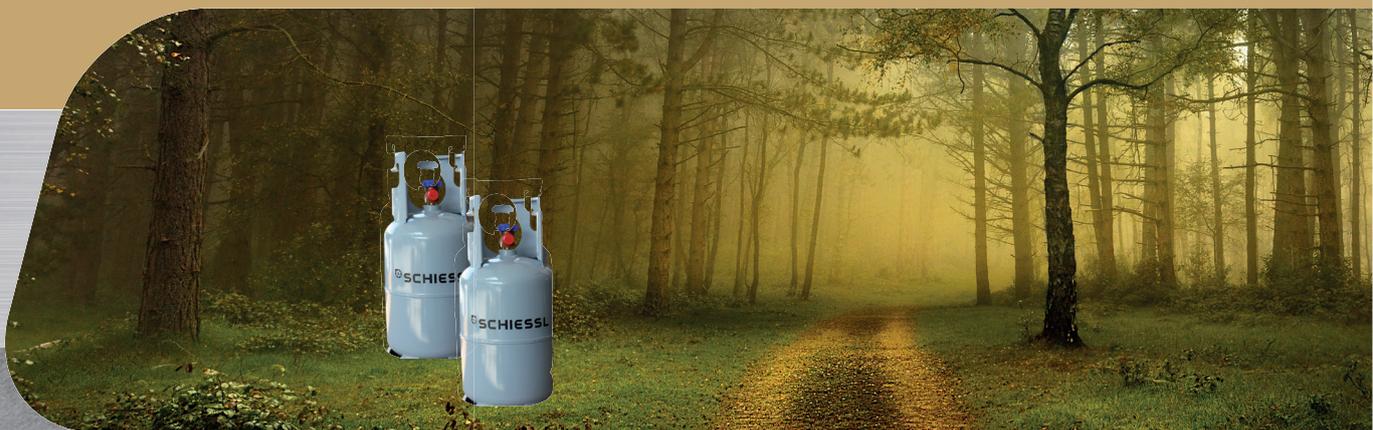




# SCHIESSL

Österreich 

## Schulungsunterlagen



**Mit uns behalten Sie den Überblick**

Thema 21:

**Umgang mit  
natürlichen Kältemitteln**

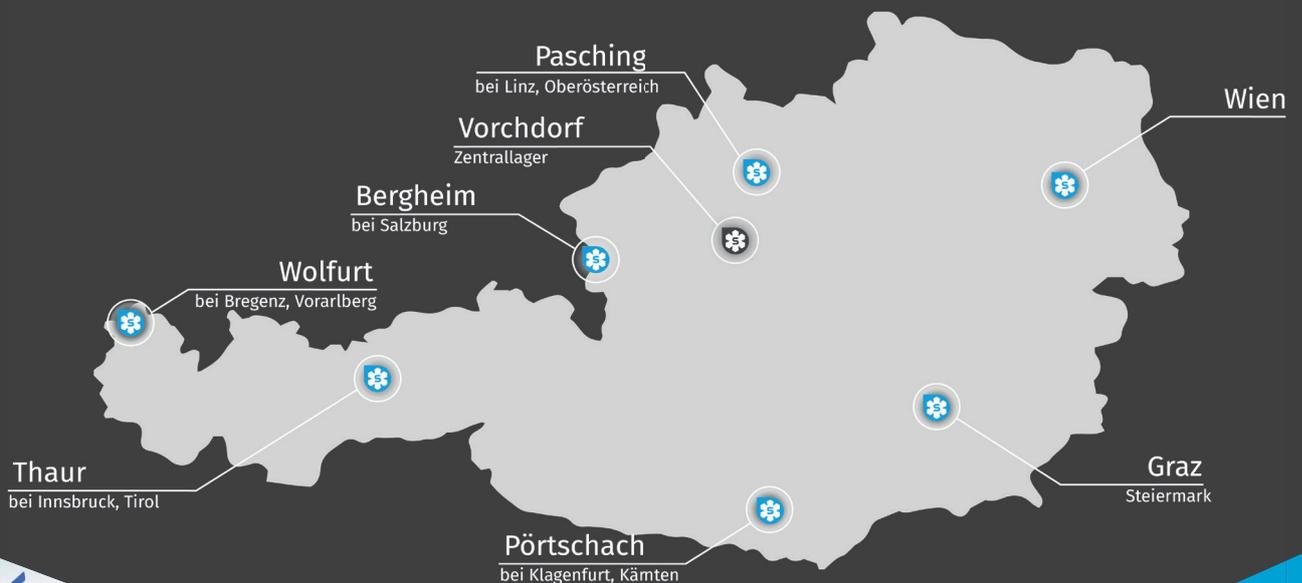
# SCHIESSL IST IHR KOMPETENTER **GROSSHÄNDLER** FÜR **KLIMA-, KÄLTETECHNIK & WÄRMEPUMPEN.**

Wenn es um Kälte-, Klima- & Wärmepumpentechnik geht, sind wir mehr als nur ein Großhändler – wir bieten vielfältige Serviceleistungen, sind engagiert und mit Herz dabei. Von der Konzeption bis zur Umsetzung stehen wir Ihnen in allen Bereichen der Kühlung und Klimatisierung zur Seite.

## UNSERE SERVICELEISTUNGEN:

- Schnittstellen zwischen Ihrer Warenwirtschaft und mySchiessl
- Ausgeprägte Kundenorientierung
- Fundierte technische Kompetenz
- Umfassende Projektbetreuung
- Gezielte Terminalieferungen
- Schulungen im Bereich Kälte, Klima & Wärmepumpen
- Inbetriebnahmen im Bereich Kälte-, Klima- & Wärmepumpentechnik
- Eigene Produktion für maßgefertigte Verbunde und Sonderanlagen

**8x in  
ÖSTERREICH**



Aus der Praxis  
für den  
Praktiker

## **Haftungsausschluss**

Diese Dokumentation ist ausschließlich für die Kursreihe "Aus der Praxis für den Praktiker" als Arbeitsunterlage bestimmt.

Sie hat keinen rechtlichen Bindungscharakter, sondern ist als praktische Unterstützung konzipiert.

Der Zweck besteht darin, den Teilnehmern und Teilnehmerinnen der Kursreihe bei der Vertiefung des vermittelten Stoffs behilflich zu sein und ist zur Nutzung außerhalb des Kurses nicht vorgesehen.

Die vorliegende Unterlage sollte nicht als Ersatz für die in der Literatur angegebenen und zitierten Quellen betrachtet werden.

Es ist leider nicht ausgeschlossen, dass sich in die Recherche Fehler oder Missinterpretationen eingeschlichen haben.

Daher können keine Gewährleistungen für die in dieser Unterlage enthaltenen Informationen übernommen werden.

Diese Publikation beansprucht weder absolute Richtigkeit noch Vollständigkeit.

In keinem Fall können Haftungsansprüche geltend gemacht werden.

Es wird keine Verantwortung für die Präzision und Brauchbarkeit der veröffentlichten Programme, Schaltungen, Bilder, Grafiken, Tabellen sowie anderer Anordnungen oder Anleitungen übernommen.

Ebenso sind keine Haftungsansprüche für mögliche direkte oder indirekte Schäden durch die Nutzung dieser Informationen vorgesehen.

