containers against falling over



Label pressurized gas containers in the event of damage



Do not throw pressurized gas containers



Do not grease or oil pressurized gas containers

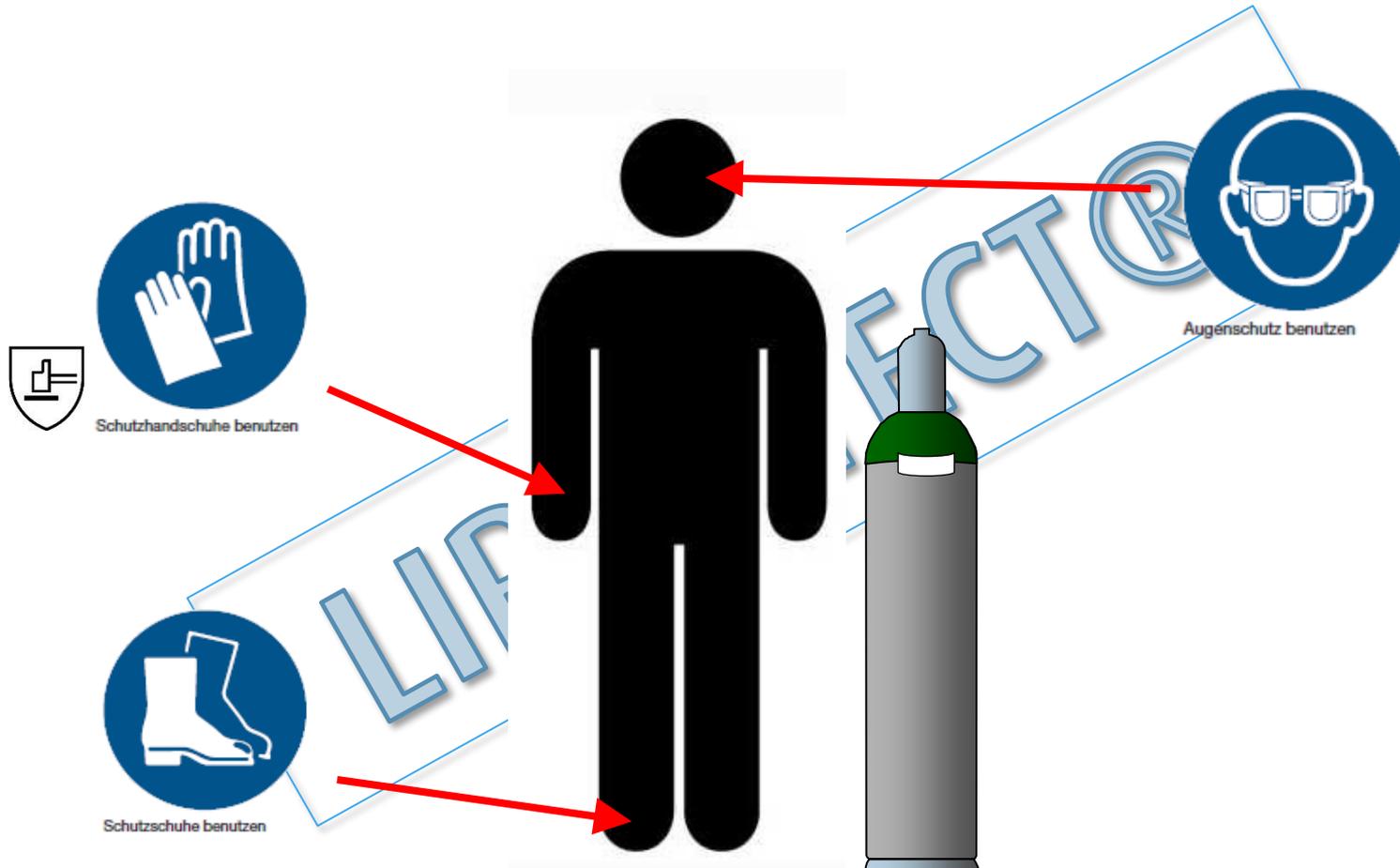


Crane the pressurized gas container only in the pallet



Do not open pressurized gas containers by force

Personal protective equipment



Serious accident involving an employee



X-ray of the employee's hand

When clearing out a pallet of empty bottles, our employee walked into the pallet with the last bottle that had fallen over. He picked up the bottle with his right hand and, as he turned his body, he hit the bar of the pallet with his left index finger.

The finger was broken three times and had to be surgically treated.

Remember:

A 50 liter gas cylinder has a weight of 60-70 kg! If this weight acts on a narrow edge, the effect corresponds to the bite of a German shepherd...

Internal transportation of gases



Pressurized gas containers (internal transport)



Internal transportation and moving of bottles

Only move bottles with the valve protection screwed on!



- ▲ When transporting pressurized gas containers, do not carry or roll them if possible, but use a cylinder trolley instead
- ▲ Always wear protective clothing (safety shoes / gloves)
- ▲ Never attempt to catch falling pressurized gas containers

Pressurized gas containers (internal transport)



Internal transportation

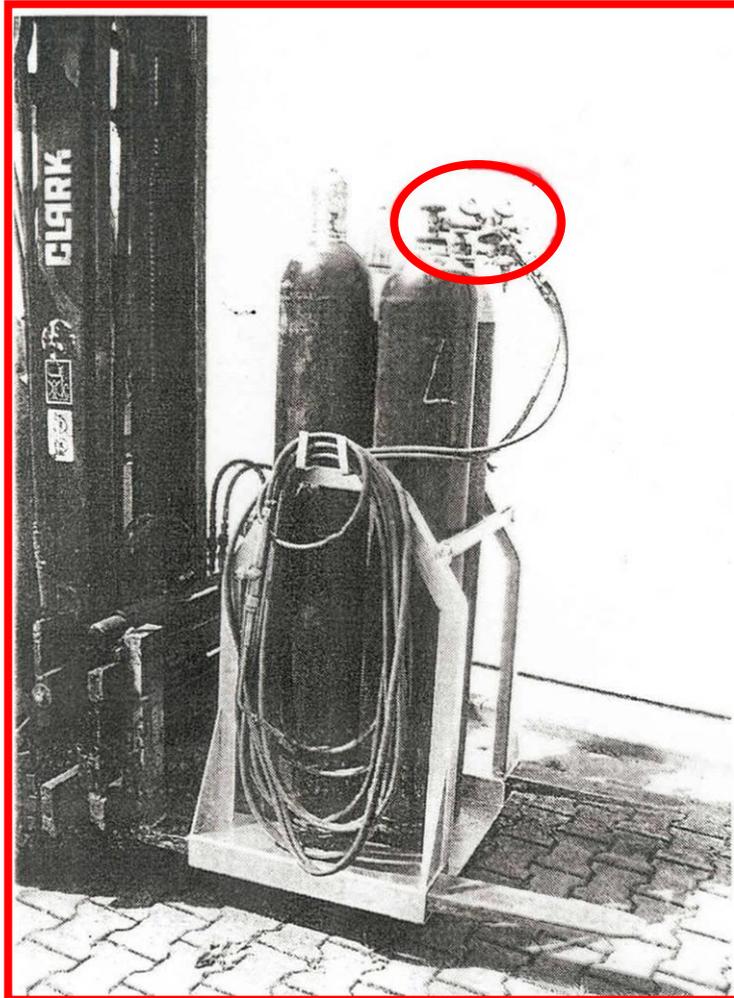
The transportation of gases on your own company premises is not subject to ADR/SDR.
(Be careful when transporting on public roads!)

