

Kühleinrichtungen und Kälteanlagen

Sicherer Betrieb von Kohlendioxid-(CO₂)-Kälteanlagen

Handelsunternehmen sind zunehmend gezwungen, ihre vorhandenen Kälteanlagen durch neue, ökologisch nachhaltigere Modelle zu ersetzen. Grund ist das Inkrafttreten der weltweiten und damit auch der europäischen Bestimmungen zur schrittweisen Reduzierung von Kältemitteln mit hohem klimatischem Treibhauspotenzial, den sogenannten halogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (H-FCKW) oder den Fluorkohlenwasserstoffen (FKW, zum Beispiel R134a). Dadurch kommen vermehrt kohlendioxid-basierte Kälteanlagen zum Einsatz. Sie können durch ihre gute technische Anwendbarkeit sicher und effizient eingesetzt werden und bieten zudem eine nahezu ausgeglichene Treibhausbilanz bezogen auf 20 Jahre: Ihr Treibhauspotenzial (GWP) beträgt Faktor 1 – im Vergleich: R134a hat einen GWP-Faktor von 3700.

Gefährdungen

Kohlendioxid (CO₂) ist geruchlos und geschmacksneutral und kann deshalb nicht wahrgenommen werden. Es ist unbrennbar und ungiftig. Unsere Atemluft enthält mit etwa 0,04 Prozent einen sehr geringen Anteil dieses Gases. Steigt die Konzentration von CO₂ in der Atemluft, wird das Gas allerdings gefährlich – mit erheblichen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus.

Eine Gefährdung kann beispielsweise aus der mechanischen Beschädigung einer Kältemittelleitung resultieren – denkbar wäre der Totalverlust von etwa 5 kg CO₂ in einer durchschnittlich großen Kompaktkälteanlage in die Umgebung. Wie unterschiedlich sich das in einem Supermarkt durchschnittlicher Größe auswirkt, zeigen diese Beispiele:

- im Lager, Raumvolumen 750 m³ ⇒ 6,7 g CO₂/m³ ⇒ unkritisch
- in einer TK-Zelle, Raumvolumen 25 m³ ⇒ 200 g CO₂/m³ ⇒ kurzfristig tödlich



CO₂-Sensor in Bodennähe

Die Gefährlichkeit von Kohlendioxid ist anders zu bewerten als die der H-FKW-Kältemittel. Kohlendioxid wird im Blut gelöst und beeinträchtigt das Atemzentrum im Gehirn sowie die Sauerstoffaufnahme der roten Blutkörperchen. H-FKW-Kältemittel haben im Gegensatz dazu nur eine schwache Wirkung auf den Körper. Eine Konzentration in der Atemluft ab 6 Prozent wirkt narkotisch. Lebensgefährlich wird es meist erst bei etwa 20 Prozent aufgrund der Sauerstoffverdrängung.

Gefährdungen durch Kohlendioxid in der Atemluft	
Anteil Kohlendioxid (CO ₂) in der Atemluft	Gefährdungen und Auswirkungen auf den menschlichen Körper
0,5–1 Vol.-Prozent entspricht etwa 9–20 g/m ³	bei nur kurzzeitiger Exposition noch keine besonderen Beeinträchtigungen
2–3 Vol.-Prozent entsprechen etwa 35 bis 60 g/m ³	zunehmende Reizung des Atemzentrums mit Aktivierung der Atmung und Erhöhung der Pulsfrequenz
4–7 Vol.-Prozent entsprechen etwa 70–130 g/m ³	Verstärkung der vorgenannten Beschwerden; zusätzlich Durchblutungsprobleme im Gehirn, Schwindelgefühl, Brechreiz und Ohrensausen
8–10 Vol.-Prozent entsprechen etwa 140–180 g/m ³	Verstärkung der vorgenannten Beschwerden bis zu Krämpfen und Bewusstlosigkeit mit kurzfristig folgendem Tod
> 10 Vol.-Prozent	Tod tritt kurzfristig ein



Sicherheitshinweis

Als abschließende Bewertung der Gefährdung kann festgestellt werden: Kohlendioxid kann bereits bei sehr niedriger Konzentration gefährlich werden, ist aber nicht giftig. Als Kältemittel ist Kohlendioxid mit einem GWP von 1 als umweltfreundlich einzustufen. Es ist zudem nicht wassergefährdend, nicht brennbar und zersetzt sich auch in offenen Flammen nicht zu giftigen Stoffen.