Bodo Gaida

Wien, Dezember 2023

# Inhaltsverzeichnis

1.	Zukunft der Kältetechnik .....	4
1.1.	Phase Down .....	5
2.	Gefahrenkennzeichnung und Transport .....	7
2.1	Liste der gängigen Kältemittel .....	7
2.2	Flaschenkennzeichnung.....	8
2.3	Datenblatt.....	9
2.3.1.	Prävention von Bersten oder Entzünden:.....	10
2.3.2.	Verhalten bei Austritt oder Entzündung.....	10
2.3.3.	Lagerung und Entsorgung.....	10
2.3.4.	Erste Hilfe.....	10
2.3.5.	Verbrennungsprodukt .....	10
2.4	Transport von Gasen.....	11
2.4.1.	Die 1000-Punkte Regel .....	11
2.4.1.	Transportbedingungen .....	13
2.5	Zusammenfassung Gefahrenkennzeichnung und Transport .....	15
3.	Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln .....	17
3.1	Freigabeschein für brandgefährliche Tätigkeiten .....	17
3.1.2.	Art der Arbeit.....	17
3.1.3.	Freigabe .....	17
3.1.4.	Übernahmebestätigung.....	17
3.1.5.	Nachkontrolle .....	17
3.1.6.	Abschließendes zum Freigabeschein.....	18
3.1.7.	Übernahmebestätigung.....	18
3.2	Vorbereiten der Arbeitsstelle .....	19
3.2.1.	Schutzausrüstung .....	19
3.2.2.	Betreten des Raumes .....	20
3.3	Arbeiten an Kälteanlagen .....	21
3.3.1.	Routinetätigkeiten .....	21
3.3.2.	Arbeiten mit Flammen.....	25
3.3.3.	Fallbeispiel für Arbeiten mit Flammen .....	25
3.4	Zusammenfassung Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln .....	31
4.	Aufbau von Co <sup>2</sup> - Anlagen.....	33
4.1	Arbeiten an Co <sup>2</sup> -Anlagen .....	34
4.2	Schutzausrüstung für R744.....	35
4.3	Transport von R744 .....	35
4.4	Zusammenfassung Co <sup>2</sup> - Anlagen .....	36
5.	Recherchelinks und Bildmaterial .....	37

---

# Kapitel 1

## Zukunft der Kältetechnik

---

## 1. Zukunft der Kältetechnik

Im Jahr 2023 gab es eine Änderung der F-Gase Verordnung 517/2014. Dadurch werden Kältemittel mit einem hohen Treibhauspotential systematisch aus dem Verkehr gebracht und durch natürliche Kältemittel ersetzt. Hier kommen häufig brennbare Gase oder  $\text{CO}_2$  vor.

Unter folgenden Bedingungen dürfen Service und Reparaturen durchgeführt werden:

- militärische Anlagen
- keine Leistungsänderung der Anlage
- keine Erhöhung der vorgesehenen Füllmenge
- kein Ersetzen des Kältemittels durch eines mit höherem GWP

Auf Ansuchen einer kompetenten Autorität eines Mitgliedstaates steht es der Kommission frei, eine 4-jährige Ausnahme für das Inverkehrbringen von Produkten zu gewähren, wenn Sie entweder:

- für ein spezifisches Produkt oder seine Teile und Ausrüstung keine Ersatzmöglichkeit besteht, oder unüberwindbare technische oder Sicherheitsprobleme vorliegen oder
- die Umstellung auf klimaneutrale Alternativen unzumutbare Kosten erzeugen würde.

## 1.1. Phase Down

Ab dem genannten Datum dürfen Kompaktanlagen, die fluorierte Treibhausgase enthalten, nur noch in Umlauf gebracht werden, wenn sie der Aufrechterhaltung von Sicherheitsmaßnahmen dienen; dabei gilt eine Grenze von 750 GWP, falls die Sicherheitsmaßnahmen nicht durch Gase mit einem GWP von weniger als 150 erreicht werden können.	Anlage	Datum
	GWP von 150 oder mehr mit bis zu 12 kW Leistung	1 Jänner 2027
	GWP von 150 oder mehr mit zwischen 12kW und 50kW	1 Jänner 2027
	Fluorierte Treibhausgase mit einem GWP von 150 oder mehr	1 Jänner 2030
	Anlagen mit einer Leistung von bis zu 12 kW	1 Jänner 2032

Ab dem genannten Datum dürfen Chiller, die fluorierte Treibhausgase enthalten oder deren Funktion auf einem solchen Gas basiert, nicht mehr in Umlauf gebracht werden, es sei denn, sie dienen der Aufrechterhaltung von Sicherheitsmaßnahmen	Anlage	Datum
	GWP von 150 oder mehr mit bis zu 12 kW Leistung	1 Jänner 2027
	GWP von 750 oder mehr über 12 kW Leistung	1 Jänner 2027
	Fluorierte Treibhausgase bis zu 12 kW Leistung	1 Jänner 2032

Ab dem genannten Datum dürfen Split Klimaanlage und Wärmepumpen, die fluorierte Treibhausgase enthalten oder deren Funktion auf einem solchen Gas basiert, nicht mehr in Umlauf gebracht werden, es sei denn, sie dienen der Aufrechterhaltung von Sicherheitsmaßnahmen	Anlage	Datum
	Luft-Wasser Systeme mit GWP von 150 oder mehr mit bis zu 12 kW Leistung	1 Jänner 2027
	Luft-Luft Systeme mit GWP von 150 oder mehr mit bis zu 12 kW Leistung	1 Jänner 2029
	GWP von 750 oder mehr über 12 kW Leistung	1 Jänner 2029
	GWP von 150 oder mehr über 12 kW Leistung	1 Jänner 2033
	Anlagen mit einer Leistung von bis zu 12 kW	1 Jänner 2035

---

# Kapitel 2

## Gefahrenkennzeichnung und Transport von brennbaren Kältemitteln

---

## 2. Gefahrenkennzeichnung und Transport

Die Arbeit an Anlagen, die mit Kältemitteln der Gruppe A2L, A2 oder A3 befüllt sind, stellt eine größere Herausforderung dar als bei den bisher vorrangig verwendeten A1-Kältemitteln.

Um einen sicheren Arbeitsablauf zu gewährleisten, ist es unerlässlich sowohl die Arbeitsumgebung vorzubereiten als auch die Arbeitsschritte anzupassen.

Wie bei allen aktiven Tätigkeiten erfordert dies einen respektvollen Umgang mit der Materie.

In dieser Veranstaltung werden die grundlegenden Herausforderungen im Umgang mit brennbaren Gasen betrachtet, welches eine Hilfestellung für Ihr weiteres Arbeiten bieten soll.

### 2.1 Liste der gängigen Kältemittel

Kältemittel	Sicherheitsgruppe	GWP
R-32	A2L	675
R-717	B2L	0
R-1234yf	A2L	<1
R-1234ze	A2L	<1
R-290	A3	3
R-600	A3	4
R-600a	A3	3
R-1270	A3	2

Gering Toxisch (A)		Toxisch (B)	
A3	B3	Hohe Brennbarkeit (3)	
A2	B2	Leicht Entflammbar (2)	
A2L	B2L	Schwer Entflammbar (2L)	
A1	B1	Keine Brennbarkeit (1)	

## 2.2 Flaschenkennzeichnung

Bereits beim Empfang der Flasche kann durch die Kennzeichnung einige Informationen abgelesen werden.