The same applies internally for every transport:

- ▲ Protect cylinder valves
- ▲ Load securing
- ▲ No smoking
- ▲ Do not overload the vehicle
- ▲ etc.



Pressurized gas containers (internal transport)



Not like that, please!



Always remove the pressure reducer before starting to drive.

Pressurized gas containers (internal transport)



SUVA 66122 4.6 Internal transportation of gas cylinders

When transporting gas cylinders within the company, the cylinder valves must be protected.

Suitable means include protective caps, rings, collars or frames. Suitable aids (e.g. cylinder trolleys) must be used.

Gas cylinders must not be rolled or dragged in a horizontal position.

If gas cylinders are transported in an elevator, additional measures must be taken in accordance with the risk assessment, e.g. a hazardous goods control system without passenger transport.



SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

Industriegaseverband Schweiz



A02 Umgang mit Gasflaschen

Allgemeines

Diese IGS-Sicherheitsempfehlung enthält ergänzende Hinweise für die praktische Anwendung und Lagerung von Gasflaschen zu den allgemein geltenden Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien und Normen.

Kennzeichnung, Flaschenventile und Flaschenprüfung

Kennzeichnung

Die Kennfarbe der Flaschenschulter (1*) nach SN-EN 1089-3 dient lediglich als Erkennungsmerkmal einer Gasflasche. Die eindeutige Identifikation erfolgt durch die Etikette (2*) mit Produktkennzeichnung, Gefahr- und Sicherheitshinweisen sowie ADR bzw. GHS Symbolen. Die Produktetikette enthält verbindliche Angaben über den Inhalt der Gasflasche.

Die Körperfarbe (3*) der Druckgasbehälter hat grundsätzlich keine Aussagekraft, lediglich medizinische Gase (RAL 9010 – reinweiss) haben definierte Zylinderfarben.



ADR-Symbole (Gefahrzettel)

GHS-Symbol

Flaschenventile

Um Verwechslungen von Druckgasbehältern zu vermeiden, sind diese mit unterschiedlichen Ventilanschlüssen ausgerüstet, die von der Gasart bzw. von der Gasgemisch-Zusammensetzung und -Druck abhängen. Verwenden Sie wegen der Verwechslungsgefahr keine „Übergangsstücke“. Passen Sie Ihre Installationen und Armaturen an die entsprechende Gasart und Nutzung an. Druckminderer mit den passenden Anschlüssen werden von Ihrem Gaslieferanten angeboten.

Flaschenprüfung

Die Einhaltung der gesetzlichen Prüffristen wird von den Gaslieferanten überwacht. Aus Druckgasbehältern, deren Prüffrist abgelaufen ist, darf weiterhin Gas entnommen werden. Das ist sicherheitstechnisch unbedenklich. Die Verwendung der Gase aus prüffälligen Flaschen ist in den meisten Fällen ohne Qualitätsminderung möglich. Die Beförderung von Druckgasbehältern mit abgelaufener Prüffrist auf öffentlichen Strassen ist jedoch nur erlaubt, wenn sie der Prüfung zugeführt werden (z.B. ein Strassentransport zu einer externen Arbeitsstätte ist nicht gestattet).

SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

Industriegaseverband Schweiz



A03 Gasflaschen in Notfällen

Allgemeines

Jede Gasflasche, die einem Brand oder extremer Hitze ausgesetzt ist, kann bersten und in grösserem Umkreis Zerstörung bewirken. Gefahren entstehen durch eine Druckwelle, herumfliegende Behälterteile und durch einen allfälligen brennbaren, toxischen oder korrosiven Flascheninhalt.

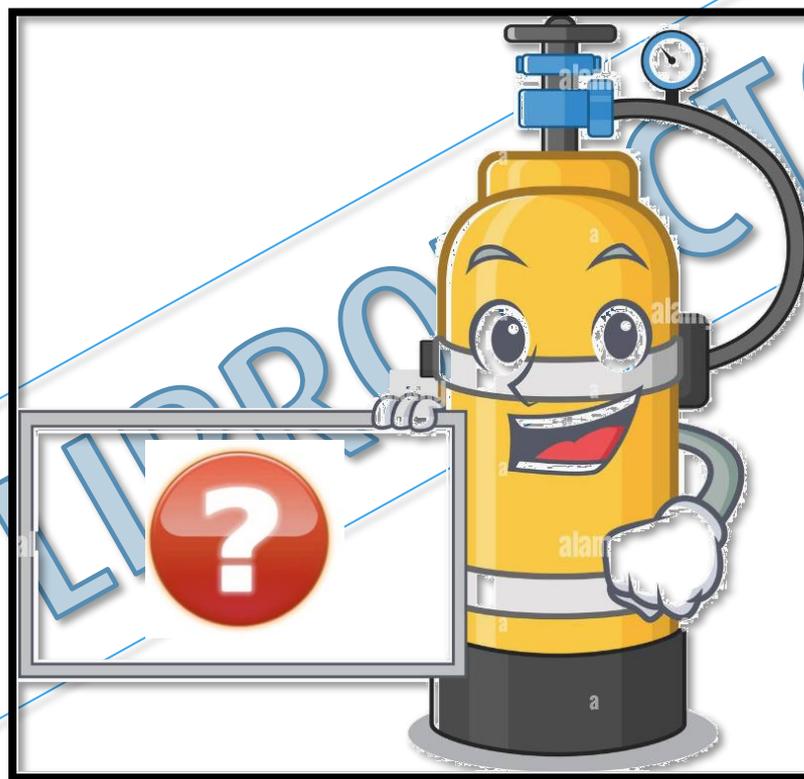
Vorsicht: Flaschen mit unbekanntem Inhalt sind im Notfall grundsätzlich als sehr gefährlich einzustufen und mit maximalen Vorsichtsmassnahmen zu behandeln.

