

15  
09

# > Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln

*Wegleitung betreffend Bewilligungspflicht bei mehr als 3 kg  
in der Luft stabilen Kältemitteln*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU



15  
—  
09

# > Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln

*Wegleitung betreffend Bewilligungspflicht bei mehr als 3 kg  
in der Luft stabilen Kältemitteln*

*2. aktualisierte Ausgabe*

### Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BAFU veröffentlicht solche Vollzugshilfen (bisher oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Umwelt-Vollzug».

### Impressum

#### Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

#### Autoren

Arbeitsgruppe Bewilligung von Kälteanlagen

#### Vorsitz:

Bettina Hitzfeld, Bundesamt für Umwelt BAFU

#### Mitglieder:

Marcel Adam, Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS), Bern  
Rolf Beck, Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz, Bern  
Harald Bentlage, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern  
Urs Berger, Migros Genossenschaftsbund, Zürich  
Rudolf Braun, Kantonales Laboratorium BS, Basel  
Felix Burger, Schweizerischer Verein für Kältetechnik SVK/ASF  
Bertrand Dubey, Service de l'environnement et de l'énergie VD, Epalinges  
Robert Dumortier, Association Suisse du Froid ASF/SVK  
Ernst Furrer, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern  
Hans Götti, Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL), Bern  
Brigitte Grenacher, Kantonales Laboratorium BS, Basel  
Blaise Horisberger, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern  
Marcel Huber, Kantonales Laboratorium ZH, Zürich  
Urs Münger, CTA AG, Münsingen  
Günther Reiner<sup>1</sup>, SSP Kälteplaner AG, Rothenburg  
Fabrice Rognon, Bundesamt für Energie (BFE), Bern  
Gianni Ruchti, Sezione Protezione Aria, Acqua e Suolo TI, Bellinzona  
Beat Schmutz, Schweizerischer Verein für Kältetechnik SVK/ASF  
Max Wey<sup>2</sup>, Stelle für Chemikalien und Erzeugnisse LU, Luzern

<sup>1</sup> Leitung Untergruppe Bewilligungskriterien

<sup>2</sup> Leitung Untergruppe Bewilligungsverfahren

### Redaktion

Ernst Furrer, Harald Bentlage, Günther Reiner, Brigitte Grenacher

### Zitervorschlag

Furrer Ernst, Reiner Günther 2009: Bewilligung von Kälteanlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln. Wegleitung betreffend Bewilligungspflicht bei mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln. 2. aktualisierte Ausgabe. Umwelt-Vollzug Nr. 0915. Bundesamt für Umwelt, Bern. 52 S.

### Titelfoto

Transkritische CO<sub>2</sub>-Kälteanlage (Foto: Carrier)

### Bezug

BAFU  
Verlagsauslieferung  
CH-3003 Bern  
Fax +41 (0) 31 324 02 16  
docu@bafu.admin.ch  
[www.umwelt-schweiz.ch/uv-0915-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uv-0915-d)

### Bestellnummer:

UV-0915-D

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache erhältlich (UV-0915-F/I).

### Download PDF

[www.umwelt-schweiz.ch/uv-0915-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uv-0915-d)

© BAFU 2009

# > Inhalt

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>
<b>Vorwort</b>	<b>7</b>

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>9</b>
1.1	Bedeutung dieser Wegleitung	10
1.2	Rechtliche Grundlagen	10
1.3	Ziel und Umsetzung	12

<b>2</b>	<b>Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren</b>	<b>13</b>
2.1	Der Begriff «Stand der Technik»	13
2.2	Hauptelemente des Bewilligungsverfahrens	13
2.2.1	Klassifizierung	13
2.2.2	Auswahl von Kältemittel und Kreislauf	14
2.2.3	Begründung der Wahl eines in der Luft stabilen Kältemittels	15
2.3	Kältemittel: Bereiche mit besonderem Entwicklungspotenzial	16

<b>3</b>	<b>Verhinderung von Emissionen</b>	<b>17</b>
3.1	Minimierung der Kältemittelmenge (Kälte- bzw. Wärmeträgerkreisläufe)	17
3.2	Konstruktive Massnahmen	18

<b>4</b>	<b>Konkrete Hinweise zum Gesuchsformular</b>	<b>19</b>
----------	--	-----------

<b>Anhang</b>	<b>21</b>	
A1	Bundes- und Kantonale Fachstellen für Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln	21
A2	Übersicht über die wichtigsten Kältemittel	26
A3	Klassifizierung der Kälteanlagen	27
A4	Kältekreisläufe	32
A5	Systemkatalog	39
A6	Muster eines Gesuchsformulars	43
A7	Abschätzung der Sicherheit bei den natürlichen Kältemitteln Ammoniak und Kohlenwasserstoffe	48
A8	Kältemittel: Einsatzbereiche mit besonderem Entwicklungspotenzial	50



## > Abstracts

The construction of equipment for refrigeration, air conditioning and heat pumps containing more than 3 kg of refrigerants stable in the air – mainly hydrofluorocarbons (HFCs) – has been subject to licensing since 1 January 2004. A license is granted if, according to the current state of technology, no alternative substances or other technologies are available, and emissions are restricted as far as possible. This guide is intended to provide practical help for the implementation of licensing. It defines the current state of the art for different fields of application (trade, industry and air conditioning) with regard to environmental compatibility, energy efficiency, level of technological development, operational reliability, availability on the market, economic acceptability and safety of persons and of the environment. Since the state of the art is evolving, the guide is updated periodically.