Brennbare Gase sind stets mit einer Kennzeichnung versehen, die auf unterschiedliche Weisen erfolgen kann:

- Der Flaschenkopf ist Rot eingefärbt
- Die gesamte Flasche ist Rot eingefärbt
- Warnzeichen
- Aufschrift „Gefahrenstoff“



Abbildung 1 Brennbare Gasflasche

Im Fall von R32 ist die Flasche meistens der Kopf Rot und der Körper weiß.

Flaschen, die mit brennbaren Gasen gefüllt sind, haben immer ein Linksgewinde.

Auf der Flasche ist ebenfalls die Warnzeichen gemäß ISO 7010, die zusätzlichen Informationen über die Gefahren des Stoffes und der Verpackung angeben (siehe Abbildung 2).



## 2.3 Datenblatt

Bei der Übernahme der Flasche erhält man entweder ein Sicherheitsdatenblatt oder man hat die Möglichkeit, dieses vom Hersteller anzufordern. Alternativ können diese Informationen durch eine eigenständige Internetsuche in nahezu allen Fällen gefunden werden.

Folgende Auszüge aus einem derartigen Datenblatt können von Nutzen sein:

<b>Produktname</b>	<b>Difluormethan (R32)</b>
Chemische Formel	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
Physikalische Gefahr	Enthält Gas unter Druck, kann bei Erwärmung explodieren
Entzündbares Gas	Kategorie 1 H <sub>2</sub> 20: Extrem entzündliches Gas
Signalwort	Gefahr
Geeignetes Löschmittel	Wasserstrahl oder -nebel, Trockenes Pulver, Schaum
Ungeeignete Löschmittel	Kohlendioxid
Auszug aus dem Datenblatt Difluormethan (R32)	

Gefahrensymbole:	
	
Entflammbar	Gasflasche
Abbildung 3	

**2.3.1. Prävention von Bersten oder Entzünden:**

Die Flasche und die damit verbundenen Anlagenteile müssen vor heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen geschützt werden und Rauchen ist untersagt.

**2.3.2. Verhalten bei Austritt oder Entzündung**

Versuchen Sie nicht den Brand zu löschen, bis die Quelle der Undichtheit nicht beseitigt werden kann.  
Bei Verdacht auf Undichtheit, alle möglichen Zündquellen entfernen.

**2.3.3. Lagerung und Entsorgung**

An einem gut belüfteten Ort zu lagern, Entsorgung erfolgt über den Fachpartner.

**2.3.4. Erste Hilfe**

Im Falle eines Gasaustritts, der erstickend wirkt und dem Opfer möglicherweise nicht bewusst ist, muss die Rettung unter Verwendung einer Umluft unabhängigen Atemvorrichtung erfolgen.

Bei Augenkontakt sofort die Augen gründlich mit Wasser spülen, Kontaktlinsen entfernen, für mindestens 15 Minuten weiter spülen und bei Bedarf unverzüglich ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen. Falls keine ärztliche Hilfe verfügbar ist, sollte das Spülen für weitere 15 Minuten fortgesetzt und das Opfer in ein Krankenhaus gebracht werden.

Bei Hautkontakt besteht die Gefahr von Erfrierungen. Die betroffene Stelle sollte mindestens 15 Minuten lang mit Wasser gespült, steril abgedeckt und anschließend ärztliche Hilfe aufgesucht werden.

**2.3.5. Verbrennungsprodukt**

Folgende Stoffe können durch Einwirken von Feuer entstehen:  
Hydrogenfluorid, Kohlenstoffmonoxid, Carbonyldifluorid

## 2.4 Transport von Gasen

Beim Transport von Gasen, insbesondere im Fall von brennbaren Substanzen, sind folgende wichtigen Aspekte zu berücksichtigen:

- Einhaltung der 1000 Punkte Regel
- Transportbedingungen
- Schutzausrüstung



Abbildung 7 Alternativer Transport

### 2.4.1. Die 1000-Punkte Regel

Kältemittel	ADR-Klasse	ADR-Klassifizierungscode	UN-Nr.:	Multiplikationsfactor
R-32	2	2F	3252	3
R-717	2	2TC	1005	20
R-1234yf	2	2F	3161	3
R-1234ze	2	2A	3163	1
R-290	2	2F	1978	3
R-600	2	2F	2037	3
R-600a	2	2F	1969	3
R-1270	2	2F	1077	3

### Anwendung der 1000-Punkte Regel

Um zu überprüfen, ob die 1000-Punkte-Regel erfüllt ist, erstellt man zunächst eine Liste aller Gefahrenstoffe, die sich im Fahrzeug befinden. Dazu gehören auch unter Druck stehende Behälter mit Reinigungsmittel, Stickstoffflaschen, Lötgeräte, Schmiermittel usw.

Nachdem eine Liste aller Substanzen erstellt wurde, ist es erforderlich, die Gefahrenklasse jeder Substanz zu bestimmen. Hierfür kann das Sicherheitsdatenblatt herangezogen werden oder die Informationen können direkt aus der Kennzeichnung abgelesen werden.

Es existieren insgesamt folgende fünf Beförderungskategorien, mit jeweils unterschiedlichen Punktwerten:

Beförderungsklasse	Maximale Menge	Punkte pro Liter
0	0 Liter	Nicht zu transportieren
1	20 Liter <sup>1)</sup>	50
2	333 Liter	3
3	1000 Liter	1
4	Unendlich	0

Tabelle 1 1000-Punkte Tabelle

<sup>1)</sup> Ausnahmen sind UN-Nr. 0081, 0082, 0084, 0241, 0331, 0332, 0482, 1005 und 1017 hier gelten 20 Punkte pro Liter, also 50 Liter maximal

Nun ist es erforderlich, die Behälter zu wiegen und das TARA-Gewicht abzuziehen. Dadurch erhält man das Füllvolumen, welches mit dem Multiplikator der entsprechenden Beförderungsklassen multipliziert werden kann.

Angenommen, wird beispielsweise 20 Liter R-134a (Klasse 3), 10 Liter R-290 (Klasse 2) und 2 Liter R-717 (Klasse 1) im Fahrzeug mitgeführt, ergeben sich folgende Punkte:

Stoff	Menge in Liter	Beförderungsklasse	Multiplikator	Endpunkte
R-134a	20	3	1	$20 \cdot 1 = 20$
R-290	10	2	3	$10 \cdot 3 = 30$
R-717	2	1	20	$2 \cdot 20 = 40$
			Gesamt	90 Punkte

Tabelle 2 1000-Punkte Rechnung

Eine Ausnahme ist UN-Nr. 1005 (siehe Tabelle 1) und es werden nur 20 Punkte verrechnet.

### **2.4.1. Transportbedingungen**

Damit die Handwerkerbefreiung genutzt werden kann, müssen einige Grundbedingungen erfüllt sein. Diese beinhalten unter anderem Zweck der Fahrt, Schutzausrüstung und Sicherung der Ladung.

#### **2.4.2.1. Grundbedingungen**

Folgende 3 Faktoren sind zu erfüllen um die Handwerkerbefreiung zu nutzen:

- Das Verpackungsgebilde darf maximal 450 Liter enthalten, dies bedeutet entweder die Flasche oder der Behälter, indem die Flaschen stehen.
- Die Höchstmenge der 1000-Punkte Regel wurde nicht überschritten.
- Maßnahmen zur Sicherung der Ladung wurden getroffen.

#### **2.4.2.2. Zweck der Fahrt**

Die Handwerkerbefreiung gilt für das Mitführen von Gefahrgütern, die zum Ausführen der Tätigkeit des Handwerkes bei der Kundschaft nötig sind.