Massnahmen im Notfall

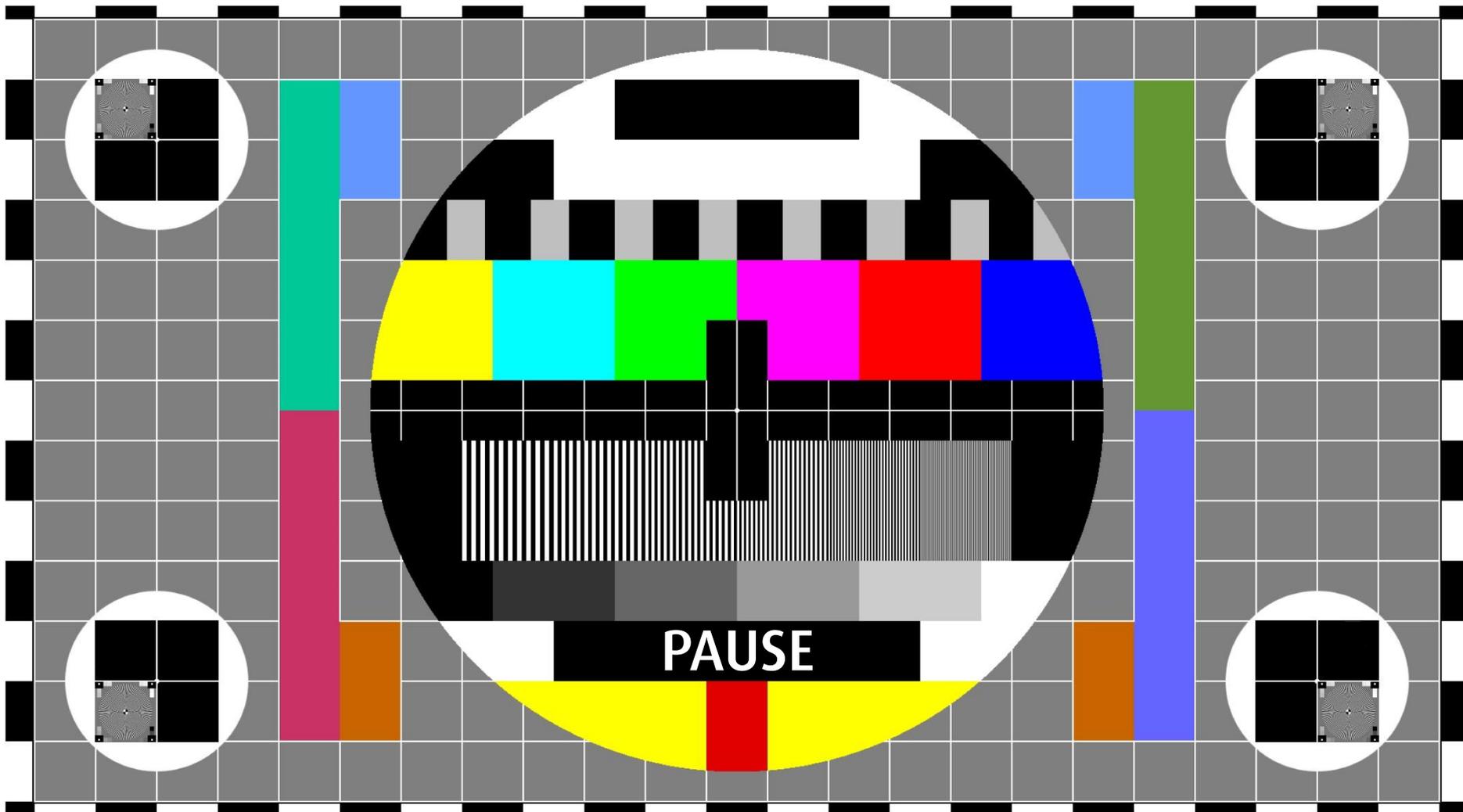
- * 1. Feuerwehr alarmieren und auf Gasflaschen hinweisen
- * 2. Personen warnen, gefährdeten Bereich sofort evakuieren und dann absperren / Warnschilder aufstellen
3. Wenn möglich, Ventile schliessen
4. Wenn möglich, Gasflaschen aus dem Gefahrenbereich entfernen, sofern sie nicht vom Brand betroffen sind und noch mit blossen Händen angefasst werden können
5. Erwärmte oder heisse Flaschen, die nicht entfernt werden können, aus sicherer Deckung mit reichlich Wasser kühlen
6. Brennendes Gas nur dann löschen, wenn die Flammen zu einer gefährlichen Situation führen können
7. Wenn der gesamte Brand gelöscht ist, Kühlen für kurze Zeit unterbrechen
 - Falls die Flaschen schnell trocknen oder sich Dampf auf der Flaschenoberfläche bildet, ist das Kühlen sofort fortzusetzen
- * 8. Bei Eintreffen der Einsatzkräfte, Liste des Bestands von Gasflaschen und deren Inhalt abgeben sowie Uhrzeit des Brandausbruchs angeben
- * 9. Zusätzliche Besonderheiten berücksichtigen (siehe Ausführungen auf den folgenden Seiten)

* bei toxischen und ätzenden Gasen sind nur diese Punkte zu berücksichtigen

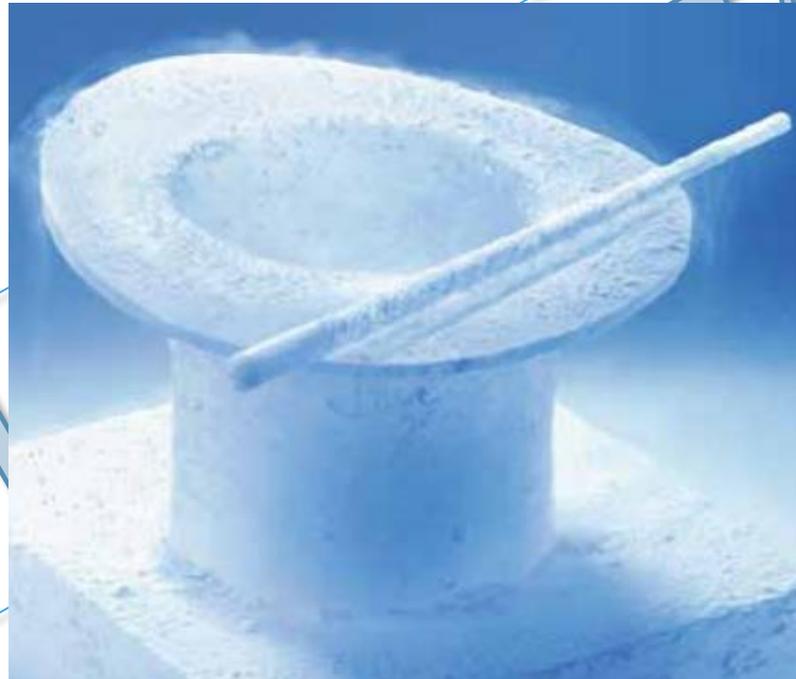
Recap / Questions?



Pause



Cryogenic liquefied gases (cryogenic gas)



**Ancient Greek language
«KRYO»**



Frost or ice



Definition of cryogenic liquefied gas

A gas or liquid is in a cryogenic (or cryogenic) state when its boiling temperature at normal pressure is significantly below the ambient temperature. The following table lists some of the gases that are frequently used, i.e. supplied, handled and/or applied in a cryogenic state.

Gas type (semi-cold liquefied)		Boiling temperature	Gas volume per liter of liquid**
Carbon dioxide (LIC)	CO ₂	-78°C*	632 l
Oxygen (LOX)	O ₂	-183°C	853 l
Argon (LAR)	Ar	-186°C	839 l
Nitrogen (LIN)	N ₂	-196°C	691 l
Nitrogen (LH ₂)	H ₂	-253°C	845 l
Helium (LHe)	He	-269°C	749 l

*) Sublimation temperature

***) The amount of gas produced per liter of liquefied gas during evaporation and heating to ambient temperature.

Cryogenic liquefied gases (Characteristics)