Maßnahmen

Vor der Installation und Verwendung von Kälteanlagen muss eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Auf dieser Grundlage muss das Unternehmen geeignete Schutzmaßnahmen festlegen und umsetzen.

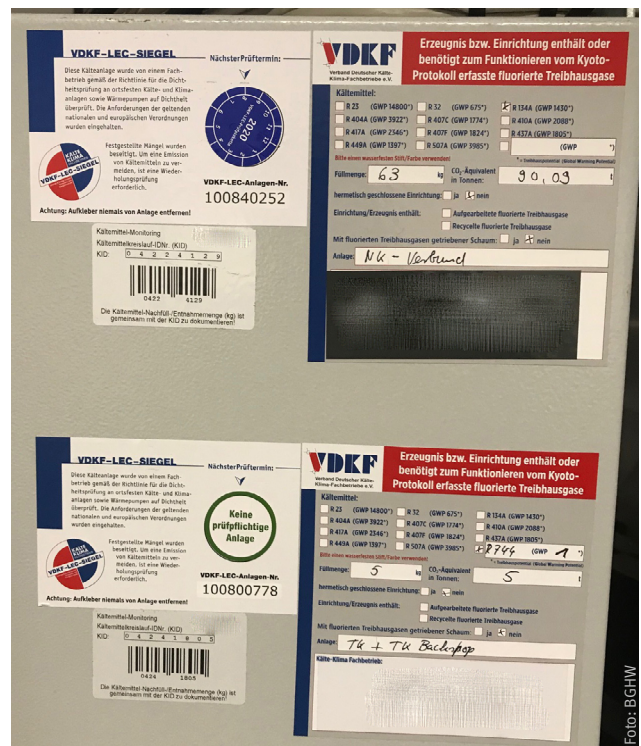
Technische Maßnahmen

- Maschinenraum oder Aufstellort der Kälteanlage ausreichend belüften, falls erforderlich mit zwangsweiser maschineller Belüftung.
- Optische und akustische Warnmelder installieren, die rechtzeitig einen erhöhten Anteil von Kohlendioxid in der Atemluft signalisieren. Die CO₂-Sensoren sind in Bodennähe anzuordnen, da Kohlendioxid schwerer ist als Luft.



Achtung: CO₂-Sensoren dürfen nicht mit Ware oder anderen Gegenständen so verstellt werden, dass ihre Messfunktion beeinträchtigt wird.

- Zusätzliche Notlüfter in Räumen installieren, in denen sich betriebsmäßig Menschen aufhalten. Diese Notlüfter blasen nach einer Havarie zusätzlich unbelastete Außenluft in die betroffenen Räume und senken so die Kohlendioxidkonzentration.



Prüfsiegel

- Hauptkomponenten der Anlage im Außenbereich oder in einem separat belüfteten Maschinenraum aufstellen. Falls dies nicht möglich ist, die maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge ermitteln: Wie viel CO₂ kann ein Raum aufnehmen, ohne dass die kritische Konzentration in der Atemluft erreicht wird.
- NOT-AUS Bedienknopf außerhalb des Gefahrenbereiches installieren, also außerhalb des Maschinenraumes im Zutrittsbereich

Weitere Maßnahmen

- Betriebsanweisung zum sicheren Betrieb von Kohlendioxid-Kälteanlagen erstellen
- Anlage und der Alarmsensorik regelmäßige auf sicheren Zustand prüfen
- Beschäftigte anhand der Betriebsanweisung regelmäßig im Umgang mit der Kälteanlage unterweisen
- Probealarm regelmäßig durchführen und geeignete Verhaltensregeln üben, falls erforderlich auch das Räumen der Betriebsstätte
- freien Zugang zu allen Bedienelementen gewährleisten
- Anlagenteile nicht verstellen
- Kurzbetriebsanleitung mit Hinweisen zur Ersten Hilfe gut sichtbar aufhängen



Weitere Informationen

- DGUV-Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- DGUV Regel 100-500, Kapitel 2.35: Betreiben von Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen
- DIN EN 378: Kälteanlagen und Wärmepumpen: Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen
- VDMA 24020: Betriebliche Anforderungen an Kälteanlagen