Dies gilt nicht für:

- Versorgungsfahrten z.B. Lieferunternehmen
- interne oder externe Versorgungsfahrten, also Zustellung von Gefahrenstoffen für andere Beschäftigte im Unternehmen
- Fahrten zum Zweck der Zwischenlagerungen
- Transport von Gefahrgütern der Klasse 7 (radioaktive Stoffe)

### 2.4.2.3. Schutzausrüstung

Im Fahrzeug sollte stets eine Grundausrüstung an Schutzausrüstung vorhanden sein.

Die folgende Ausrüstung sollte jederzeit griffbereit oder an einem Ort aufbewahrt werden, der auch im Falle eines Brandes sicher erreicht werden kann:

- ein Tragbarer 2-Kg-Feuerlöscher mit Plombierung und Datum der nächsten Überprüfung ist im Fahrerhaus und ein 2-Kg-Feuerlöscher im Fahrzeugraum zu lagern
- ab einer Höchstzulässigen Masse der Beförderungseinheit von >3,5 Tonnen bis 7,5 Tonnen muss im Fahrzeugraum ein 6-Kg-Feuerlöscher geführt werden.
- eine Funkenfreie Taschenlampe ist ebenfalls im Fahrerhaus mitzuführen
- ein Set Brandfeste Handschuhe ist zum eigenen Vorteil im Fahrerhaus aufzubewahren
- das Beförderungspapier sollte immer griffbereit liegen, um im Fall eines Brandes den Einsatzkräften die Kenndaten der Ladung mitteilen zu können

### 2.4.2.4. Sicherung der Ladung

Beim Transport von Gasflaschen muss sichergestellt werden, dass selbst bei einem schweren Autounfall ein unkontrolliertes Herausschleudern aus der Halterung verhindert wird.

Zur Gewährleistung dieser Sicherheitsmaßnahme sind verschiedene Punkte zu beachten:

- Die Flasche ist entweder in einer geeigneten Halterungsvorrichtung zu befestigen oder an mehreren Punkten gegen Verrutschen zu sichern.
- Werkzeuge oder andere Gegenstände, die im Falle eines Aufpralls die Außenhülle der Flasche beschädigen könnten, sind mit besonderer Vorsicht zu sichern.
- Es ist von Vorteil Gerätschaften wie Hartlötgeräte physisch von den Gasflaschen zu trennen.

## 2.5 Zusammenfassung Gefahrenkennzeichnung und Transport

Um dieses Kapitel zusammenzufassen:

- ✓ Gefahrenklasse durch Flaschenkennzeichnung oder Sicherheitsdatenblatt ermitteln
- ✓ Lagerung, Prävention von Schäden, Erste Hilfe und Löschmittel aus dem Datenblatt ermitteln
- ✓ Liste aller Gefahrenstoffe im Fahrzeug anfertigen
- ✓ Beförderungsklasse aller Gefahrenstoffe ermitteln und 1000-Punkte Regel ausrechnen
- ✓ Überprüfen, ob die geeigneten Feuerlöscher im Auto sind
- ✓ Schutzausrüstung überprüfen
- ✓ Transportbedingungen prüfen
- ✓ Ladung entsprechend den Vorschriften sichern
- ✓ Werkzeuge und andere potenzielle Gefahrenquellen sollten sicher verstaut werden. Lötgeräte, Sauerstoffflaschen oder andere entzündliche Stoffe sollten physisch von den zu transportierenden Flaschen getrennt werden

---

# Kapitel 3

## Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln

---

## 3. Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln

### 3.1 Freigabeschein für brandgefährliche Tätigkeiten

Bei Kundenankunft informiert man sich nach dem Ansprechpartner für Heißarbeiten und sollte von der zuständigen Person einen „Freigabeschein für brandgefährliche Tätigkeiten“ erhalten.

Dabei sind relevante Punkte zu beachten:

#### 3.1.1. Arbeitsbereich

Hier ist der Ort der Arbeiten anzugeben, entweder durch eine Raumnummer oder eine andere Identifikationsform.

#### 3.1.2. Art der Arbeit

Meistens werden Sie hier zb. Löten, Schneiden oder Trennschleifen angeben, dies ist wichtig aufgrund der notwendigen Nachkontrolle

#### 3.1.3. Freigabe

Hier wird das Datum und die Uhrzeit der Freigabe, besondere Vorkehrungen und das Abschalten bestimmter Brandmelder vermerkt. Die Freigabe erfordert die Unterschrift des Verantwortlichen.

#### 3.1.4. bernahmebesttigung

Der verantwortliche Techniker muss das Dokument unterzeichnen und sich damit verpflichten, alle darin festgelegten Anforderungen zu erfüllen.

#### 3.1.5. Nachkontrolle

Hier wird sowohl angegeben, wer für die Nachkontrolle verantwortlich ist als auch wie lange sie zu dauern hat.

### 3.1.6. Abschließendes zum Freigabebeschein

In bestimmten Fällen ist es erforderlich, ein zusätzliches Kontrollorgan für die Arbeiten hinzuzuziehen, insbesondere in industriellen Umgebungen oder in Chemikalienlagern.

Es ist der Name des Kontrollorgans anzugeben und die Information eingeholt, ob eine Nachkontrolle durch dieses durchgeführt wird.

### 3.1.7. Übernahmebestätigung

Damit die Übernahmebestätigung bedenkenlos unterzeichnen werden kann, empfiehlt es sich, die auf dem Freigabebeschein aufgeführten Anweisungen sorgfältig zu lesen und gegebenenfalls vom Ansprechpartner vor Ort erläutern zu lassen.

Dies umfasst mehrere wesentliche Punkte:

#### ***Vor Beginn der Arbeiten***

Wärmeleitung durch Wände
Schutzbereich freimachen
Abdecken nicht entfernbarer Teile
Schutzausrüstung
Etc.

#### ***Während der Arbeit***

Überwachung
Kühlen
Verhalten im Brandfall

#### ***Nach Beendigung der Arbeit***

Erneutes Kühlen
Nachkontrolle
Verschluss von Durchbrüchen
Einschalten der Brandmelder

### 3.2 Vorbereiten der Arbeitsstelle

In diesem Abschnitt werden die erforderlichen Schritte zur Durchführung allgemeiner Arbeiten betrachtet, wobei die gefährlichste Tätigkeit der Einsatz von Hartlötverfahren ist.

#### 3.2.1. Schutzausrüstung

Bei brennbaren Gasarbeiten, insbesondere in geschlossenen Räumen, ist das Tragen von hitze- und flammenresistenter Kleidung stets ratsam.

Bei Verdacht auf Leckagen wird dringend empfohlen, elektrostatisch ableitende Kleidung zu tragen, um Funkenbildung zu verhindern.

Diese Empfehlungen gelten selbstverständlich auch für Schuhe, Handschuhe und andere Arbeitsausrüstung.