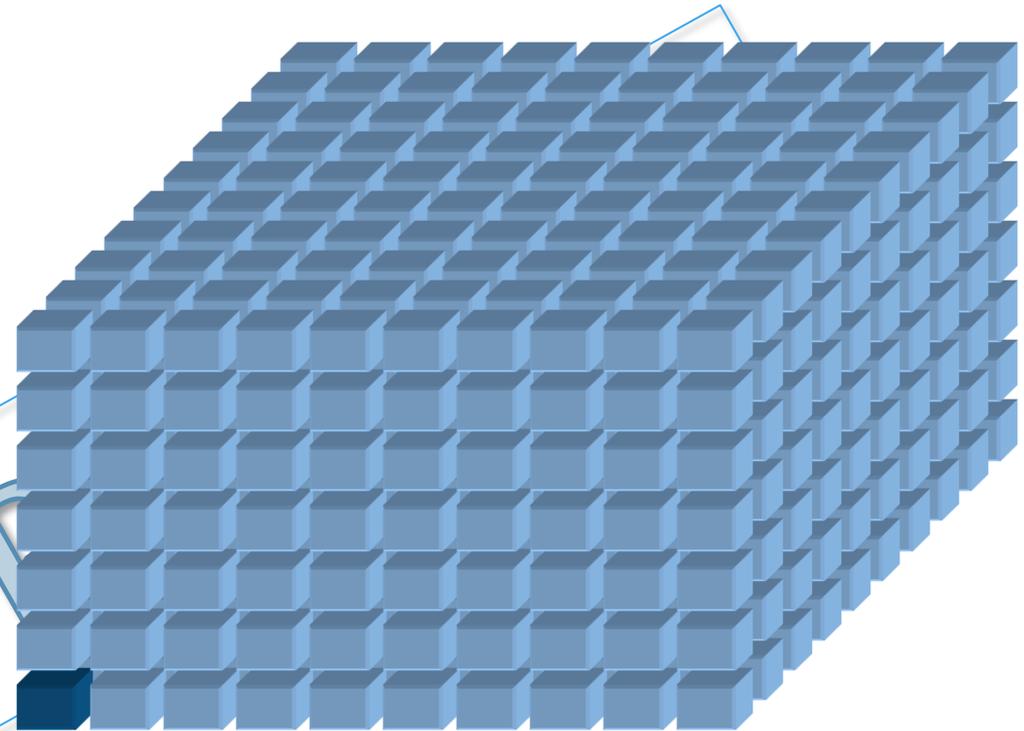


- ▲ Escaping liquid gases vaporize with a very large increase in volume.
- ▲ Fog formation on contact with the ambient air.

1 Liter liquid nitrogen N_2



700 L



One liter of cryogenic liquefied nitrogen evaporates into approx. 700 liters of gaseous nitrogen

Experiment



"Dry ice expansion - inflate balloon"

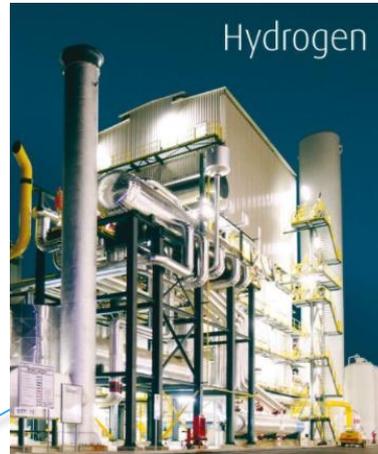
Cryogenic liquefied gas (production)



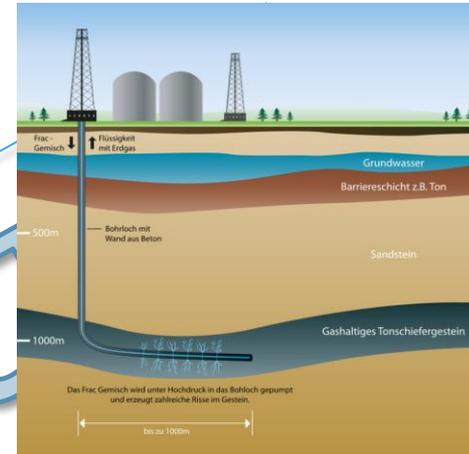
Production of cryogenic liquefied gases



Air separator unit
 $O_2/N_2/Ar$



Hydrogen
Steam-Reforming
 H_2

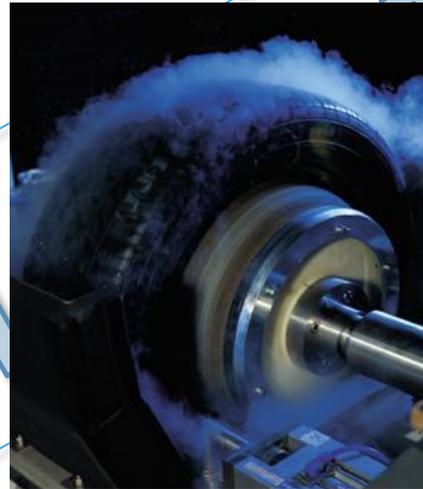


Source (oil industry)
 He



Liquefaction plant
e.g. hydrogen H_2

Cryogenic liquefied gas (applications)



Cryogenic liquefied gas (applications)



Practical applications for cryogenic gases

- ▲ Storage of biological samples/materials (e.g. cryobanks)
- ▲ Ground freezing/freezing of pipes (e.g. for construction work and inspections)
- ▲ Cooling of technical equipment (e.g. for MRI/superconducting system components)
- ▲ Metal processing (e.g. mounting of shafts/bearings by cold stretching)
- ▲ Spice mills (prevent heating due to friction during the grinding process)
- ▲ Freezing food/finished products (e.g. quick freezing with a freezer)
- ▲ Cryo cooking or Molecular cuisine (BIOGON® liquid E 941 COOK)
- ▲ Recycling (embrittlement of the materials for subsequent mechanical separation))
- ▲ etc.

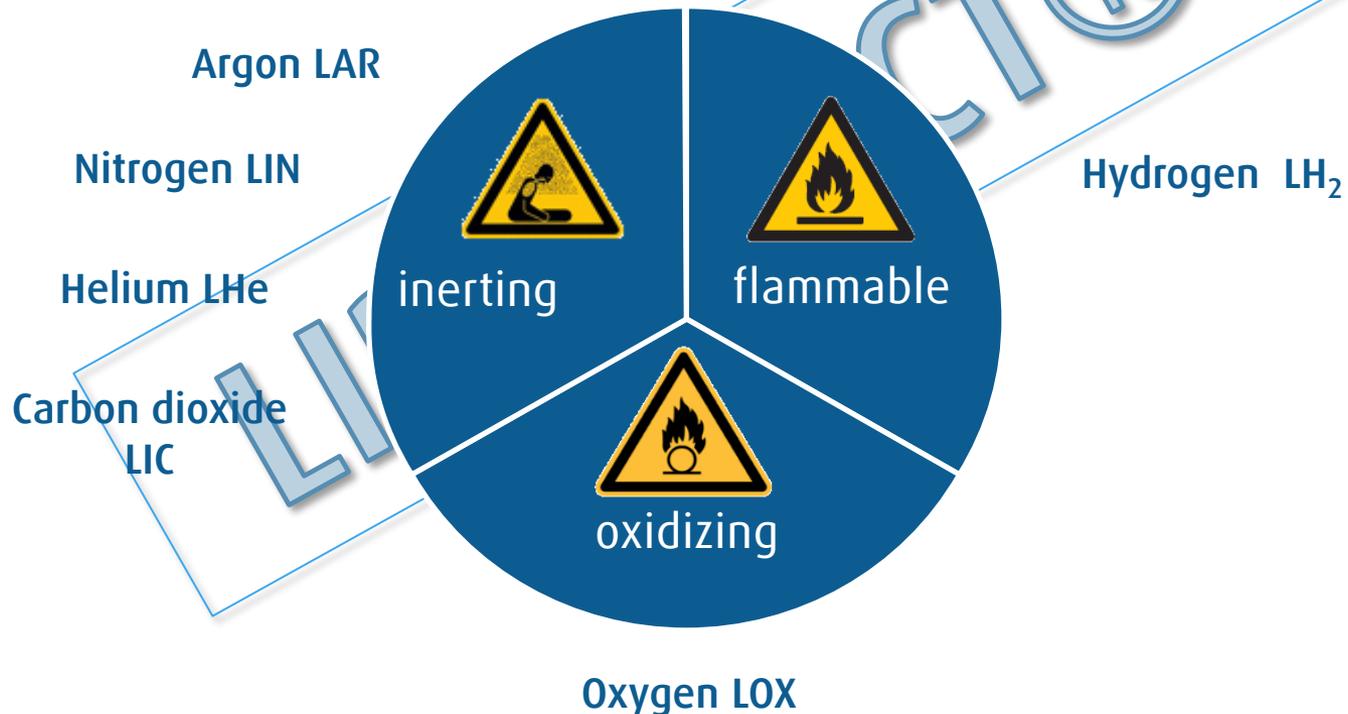


Cryogenic liquefied gas (characteristics)



Chemical characteristics:

The chemical properties of the gases are basically the same in the cryogenic liquefied state as in the the same as in the "warm" state. In the cryogenic state, the physical properties "liquid" and properties "liquid" and "cryogenic" are added.



Cryogenic liquefied gas (characteristics)



**Volumenvergleich für gasförmigen und flüssigen Sauerstoff (Foto 1930)
Die Sauerstoffmenge in zwei Gasflaschen (gasförmig, 150 bar, 40 Liter)
ist ebenso groß wie die Sauerstoffmenge (flüssig, 15 Liter) in dem
Dewar-Gefäß**

Pressure development due to evaporation

- ▲ The large increase in volume that occurs when cryogenic liquefied gases evaporate can lead to dangerously high overpressures in tightly sealed vessels or pipes (risk of bursting).
- ▲ Closed vessels for cryogenic liquefied gases must therefore be equipped with safety valves.
- ▲ All pipe sections in which cryogenic liquefied gases could be trapped must be fitted with their own safety valve.



open dewar



Closed dewar

Cold burns

- ▲ Cryogenic liquefied gases can cause cold burns. The effect can be similar to combustion with +200°C hot oil!
- ▲ Injured persons should be taken to a warm place and a doctor should be consulted. Pour large quantities of lukewarm (ideally 40°C) water over the skin. Do not apply any other heat (e.g. hot air).
- ▲ A state of shock may occur.
- ▲ **Eyes and hands in particular must be protected.**



LIPROTECT®

Material embrittlement

- ▲ Many materials become brittle like glass at low temperatures, which have cryogenic liquefied gases.
- ▲ Only special materials such as stainless steel and aluminum alloys that are approved for these temperatures may be used.
- ▲ Suitable sealing materials are primarily polymers with a high fluorine content such as PTFE (Teflon).



Experiment

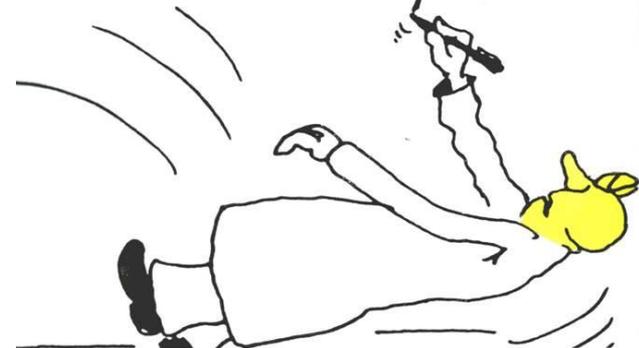
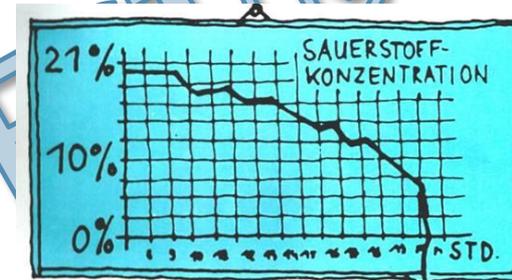
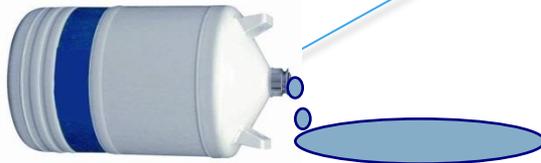


LIPRO

"Material embrittlement"

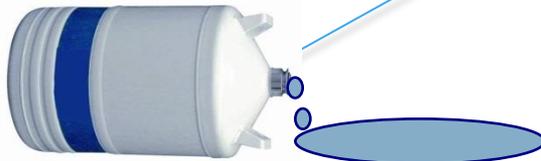
Risk of suffocation (often underestimated with liquid gases)

- ▲ The accumulation of nitrogen in the air reduces the oxygen concentration, which cannot be detected by the human senses.
- ▲ People who are in an oxygen-poor atmosphere (less than 17% O₂ by volume) can fall unconscious and suffocate very quickly and without warning.
- ▲ This risk rarely occurs outdoors.
- ▲ However, this risk must be taken into account in confined or low-lying spaces (cellars, pits, etc.) with cryogenic containers.



Fire hazard (oxygen enrichment)

- ▲ An oxygen enrichment of the air from (normal) 21% by volume to more than approx. 23% by volume considerably increases the risk of fire.
- ▲ If someone has been in an oxygen-enriched atmosphere or has splashes of LOX on their clothing, they **must ventilate outside for at least 15 minutes** before smoking or approaching an ignition source.
- ▲ Cryogenic liquefied oxygen therefore does not belong in open cryogenic containers.
- ▲ The air can liquefy directly on cold surfaces (with LIN, LH2 or then significantly higher than 23% by volume (fire hazard)).



Experiments



“Color liquid oxygen”

“Burning off steel wool with liquid oxygen”

Sicherheitsspiegel

Tragischer Unfall durch Stickstoff.

Drei Mitarbeiter bei der Firma Aurubis erstickt.



Ein Stickstoff-Austritt in dem von unserem Mitbewerber Air Liquide versorgtem Hamburger Industriewerk Aurubis hat drei Todesopfer gefordert. Ein schlimmer Unfall, der die Gefahren beim Umgang mit Gasen drastisch und auf traurige Weise aufzeigt!

Die drei Männer im Alter von 24, 49 und 53 Jahren waren Angaben der Polizei zufolge in der Nacht zum Donnerstag bewusstlos geworden, als es bei Arbeiten aus noch ungeklärter Ursache zu einem Stickstoff-Austritt kam.

Erstickungsgefahr ist heimtückisch, denn sie tritt plötzlich und ohne Vorwarnung auf. Die Symptome werden vom Betroffenen nicht als Anzeichen der drohenden Erstickungs-gefahr erkannt.

Immer zu beachten, die „TOP“ Schutzmaßnahmen:

- Technisch: Dichtheit (es gilt das Prinzip „Misstrauen“) und stationäre Gaswarngeräte.
- Organisatorisch: Erlaubnisscheinverfahren, LOTO, Confined Space Regeln und Prüfungen auf Dichtheit.
- Persönlich: Persönliches Gaswarngerät und ständige Gefahrenwahrnehmung.