	<b>A2L oder niedriger</b>	<b>A2 oder höher</b>
<i>Arbeitskleidung</i>	Flammenresistent	Elektrostatisch ableitend
<i>Handschuhe</i>	Standard	Elektrostatisch ableitend
<i>Schuhe</i>	S <sub>3</sub>	Elektrostatisch ableitend
<i>Mobiler Gasdetektor</i>	Immer	Immer
<i>Leckageerkennungsgerät</i>	Immer	Immer
<i>Schutzbrille</i>	Standard	Standard
<i>Wenn nötig Helm</i>	Standard	Elektrostatisch ableitend
<i>Funkenfreie Taschenlampe</i>	Immer	Immer

### 3.2.2. Betreten des Raumes

Wenn ein geschlossener Raum betreten wird, in dem sich die Arbeitsstelle befindet, sind zuerst einige Punkte abzuklären:

- Zwangsbelüftung
  - Maschinenräume mit Zwangsbelüftung müssen durch einen Türanschlag gekennzeichnet sein. Aktivieren Sie die Zwangsbelüftung etwa 10 Minuten vor dem Betreten des Raumes.
  
- Zusatzventilation
  - Bei unzureichender Belüftung verwenden Sie einen funkenfreien mobilen Ventilator, um den Raum effektiv mit Frischluft zu versorgen.
  
- Leckageerkennungsgesetz und mobiler Gasdetektor
  - Bringen Sie vor dem Betreten des Raumes Ihren mobilen Gasdetektor unter Kopfhöhe an der Kleidung an, kalibrieren Sie das Leckageerkennungsgesetz außerhalb des Maschinenraums und analysieren Sie beim Betreten die Bodenhöhe mit dem Gesetz, bei Kältemitteln die schwere sind als Luft.
  
- Aufbau im Raum
  - Halten Sie Werkzeuge und Flaschen von metallenen Oberflächen fern, um Funkenbildung zu vermeiden. Führen Sie elektrische Schaltstellen außerhalb des Arbeitsraums durch, insbesondere bei Tätigkeiten wie Füllen, Hartlöten oder im Falle von Undichtheiten.
  - Leiten Sie den Auslass von Vakuumpumpen nach draußen und bringen Sie bei Ableitung ins Gebäude ein deutlich sichtbares Warnschild an.

### 3.3 Arbeiten an Kälteanlagen

Im nächsten Abschnitt werden mehrere Szenarien für die Arbeit mit brennbaren Kältemitteln betrachtet.

#### 3.3.1. Routinetätigkeiten

Zu diesen Arbeiten gehören Dichtheitskontrollen, Absaugen oder Befüllen von Kältemitteln sowie das Anschließen an die Anlage zur Messung von Druckwerten.

Hier wird von einem geschlossenen Maschinenraum ausgegangen, der natürlich belüftet ist.

Bevor man sich überhaupt zu der Arbeitsstelle begeben kann, sollten zuerst einige Punkte abgeklärt werden:

- nächstgelegener Feueralarm
- nächstgelegener Feuerlöscher
- Fluchtweg
- Kontaktdaten des Brandschutzbeauftragten
- Vorhandensein eines Notaus im Maschinenraum
- Vorhandensein des Schaltkastens der Anlage im Maschinenraum
- Besteht Gefahr für die Umliegenden Räume, Lagerstätten, Lüftungen, etc.
- aktive Brandmelder die durch die Arbeiten auslösen könnten

Nun kann man mit den Vorbereitungen beginnen

## Vorbereitungen

### *Vor dem Betreten*

<i>Immer</i>	Taschenlampe funktionstüchtig
	Persönliches Gasetektor kalibrieren
	Leckageerkennungsgesät kalibrieren
	Warnhinweis anbringen
<i>Bei A2 oder höher</i>	
	Statisch ableitende Kleidung
	Statisch ableitende Ausrüstung
	Funkenquellen an der Eingangstür beseitigen
	Mobiltelefon oder ähnliches ausschalten

### *Während des Betretens*

<i>Immer</i>	Aus Gerüche und Geräusche achten
	Langsam in den Raum bewegen
	Leckagegerät nahe Boden verwenden
	Belüftung beurteilen
<i>Bei A2 oder höher</i>	
	Türe langsam öffnen
	Achten auf Zündquellen am Boden

### *Während der Arbeiten*

<i>Immer</i>	Anschlüsse auf Undichtheit prüfen
	Belüftung im Raum anpassen
	Elektrische Schaltstellen in sicherem Bereich
	Löscharbeiten vorbereiten
<i>Bei A2 oder höher</i>	
	Flasche erden
	Funkenfreies Handwerkzeug verwenden
	Auslässe von Vakuumpumpe ins freie leiten

### 3.3.1.1. Routinetätigkeiten zusammengefasst

- Aufgrund der Arbeit mit brennbaren Gasen müssen sowohl die generelle Erstickungsgefahr aller Gase als auch die erhöhte Brandgefahr berücksichtigt werden.
- Es wird empfohlen, Vorgänge oder Geräte, die Funken erzeugen können, in einem sicheren Umfeld aufzustellen. Daher ist es ratsam, stets eine Verlängerungsvorrichtung mitzuführen.
- Die Kennzeichnung des Arbeitsplatzes, um alle vor Ort befindlichen Personen auf die bestehende Gefahr aufmerksam zu machen.
- Der entscheidende Moment in der Arbeit ist das Betreten des Maschinenraums. Hier kann durch aufmerksame Wahrnehmung von Gerüchen oder verdächtigen Geräuschen unmittelbare Gefahren erkannt und darauf reagiert werden.
- Vor Arbeitsbeginn die Überprüfung des Sicherheitsdatenblatts für das erforderliche Löschverhalten des Stoffs. Herrichten der Löscheinrichtungen, einschließlich Lederhandschuhe, so, dass im schlimmsten Fall der Brand gelöscht oder zumindest eingedämmt werden kann, um sicher zu fliehen.
- Platzierung des Auslasses der Vakuumpumpe, beispielsweise am Fenster, und Achten auf die Umgebung, insbesondere mögliche Raucherplätze (auch inoffizielle), Funkenquellen oder Bereiche, in denen sich Gas ansammeln könnte.
- Bei Verdacht auf Undichtheiten ist eine sorgfältige Planung der Schritte unerlässlich. Priorität hat die Schaffung einer Raum-Belüftung und das systematische Absuchen von Bereichen, in denen sich Gas ansammeln könnte. Vor jeder Tätigkeit ist der Arbeitsplatz auf Gasansammlungen zu überprüfen dabei ist auf die Sicherheitsbestimmungen für den verwendeten Stoff zu achten.

- Beim Umgang mit A2L-Kältemitteln oder höheren Stufen empfiehlt es sich, Flaschen einzeln in den Maschinenraum zu transportieren und sie mit ausreichendem Abstand zueinander fern von heißen Oberflächen oder Zündquellen zu lagern.
- Leitende Oberflächen wie Gasflaschen sollten stets mit dem Potentialausgleich des Maschinenraums verbunden werden. Dazu ist eine geeignete Verbindungsklemme zu verwenden und sicherzustellen, dass die Verbindung fest ist. Im Notfall ist diese zusätzlich zu fixieren.
- Es ist besonders auf die Reinheit der Recyclingflaschen zu achten und dass für die Arbeiten nur vakuumierte Sortenreine Recyclingflaschen verwendet werden.
- Verwendung von ausschließlich Schnellanschlüsse beim Anschließen an eine mit Gas gefüllte Anlage. Dabei ist zu beachten, dass man trotz der Verwendung von Schnellanschlüssen dem Kältemittel ausgesetzt sein kann. Es wird daher empfohlen, geeignete Handschuhe zu tragen, die vor der nächsten Rauchpause abgenommen werden sollten.
- Nach Beendigung der Arbeit legen ist besonderen Wert auf die Dichtheitskontrolle und einen finalen Rundgang durch den Maschinenraum zu legen.
- Veranlassung des Wiedereinschaltens der Brandmelder und Unterzeichnung des Vorgangs der verantwortlichen Person. Eine Notiz des Namen der Ansprechperson sowie den zeitlichen Ablauf der Arbeiten für mögliche Rückfragen in die Unterlagen ist ratsam.