ZERO Today. Make it Happen!

Low viscosity

- ▲ A cryogenic liquefied gas is about 10 times less viscous than water, which is why the flow rate is very high.
- ▲ The gas can vaporize unobserved in the smallest cracks and openings and cause major damage through embrittlement or pressure build-up.
- ▲ Even textiles that are water-repellent are quickly penetrated by cryogenic liquefied gases, making the risk of cold burns particularly high.



Experiments



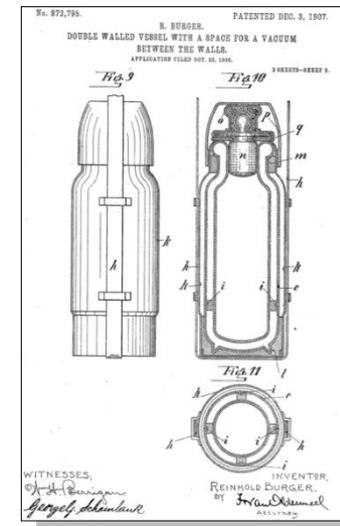
“Dip the dry ice balloon in LIN”
“Viscosity water - LIN with felt hat”

Dewar-Container

- ▲ The Dewar vessel is used to provide good thermal insulation of the substance stored in it from the environment. It is used to store cold (or hot substances), usually liquids.
- ▲ A Dewar jar is a double-walled, evacuated (vacuum-insulated) jar named after the Scottish physicist Sir James Dewar, who invented it in 1890.
- ▲ Mainly known as a thermos flask, but there are also special laboratory containers.



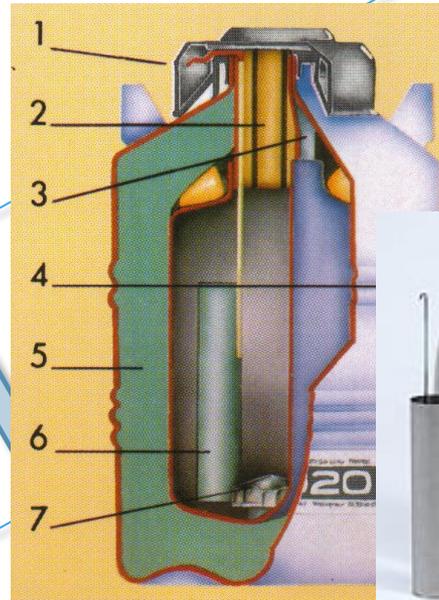
The thermos flask
U.S. Patent number
872,795,
issue date 1907-12-03



Open dewar vessel

- ▲ Unpressurized open vessel, for internal transport of small quantities of liquid gas.
- ▲ Only liquid extraction possible, the escaping gas cannot be used.
- ▲ These containers must not be sealed tightly, as this can cause pressure to build up which can lead to the container bursting.

1. Lid
2. Insulating plugs
3. Glass fiber reinforced container neck
4. Mantle
5. High vacuum insulation
6. Canister
7. Canister positioning



Closed Dewar vessel (low pressure)

- ▲ Vacuum insulated
- ▲ Made of stainless steel with TPED approval
- ▲ Sizes 70, 120, 160, 180, 240 and 600 liters
- ▲ Working pressure 0.8 - 16 bar, depending on type.
- ▲ Suitable for road transportation (observe inspection period!)
- ▲ Liquid and gaseous extraction possible



Cutaway model

Cryogenic container (evaporation rate)



Dewar vessels unpressurized:

- ▲ LN₂-Capacity 4 Lt. = 0,40 Lt./24h (10,0%)
- ▲ LN₂-Capacity 5 Lt. = 0,77 Lt./24h (15,4%)
- ▲ LN₂-Capacity 10 Lt. = 0,22 Lt./24h (2,2%)
- ▲ LN₂-Capacity 25 Lt. = 0,21 Lt./24h (0,84%)
- ▲ LN₂-Capacity 50 Lt. = 0,41 Lt./24h (0,82%)



Dewar vessels Low pressure series:

- ▲ LN₂-Capacity 70 Lt. = 3,5 %/24h
- ▲ LN₂-Capacity 126 Lt. = 2,4 %/24h
- ▲ LN₂-Capacity 163 Lt. = 1,5 %/24h
- ▲ LN₂-Capacity 189 Lt. = 1,3 %/24h
- ▲ LN₂-Capacity 250 Lt. = 1,4 %/24h



The specified values are nominal!

The effective rate depends on factors such as atmospheric conditions, condition and age of the container, etc.

Cryogenic container (labeling)



Danger
due to
cold



Augenschutz benutzen

Using eye
protection



Schutzhandschuhe benutzen

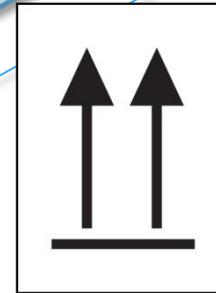
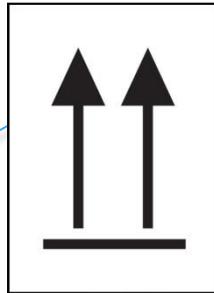
Use of cold
protection



Danger
from
suffocation



Required
labeling
according to
ADR



UN1977 STICKSTOFF, TIEFGEKÜHLT, FLÜSSIG
UN1977 AZOTE, RÉFRIGÉRÉ, LIQUIDE



Cryogenic containers (container inspections)



Dewar vessels without pressure do not have to be tested. However, a visual inspection and assessment should always be carried out in your own interest.



Dewar vessels in the low and high pressure series (class 2) must be inspected every 5 and 10 years respectively from the date of manufacture.



LIPROTECT®

Cryogenic containers (container inspections)



INB Interdisziplinärer Normenbereich
Secteur interdisciplinaire de normalisation

SN Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera

EN ISO 21029-2

Ersetzt / Remplace / Replaces:
SN EN 1251-3:2000

Ausgabe / Edition: 2015-12
ICS Code: 23.020.40

Kryo-Behälter - Ortsbewegliche vakuumisolierte Behälter mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 1000 Liter - Teil 2: Betriebsanforderungen (ISO 21029-2:2015)

Réipients cryogéniques - Réipients transportables, isolés, sous vide, d'un volume n'excédant pas 1000 litres - Partie 2: Exigences de fonctionnement (ISO 21029-2:2015)

Cryogenic vessels - Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1000 litres volume - Part 2: Operational requirements (ISO 21029-2:2015)

In der vorliegenden Schweizer Norm ist die EN ISO 21029-2:2015 identisch abgedruckt.
Dans la présente Norme Suisse le EN ISO 21029-2:2015 est reproduit identiquement.
In this Swiss standard EN ISO 21029-2:2015 is reprinted identically.

Für diese Norm ist das Normen-Komitee INB/NK 119 << Gefässe und deren Ausrüstung für Gase >> des interdisziplinären Normenbereichs zuständig.

La présente norme est de la compétence du comité de normalisation INB/NK 119 << Réservoirs à gaz et leur équipement >> du secteur interdisciplinaire de normalisation.

The standardization committee INB/NK 119 << Gas cylinders >> of the interdisciplinary sector is in charge of the present standard.