### **3.3.2. Arbeiten mit Flammen**

In diesem Abschnitt wird sich dem anspruchsvollsten Aufgabenbereich, nämlich dem Arbeiten mit offenen Flammen an Anlagen mit brennbaren Kältemitteln zugewendet.

Hinsichtlich Schutzausrüstung und Werkzeug kann man sich an den Routinetätigkeiten orientieren. Die wesentlichen Veränderungen ergeben sich vor allem in der Vorbereitung der Arbeitsstelle.

### **3.3.3. Fallbeispiel für Arbeiten mit Flammen**

In dem folgenden Beispiel wird ein Verdichter durch Hartlöten ausgetauscht.

Eckdaten: Die mit Kältemittel gefüllte Anlage befindet sich in einem belüfteten Maschinenraum mit mehreren Fenstern. Der Schaltkasten der Anlage und zwei Brandmelder befinden sich ebenfalls im Raum.

#### **3.3.3.1. Besichtigung des Raumes**

Wir betreten das Gebäude und treffen den Kunden an, dieser verweist uns auf den Zuständigen für die Freigabe der Heißarbeiten. Die zuständige Person besichtigt gemeinsam mit uns den Arbeitsraum und die nähere Umgebung.

Wir lassen uns den nächstgelegenen Feuealarm, die Position der Brandmelder und den nächstgelegenen Feuerlöscher zeigen. Dabei prüfen wir, ob der Feuerlöscher für das in unserem Sicherheitsdatenblatt genannte Gas geeignet ist. Anschließend inspizieren wir die angrenzenden Räume, um mögliche Gefahren bei einem Brand an unserem Arbeitsplatz zu bewerten.

Vor dem Betreten des Maschinenraums bringen wir unseren persönlichen Gasdetektor an und kalibrieren ihn sowie unser Leckageerkennungsgert. Anschließend betreten wir den Raum und stellen sicher, dass sich kein Gas darin befindet.

### 3.3.3.2. Freigabe

Nach einer positiven Besichtigung kehren wir mit der verantwortlichen Person an dessen Arbeitsplatz zurück und lassen uns die Freigabe für Heißarbeiten ausstellen.

Dabei werden uns alle Vorgaben erläutert, einschließlich der notwendigen Nachkontrolle.

Das Dokument wird der verantwortlichen Person unterzeichnet, die Informationen nehmen wir in unsere Dokumentation auf, bevor wir zum Auto gehen, um Material und Werkzeug zu holen.

### 3.3.3.3. Arbeitsplatzvorbereitung

Wir bringen Material und Werkzeug zum Maschinenraum, stellen es vorerst an der Tür ab. Nach Möglichkeit bringen wir einen Warnhinweis an, um auf die Gefahr der Arbeiten hinzuweisen.

Wir betreten den Raum unter Einhaltung der Sicherheitsvorgaben. Anschließend sorgen wir für eine angemessene Belüftung.

Wir prüfen die zu tauschende Anlage auf offensichtliche Beschädigungen oder Gefahren und überprüfen die Anschlüsse auf Dichtheit.

Wir beginnen nun unseren Aufbau:

- Wir beginnen mit dem Aufbau der Verschlauchung, verbinden unsere Monteurhilfe mit der Anlage, der Vakuumpumpe, dem Absolutvakuumeter, der Absaugstation und wiegen die Flasche ab.
- Bei Kältemitteln ab der Gefahrenklasse A2L wird von der Praktik des „Entlüftens“ abgeraten. Verwenden Sie stattdessen bitte Ihre Vakuumpumpe zur Reinigung der Verschlauchung.
- Wir konsultieren den Schaltplan der Anlage und nehmen sie gemäß den 5 Sicherheitsregeln außer Betrieb.
- Die Vakuumpumpe platzieren wir sicher mit dem Auslass am Fenster, unter Berücksichtigung von Wind und Umgebung.

- Die elektrische Schaltstelle von Vakuumpumpe und Absaugstation verlegen wir nach Möglichkeit vor die Tür, beispielsweise mittels einer schaltbaren Verlängerung. Es gilt ebenfalls zu prüfen ob unsere Arbeitsgeräte auch den Anforderungen für diesen Maschinenraum entsprechen.



Abbildung 8 Explosionsgeschützt

- Es liegt in der Verantwortung des vor Ort befindlichen Technikers zu entscheiden, ob die Ölheizung des Verdichters aktiviert werden soll. Dies kann Vorteile bieten, da die Heizung das Kältemittel aus dem Öl ausdampft.
- Nach Vorbereitung der Arbeitsstelle für eine schnelle und sichere Brandbekämpfung sowie Bereitstellung eines sicheren Fluchtwegs können wir mit der Arbeit beginnen.



Abbildung 9 Fluchtweg

### 3.3.3.4. Beginn der Arbeiten

Wir starten die Vorbereitungen für den Verdichtertausch.

Ein entscheidender Faktor ist, ob die Ölheizung des Verdichters genutzt werden kann, da dies den Prozess erheblich beschleunigt.

Wenn wir uns bei einer Anlage mit A2 Kältemittel oder höher befinden, empfiehlt sich hier ein Verbinden der Flaschen mit dem Potentialausgleich.

- Wir beginnen nun, das Kältemittel mithilfe der Absaugstation aus der Anlage in unsere Flasche zu füllen.
- Bei größeren Mengen beachten Sie bitte die Flaschenkühlung und überwachen Sie den Druck regelmäßig, es empfiehlt sich außerdem am Beginn der Arbeit, alle Anschlüsse und Verbindungen auf Dichtheit zu kontrollieren.
- Nach dem vollständigen Entfernen des Kältemittels aus der Anlage verschließen Sie die Flasche und beginnen mit dem Vakuumprozess.
- Es erfordert Aufmerksamkeit und Geduld, die letzten Kältemittelreste, insbesondere aus dem Öl, zu entfernen. Die Aktivierung der Ölheizung erleichtert diesen Prozess, andernfalls kann er je nach Verdichtergröße einige Zeit in Anspruch nehmen. Hinweise auf verbleibendes Kältemittel in der Anlage erhalten Sie, indem Sie den Boden des Verdichters, Sammlers und den gesamten Filtertrockners berühren. Solange sich das Gehäuse kalt anfühlt, besteht der Verdacht auf Kältemittel.
- Nachdem Sie sicher sind, dass sich kein Kältemittel mehr im System befindet, schließen Sie die Stickstoffflasche an.
- Lassen Sie Stickstoff leicht über Atmosphärendruck in das System strömen. Öffnen Sie anschließend das Kältesystem, damit der Stickstoff entweichen kann. Stellen Sie sicher, dass der Stickstoff definitiv durch die Arbeitsstelle im System fließt, und beachten Sie, dass trotzdem noch Kältemittel vorhanden sein kann, das Entweichen könnte. Nun erhöhen Sie den Druck systematisch, um das System zu spülen.

- Wenn Sie der Meinung sind, dass ihr System ausreichend gereinigt wurde, schließen Sie die Stickstoffflasche, und beginnen Sie den Aufbau ihrer Lötstation.
- Beim Aufbau der Lötstation ist zu beachten, dass der Fluchtweg nicht durch Material und Werkzeug blockiert wird. Stellen Sie sicher, dass Sie einen sicheren Arbeitsstand haben, um den alten Verdichter ohne Einschränkungen ausbauen zu können. Decken Sie die Umgebung ab, halten Sie einen metallenen Eimer bereit, um in Brand stehende Objekte sicher abzulegen, und sorgen Sie dafür, dass Feuerlöscher und Lederhandschuhe griffbereit sind. Das Hartlötgerät selbst sollte so platziert werden, dass es im Brandfall außerhalb der Gefahrenzone ist und bei der Flucht, wenn möglich mitgenommen werden kann.
- Nachdem Sie einen sicheren Stand und vollen Zugriff auf den Verdichter haben, öffnen Sie den Stickstoff vorsichtig, wenn Sie ihr Ohr ans Ende des Systems halten und einen leichten Druck wahrnehmen, kann dies bereits ausreichend sein.
- Beginnen Sie das Auslöten des Verdichters und achten Sie besonders darauf, wenn Sie den ersten Anschluss entfernen. Es besteht die Möglichkeit des Kontakts mit Öl oder Kältemittel, daher versuchen Sie, etwas versetzt vom Anschluss zu agieren, um nicht direkt in der Schusslinie zu sein.
- Nach erfolgreichem Entfernen des Verdichters und Montage des neuen Geräts, tauschen Sie, wenn mit dem Kunden vereinbart den Filtertrocken, kennzeichnen den alten Verdichter als brennbar und führen Sie die Nachkontrolle Ihrer Lötstellen durch.
- Nachdem Sie sicherstellen, dass Ihre Lötstellen ordentlich sind und diese ausgekühlt sind, führen Sie die Druckprobe gemäß den für Ihr System vorgesehenen Richtlinien durch.

- Bei Unsicherheit über die Dauer der Druckprobe konsultieren Sie bitte den Hersteller oder das Datenblatt. Eine Option wäre, die Anlage bis zum nächsten Tag unter Druck zu lassen. Falls Sie die Kältemittelflasche vor Ort lagern möchten, sichern Sie sich die schriftliche Einverständniserklärung des Zuständigen und beachten Sie besonders die sichere Lagerung der Flasche.
- Nachdem Sie ihre Druckprobe zufriedenstellend abgeschlossen haben, stellen Sie wieder die Ausgangs Verschlauchung her Vakuumieren Sie das gesamte System und die Verschlauchung bis zur Flasche.
- Positionieren Sie das Leckageerkennungsgerät an den Lötstellen und beginnen Sie, das Kältemittel in die Hochdruckseite einzulassen. Fahren Sie fort, bis entweder die Anlage vollständig befüllt ist oder sich kein Gas mehr bewegt. Falls die gesamte Füllmenge nicht in die Anlage passt, können Sie den Rest während des Betriebs in die Niederdruckseite bei halb geöffnetem Schlauchauslass einfüllen.
- Wenn die Anlage vollständig gefüllt wurde, nehmen Sie die Betriebsdaten der Anlage auf und suchen Sie die Anlage im Stillstand erneut mit ihrem Leckageerkennungsgerät ab.
- Wenn Sie sich nun sicher sind, dass die Anlage einwandfrei läuft und keine weiteren Leckagen vorhanden sind, beginnen Sie mit der Dokumentation und den Aufräumarbeiten.
- Als Verantwortlicher für die Nachkontrolle überwachen Sie die vorgegebene Zeit, um sicherzustellen, dass sich keine Brände aufgrund von Funken, Spänen oder anderen Brandquellen ausbreiten können und lassen sich am Ende das Wiedereinschalten der Brandmelder schriftlich bestätigen.

### 3.4 Zusammenfassung Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln

Um dieses Kapitel zusammenzufassen:

- ✓ Freigabebeschein für Heißarbeiten ausfertigen
- ✓ Raum mit Leckageerkennungsgerät absuchen
- ✓ Arbeitsstelle belüften und für Arbeiten vorbereiten
- ✓ Geeignete Schutzausrüstung auswählen
- ✓ Löscharbeiten sicherstellen
- ✓ Bei A2L oder höher Flasche erden
- ✓ Schaltstellen nach Möglichkeit vor dem Raum
- ✓ Warnhinweise anbringen
- ✓ Persönlichen Gasdetektor platzieren
- ✓ Anlage absaugen, Vakuumieren und mit Stickstoff spülen
- ✓ Unter Stickstoff Bauteile ein oder auslöten
- ✓ Druckprobe und Vakuum ziehen
- ✓ Dichtheitskontrolle
- ✓ Nachkontrolle und Dokumentation

---

# Kapitel 4

## Co<sup>2</sup> - Anlagen

---

## 4. Aufbau von Co<sup>2</sup> - Anlagen

Kälteanlagen mit CO<sub>2</sub> (R744) weisen im Vergleich zu herkömmlichen Kältesystemen einen modifizierten Aufbau auf, der einen Gaskühler anstelle eines Verflüssigers und oft eine Mitteldruckanhebung umfasst.

Der Unterschied besteht darin, dass CO<sub>2</sub> im transkritischen Bereich betrieben werden kann. Der transkritische Punkt von CO<sub>2</sub> liegt bei 73 Bar/31 °C. Wenn dieser Punkt überschritten wird, weist das gasförmige Kältemittel die gleiche Dichte wie das flüssige auf, und es erfolgt keine klare Trennung mehr zwischen den beiden Zuständen.

Das Kältemittel wird über den Gaskühler in ein Hochdruckventil geführt, das den Verflüssigungsdruck reguliert. Anschließend erfolgt die Einspeisung in ein Mitteldruckventil zur Druckerhöhung in der Saugleitung und in das Einspritzventil des Systems über den Sammler.