Ref Nr. / No. de réf. / No ref.: SN EN ISO 21029-2:2015 de	Herausgeber / Editeur / Editor: Disziplinäre Normen-Komitee Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) Bürglistrasse 29 CH-8400 Winterthur © SNV	Vertrieb / Distribution: Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) Bürglistrasse 29 CH-8400 Winterthur	Anzahl Seiten / Nombre de pages / Number of pages: 23 15-12-14
---	--	---	--

Gültig ab / Valide de / Valid from:
2015-12-01

Preisklasse / Classe de prix / Price class:
0012 SNV

14 Instandhaltung und Reparatur

Die Instandhaltung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Geräte in einem sicheren Zustand bleiben. Die Verantwortung für die Instandhaltung und Reparatur muss zwischen den Vertragspartnern (z. B. Eigentümer, Füller) festgelegt werden. Nach der Instandhaltung muss der Behälter den gültigen Zulassungsunterlagen entsprechen.

Die Instandhaltung umfasst im Allgemeinen:

Download from SNV-eCommittee - INB NK 119 - 2015-12-14
for committee internal use only

16

Instandhaltung darf nur von dafür ausgebildetem Personal durchgeführt werden.

15 Wiederkehrende Inspektion

Die folgende Inspektion muss in Zeitabständen von unter zehn Jahren durchgeführt werden:

ANMERKUNG Laut der Vorschriften dürfen Behälter, deren Inspektionsfrist überschritten ist (wie auf dem Behälter gekennzeichnet) nicht mehr befüllt werden, jedoch können solche Behälter weiterhin entleert und/oder für die wiederkehrende Inspektion befördert werden.

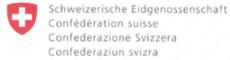
Die Prüfung muss von einer kompetenten Prüfstelle in einem Abstand von nicht mehr als 10 Jahren durchgeführt werden.

- Sich nicht wieder schließende Druckentlastungseinrichtungen, wenn vorhanden, müssen nach den Anweisungen des Herstellers der Druckentlastungseinrichtungen ausgetauscht werden.
- b) Sämtliche weiteren Ausrüstungsteile müssen auf ihre zufriedenstellende Funktionsweise überprüft werden:
Folgende äußere Sichtprüfung:
 - Überprüfung nach Anzeichen für Beschädigungen;
 - Überprüfung von Inhalt und Lesbarkeit des Typschildes (siehe 4.2) und anderer Kennzeichnungen.
- c) Dichtheitsprüfung

Zusätzlich müssen in Abständen von nicht mehr als 5 Jahren

- 1) Die Sicherheitsventile auf Ansprechen überprüft werden
- 2) Die Berstscheiben einer Sichtprüfung unterzogen werden

Cryogenic containers (container inspections)



Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Schweizerische Akkreditierungsstelle SAS

Gestützt auf die Akkreditierungs- und Bezeichnungsverordnung vom 17. Juni 1996 (Stand am 1. Dezember 2007) und die Stellungnahme der eidgenössischen Akkreditierungskommission erteilt die Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) der

PanGas
Inspektionsstelle für Druckbehälter (Flaschen)
Industriestrasse 40
CH-8404 Winterthur
Zweigstelle: Inspektionsstelle für Druckbehälter (Kryo-Gefässe), CH-6252 Dagmersellen

die Akkreditierung als

Inspektionsstelle (Typ C) für Gasgefässe unter Druck

nach der Norm ISO/IEC 17020. Der Geltungsbereich ist im offiziellen Verzeichnis akkreditierter Inspektionsstellen festgelegt.



Akkreditierungszeichen und -nummer: SIS 120
Datum der Akkreditierung: 28. Juni 2006
Datum der letzten Erneuerung der Akkreditierung: 28. Juni 2011
Gültigkeit der Akkreditierung bis: 27. Juni 2016

CH-3003 Bern-Wabern, 4. Juli 2011
Schweizerische Akkreditierungsstelle

M. Ischi
Der Leiter
Hanspeter Ischi

Die SAS ist Mitglied der multilateralen Abkommen der European co-operation for Accreditation (EA) für die Bereiche Kalibrieren, Prüfen, Inspezieren und Zertifizieren von Produkten, Personal, Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen, des International Accreditation Forum (IAF) für die Bereiche Zertifizieren von Produkten, Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) für die Bereiche Kalibrieren und Prüfen.



SCHWEIZERISCHER INSPEKTIONSDIENST
SERVIZIO SVIZZO D'ISPEZIONE
SERVIZIO SVIZZO D'ISPEZIONE
SWISS INSPECTION SERVICE

PanGas AG Inspektionsstelle für Druckbehälter, Industriepark 10, 6252 Dagmersellen, Tel 062 748 17 81, Fax 062 748 17 85

PanGas AG
Industriepark 10
6252 Dagmersellen

MUSTER

Referenz: S.Langenstein

BESCHEINIGUNG Nr. 07/2014 / 25 / 117 über die wiederkehrende Prüfung eines Cryo-Behälters

Gesetzliche Grundlage	SDR/RSD, ADR/RID	Druckgefäss (Anzahl)	1
Prüfdatum	10.02.2014	Baujahr	1988
Hersteller	AGA Cryo AB	Eigentümer	Pan Gas AG
Hersteller-Nr.	P 105	Eigentümer-Nr.	600 18 12
Druckgefäss-Typ	Palett-Tank	Fassungsraum (l)	666
Zulassung	CH/EMPA-248-2	Betriebsdruck MAWP (bar)	17.5
Zeichnungs-Nr.	-	Prüfdruck PH (bar)	24.1
Norm / Richtlinie	-	Werkstoff	X2 CrNi 19.9
Wandstärke min. (mm)	-	Berechnungstemp. (°C)	-196
Durchmesser (mm)	-	Tara inkl. Ventil (kg)	520
Gasbezeichnung(en) nach RID/ADR		Masse Füllung max. (kg)	
UN1977 STICKSTOFF, TIEFGEKÜHLT, FLÜSSIG		506	
UN1951 ARGON, TIEFGEKÜHLT, FLÜSSIG		877	
UN1073 SAUERSTOFF, TIEFGEKÜHLT, FLÜSSIG		714	
UN2187 KOHLENDIOXID, TIEFGEKÜHLT, FLÜSSIG		689	

Stempelung CH 14/02 24
Nächste Prüfung 24/02

Die Anforderungen gemäss SDR/RSD, ADR/RID sind erfüllt. Das Druckgefäss ist offiziell gekennzeichnet und für den Transport der entsprechenden Gase zugelassen.

Bemerkungen

Ort Dagmersellen
Datum 10.02.2014

PanGas AG
SIS Inspektionsstelle für Druckbehälter

Beilagen Prüfprotokoll

CH-HB-0001 Anhang 6
SHEQ

Eduard Kühne
PanGas AG
Hauptplatz, Industriepark 10
CH-6252 Dagmersellen
Gültig: 11.10.2013
Seite 1 von 1

4 Zusätzliche Anforderungen an die Lagerung von Gasen

4.1 Allgemein (für brennbare und nicht brennbare Gase)

- 1 Gasflaschen sind vor übermäßiger Erwärmung, mechanischer Beschädigung und Umfallen zu schützen. Sie dürfen nicht zusammen mit leichtbrennbaren oder selbstentzündlichen Stoffen gelagert werden.
- 2 In Fluchtwegen dürfen Gasflaschen weder angeschlossen noch gelagert werden.
- 3 Räume, in denen Gasflaschen angeschlossen oder gelagert werden, sind ausreichend zu lüften.
- 4 Gasflaschen ab einer Lagermenge von 200 l Flaschenvolumen sind im Freien oder in einem separaten Brandabschnitt ohne zusätzliche Brandlasten oder in Schränken nach SN EN 14470-2:2006 mit mindestens dem geforderten Feuerwiderstand des Brandabschnittes zu lagern.