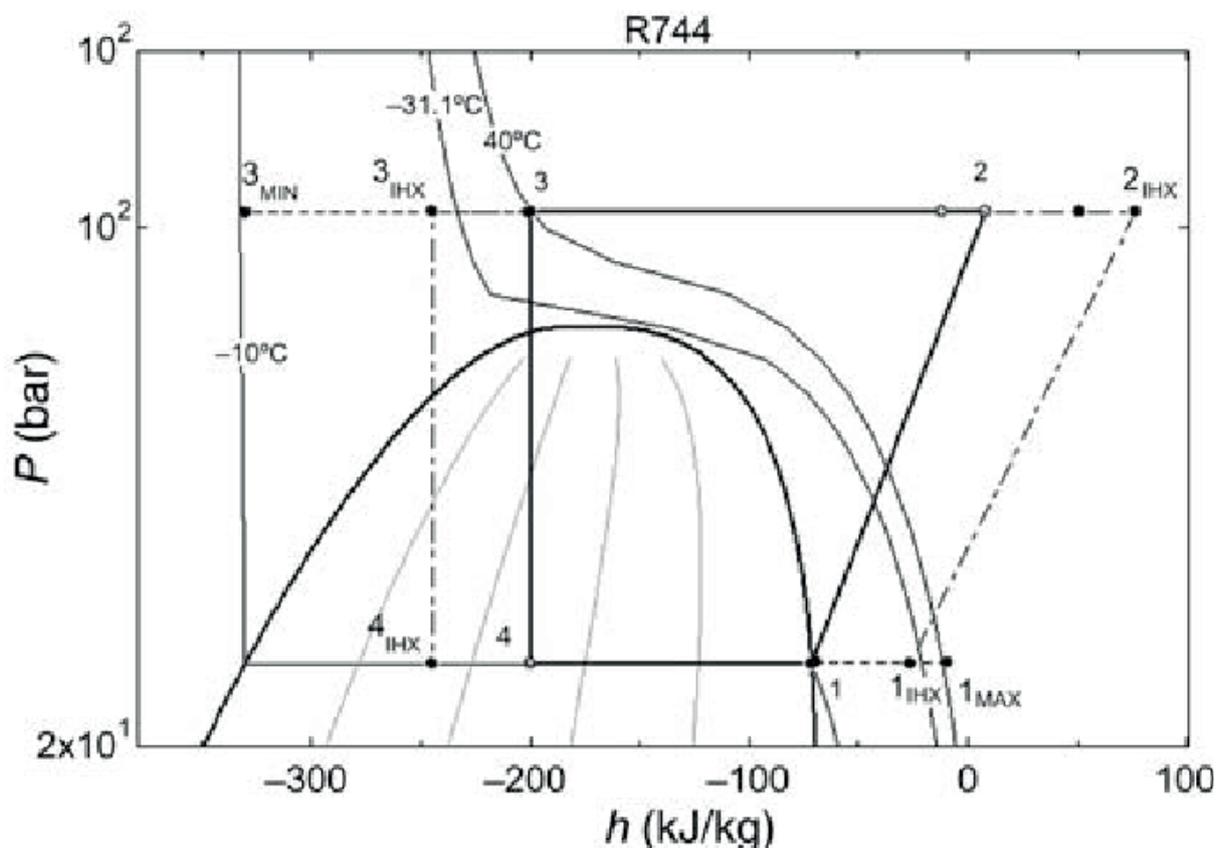


Abbildung 10 Transkritischer Co<sup>2</sup>-

## 4.1 Arbeiten an Co<sup>2</sup>-Anlagen

R744 zeichnet sich durch einen besonders hohen Arbeitsdruck aus, es ist deshalb von oberster Priorität nur Schutzausrüstung und Werkzeuge zu verwenden, die für die Arbeiten an derartigen Anlagen geeignet sind.

Bei Arbeiten mit Co<sup>2</sup> sind 2 Werte besonders hervorzuheben. Der kritische Punkt (73 Bar / 31 °C) an dem keine Trennung von flüssigem und gasförmigen Kältemittel mehr erfolgen kann und der Tripelpunkt (5,2 Bar / -56°C) bei dem Trockeneis entstehen kann.

Diese Werte sind entscheidend für Servicearbeiten. CO<sub>2</sub>-Anlagen können entweder transkritisch (über dem kritischen Punkt) oder subkritisch (unter dem kritischen Punkt) betrieben werden. Unter normalen Bedingungen sollte die subkritische Betriebsart einen höheren Leistungsgrad aufweisen und ist daher bevorzugt.

Wenn Sie R744 in eine Kälteanlagen einfüllen wollen, gibt es einige Punkte, die Sie beachten sollten:

- Nutzen Sie einen Druckminderer und entlüften Sie bei niedrigem Druck
- Nutzen Sie nur Verbindungselemente, wie Schläuche, Monteurhilfe und Adapter, die für Arbeiten mit R744 freigegeben sind.
- Erhöhen Sie immer erst den Druck in der Anlage mit gasförmigen Kältemittel bis Sie über den Tripelpunkt (5,2 Bar / -56°C) angestiegen sind und füllen Sie anschließend flüssig die Anlage.
- Erhöhen Sie den Druck über ihren Druckminderer Systematisch beim Füllen von flüssigem R744 um Druckausgleich zu vermeiden.

## 4.2 Schutzausrüstung für R744

- Beim Umgang mit R744 gelten die gleichen Sicherheitsvorschriften wie für andere Kältemittel.  
Tragen Sie stets Schutzbrille, Sicherheitshandschuhe und Sicherheitsschuhe während der Arbeiten.
- R744 ist nicht toxisch oder brennbar, dennoch wirkt es erstickend und aufgrund seines hohen Drucks stellt es eine Arbeitsplatzgefahr dar.  
Sichern Sie Ihren Arbeitsplatz großflächig ab und verwenden Sie dieselbe Sorgfalt wie beim Umgang mit brennbaren Kältemitteln.
- Für CO<sub>2</sub> besteht die Option, persönliche Gasdetektoren und Leckageerkennungsgesäte zu verwenden, was empfehlenswert ist. Die Arbeitskleidung muss in diesem Fall keine speziellen Anforderungen erfüllen, passt jedoch die Sicherheitsvorkehrungen den örtlichen Gegebenheiten an.

## 4.3 Transport von R744

Beim Transport von R744 ist besonders darauf zu achten, dass die Kältemittelflaschen selbst bei schweren Unfällen nicht aus der Halterung gelöst werden können. Die Schraubkappe sollte zusätzlich gesichert werden, um das Austreten von Gas bei einem Umfallen zu verhindern. In der näheren Umgebung der Flasche sollten sich keine Objekte befinden, die die Außenhülle durchdringen können.

## 4.4 Zusammenfassung Co<sup>2</sup> - Anlagen

Um dieses Kapitel zusammenzufassen:

- R744 weist einen extrem hohen Arbeitsdruck auf
- Anlagen können Subkritisch und Transkritisch betrieben werden
- beim Füllen den Druck mit gasförmigen Kältemittel über den Tripelpunkt legen
- flüssiges Mittel nicht sofort voll einfüllen, sondern Druck langsam erhöhen
- nur geeignete Verbindungsstücke wählen
- bei Arbeiten in geschlossenen Räumen besteht Erstickungsgefahr
- persönliches Gasdetektor bei allen Arbeiten und Transport verwenden
- Schraubkappe und Flasche sind beim Transport abzusichern
- Flasche wie gewohnt vor Erwärmung schützen

## 5. Recherchelinks und Bildmaterial

### Recherchelinks:

Gefahrguttransport auf der Straße

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544599>

F-Gase Verordnung

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST\\_14409\\_2023\\_INIT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST_14409_2023_INIT)

### Bildmaterial:

Abbildungen 1, 7, 8 und 9

<https://pixabay.com/>, No Copyright Platform

Abbildungen 2,3,4,5,6,10

<https://de.wikipedia.org>, Fair Use

# Notizen

# Notizen

# Notizen



[www.schiessl-kaelte.com](http://www.schiessl-kaelte.com)

[office@schiessl.at](mailto:office@schiessl.at)

- ▶ **BERGHEIM**, Plainbachstrasse 1
- ▶ **WIEN**, Biròstraße 9
- ▶ **PASCHING** bei Linz, Gewerbepark Wagram 6
- ▶ **GRAZ**, Kärntnerstraße 303
- ▶ **THAUR** bei Innsbruck, Römerstraße 14
- ▶ **PÖRTSCHACH** am Wörthersee, Gaisrückenstrasse 1
- ▶ **WOLFURT** bei Bregenz, Bahnhofstraße 10
- ▶ **VORCHDORF**, Gewerbestraße 5

☎ +43 (0) 662 455 777

☎ +43 (0) 180 48 502

☎ +43 (0) 722 963 050

☎ +43 (0) 316 685 744

☎ +43 (0) 522 344 677

☎ +43 (0) 427 245 302

☎ +43 (0) 557 420 868

☎ +43 (0) 662 455 777