4.2 Tiefkalt verflüssigte Gase in Kryobehältern

- 1 Als Kryobehälter werden vakuumisolierte Behälter für tiefkalt verflüssigte oxidierende Gase (Sauerstoff, Distickstoffoxid) und erstickende Gase (Argon, Helium, Kohlendioxid, Stickstoff) bezeichnet (siehe [Ziffer 12 „Weitere Bestimmungen“](#)).
- 2 Kryobehälter sind im Freien aufzustellen und dürfen sich nicht in Vertiefungen befinden.
- 3 Im Umkreis von 5 m um Kryobehälter mit oxidierenden Gasen müssen die Gebäudefasaden öfFnungslos und standfest sein sowie mindestens Feuerwiderstand EI 60 aus Baustoffen der RF1 aufweisen. In diesem Bereich sind keine brennbaren Materialien zugelassen. Der Abstand kann durch eine geeignete [Schimmmauer](#) reduziert werden.

4.3 Flüssiggas (LPG)

- 1 Flüssiggas (LPG) darf nicht in Untergeschossen gelagert werden.
- 2 Für die Lagerung und Verwendung von Flüssiggas gelten spezielle Anforderungen (siehe [Ziffer 12 „Weitere Bestimmungen“](#)).

4.4 Biogase

Für die Lagerung und Verwendung von Biogas gelten spezielle Anforderungen (siehe Ziffer 12 „Weitere Bestimmungen“).

4.5 Komprimiertes Erdgas (CNG) / Verflüssigtes Erdgas (LNG)

Für die Lagerung und Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und verflüssigtem Erdgas (LNG) gelten spezielle Anforderungen (siehe [Ziffer 12 „Weitere Bestimmungen“](#)).

Requirements during transportation

- ▲ Containers with stoppers or lids and carrying handles must be used.
- ▲ Never use household thermos flasks for the transportation of cryogenic liquefied gases. There is a risk that the container could burst.
- ▲ Cryogenic containers must always be transported in the intended position (do not turn them over).
- ▲ Only tested and approved containers may be transported.
- ▲ Particular attention must be paid to securing the load so that the containers cannot fall over or fall down.



Accidents in practice (overpressure)

The young (22-year-old) chef was trying to cook a molecular cuisine recipe and apparently disregarded any safety precautions. Suddenly, the container in which the young man had stored the liquid nitrogen exploded and tore off one of the chef's hands. The other hand also had to be amputated later in hospital due to the serious injuries sustained.

Berliner Morgenpost

Stickstoff-Unfall:

Koch verliert beide Hände

Berlin, 14.07.2009.

Ein Opfer der Elemente wurde der 22-jährige Martin E. aus Berlin, als er im Badezimmer seiner Freundin mit flüssigem Stickstoff experimentierte. Der junge Koch versuchte ein Rezept der Molekularküche nach zu kochen und verzichtete dabei anscheinend auf jegliche Sicherheitsvorkehrungen. Gestern gegen 23.20 Uhr explodierte das Behältnis, in dem der junge Mann den flüssigen Stickstoff aufbewahrt hatte und riss dem Koch eine Hand ab. Die andere Hand musste später im Krankenhaus auf Grund der schweren Verletzungen ebenfalls amputiert werden.

⇒ Obviously the young chef used a standard thermos flask!

Humanitas Research Hospital Milan, Italy

September 2021 - Two contractors died when attempting to make a liquid nitrogen delivery to a SOL cryogenic vessel located indoors within a hospital in Milan. According to an initial investigation, the two were hit by a gas leak while they were refilling a tank of liquid nitrogen, used in the university laboratories for the fire-fighting system.

The bodies of the two workers were found at the bottom of an open-air room, in a pit that contains the tank, while the tanker was placed next to the part of the tank that protrudes beyond the ground for nitrogen loading. One of the hypotheses is that the two workers went down to the room that contains the tank and were overcome by a nitrogen leak.

Requirements for transportation in elevators

- ▲ Cryogenic containers in elevators must always be transported unaccompanied.
- ▲ Attach the “Please do not board” warning sign in the lift cabin during transportation.
- ▲ Observe the EN ISO 21029-2 “Cryogenic containers” standard.



Handling cryogenic liquefied gases

EKAS 1871 Guideline Laboratory (July 2022)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Koordinationskommission
für Arbeitssicherheit EKAS

EKAS Richtlinie

Nr. 1871

Richtlinie Labor

vom 7. Juli 2022

Gesetzes- und Verordnungsänderungen berücksichtigt bis 1. Juni 2022

9.6 Druckgasflaschen

- ¹ Druckgasflaschen sind im Freien, an einer öffnungslosen Fassade mit Feuerwiderstand EI 60 oder in einem separaten, ausreichend gelüfteten Brandabschnitt mit Feuerwiderstand EI 60 zu lagern.
- ² Werden Druckgasflaschen innerhalb des Labors gelagert, so sind Sicherheitsschränke nach SN EN 14470-2 [64] einzusetzen.
- ³ Beim innerbetrieblichen Transport von Druckgasflaschen sind geeignete Hilfsmittel wie Gasflaschenwagen zu verwenden.

9.7 Tiefkalt verflüssigte Gase (Stickstoff)

Für den Transport von tiefkalt verflüssigten Gasen in Aufzügen ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und es sind die entsprechenden Massnahmen wie Mengenbegrenzung, Gefahrgutsteuerung zu treffen.

Measures to be taken during filling

- ▲ Only fill with an approved filling hose
- ▲ Check whether the hose is tightly connected to the container
- ▲ Fill slowly
- ▲ For small quantities, use small containers
- ▲ Only use equipment that is suitable for low temperatures
- ▲ Wear personal protective equipment
- ▲ Step out of the escaping gas jet!



Personal protective equipment



Accidents in practice (cold burns)

Cold burn during disassembly work. When the flange of the valve was opened, liquid, which presumably condensed again, dripped unexpectedly from the pipe and hit the employee on the trouser leg.

Duisburg, 22.10.2009



MMA star almost loses both legs after cold chamber horror 02.12.2020

Soaked socks with liquid oxygen after a burst pipe.

Handling cryogenic liquefied gases



Bei einem Unfall in einer Fleischfabrik im amerikanischen Bundesstaat Georgia sind mindestens sechs Menschen gestorben. Aus bislang unbekannter Ursache lief flüssiger Stickstoff aus.

Truck Bulk (14.12.2021)



Experiment



"Burn off/explode hydrogen" ⇒



Please follow the speaker's instructions!



Discussion/questions?



Foto auf



?

Feedback Seminar





Thank you for your attention.

Linde Gas Schweiz AG
Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Phone +41 79 158 66 71

patrick.rueegg@linde.com liprotect.lg.ch@linde.com www.linde.ch

LIPROTECT®
Sicherer Umgang mit Gasen



Neuer Name. Gemeinsam stärker.
PanGas heisst jetzt Linde.

NEU
LINDE