Das Erstellen von Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln (v. a. Fluorkohlenwasserstoffe HFKW) unterliegt seit dem 1.1.2004 einer Bewilligungspflicht. Eine Bewilligung wird erteilt, wenn nach dem Stand der Technik keine Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren verfügbar sind und Emissionen so weit wie möglich vermieden werden. Die vorliegende Wegleitung ist eine praktische Hilfe zur Umsetzung dieser Bewilligungspflicht. Sie legt für die verschiedenen Anwendungsbereiche (Industrie-, Gewerbe- und Klimakälte) den Stand der Technik fest. Dieser umfasst die Umweltverträglichkeit, die Energieeffizienz, die technische Reife, die Betriebssicherheit, die Verfügbarkeit auf dem Markt, die wirtschaftliche Tragbarkeit und die Sicherheit von Personen und Umwelt in ihrer Gesamtheit. Da der Stand der Technik sich mit der Zeit ändert, wird die Wegleitung periodisch angepasst.

La construction d'installations de refroidissement, de climatisation et de pompes à chaleur contenant plus de 3 kg de fluides frigorigènes stables dans l'air (avant tout les hydrofluorocarbures HFC) est soumise à une procédure d'autorisation depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2004. Une autorisation est délivrée lorsque l'état de la technique ne connaît pas de substances ou de procédés de substitution et que les émissions sont évitées autant que possible. La présente directive est une aide pratique pour la mise en œuvre de cette autorisation obligatoire. Elle précise l'état de la technique pour les différents secteurs d'application (froid industriel, froid commercial et climatisation). Elle les définit en termes d'impact sur l'environnement, d'efficacité énergétique, de maturité industrielle, de sécurité de l'exploitation, de disponibilité sur le marché, de compatibilité économique et de sécurité des personnes et de l'environnement dans leur ensemble. Comme les techniques évoluent avec le temps, la directive sera périodiquement mise à jour.

**Keywords:**

license, synthetic greenhouse gases, refrigerants, HFCs, refrigeration, trade and industry, air conditioning, heat pumps, state of the art

**Stichwörter:**

Bewilligung, synthetische Treibhausgase, Kältemittel, HFKW, Kältetechnik, Klimatechnik, Wärmepumpen, Stand der Technik

**Mots-clés:**

autorisation, gaz synthétiques à effet de serre, frigorigène, réfrigérant, réfrigération, HFC, technique du froid, climatisation, pompe à chaleur, état de la technique

La messa in esercizio di impianti di refrigerazione, di climatizzazione e di pompe di calore contenenti più di 3 kg di prodotti refrigeranti stabili nell'aria (soprattutto gli idrofluorocarburi HFC) è soggetta dal 1° gennaio 2004 ad un obbligo di autorizzazione. L'autorizzazione viene rilasciata se, secondo lo stato della tecnica, non si conoscono sostanze o procedimenti alternativi e se si adottano tutte le misure possibili per prevenire le emissioni. Le presenti istruzioni, che intendono fornire un supporto pratico per l'attuazione dell'obbligo di autorizzazione, definiscono per i diversi campi d'applicazione (industria, artigianato e climatizzazione) l'attuale stato della tecnica, il quale include la compatibilità ambientale, l'efficienza energetica, il grado di maturità tecnica, la sicurezza operativa, la disponibilità sul mercato, la sostenibilità economica e la sicurezza delle persone e dell'ambiente nella sua globalità. Poiché tuttavia lo stato della tecnica si evolve nel tempo, anche le istruzioni verranno aggiornate periodicamente.

Parole chiave:

autorizzazione, gas sintetici ad effetto serra, prodotti refrigeranti, HFC, tecnica del freddo, tecnica della climatizzazione, pompe di calore, stato della tecnica

## > Vorwort

Die 2004 erstmals erschienene Wegleitung «Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln» wurde im Laufe des Jahres 2008 vollständig überarbeitet. Dabei wurde insbesondere der Systemkatalog neu beurteilt und an den aktuellen Stand der Technik angepasst.

In den meisten Kantonen steht ein elektronisches Bewilligungsverfahren PEBKA ([www.pebka.ch](http://www.pebka.ch)) zur Verfügung.

Die wichtigsten Änderungen in dieser 2. Ausgabe der Wegleitung sind folgende:

- > Die Liste der Fachstellen (Anhang A1) wurde aktualisiert.
- > In der Übersicht über die wichtigsten Kältemittel (Anhang A2) wurden neue Kältemittel aufgenommen und die Global Warming Potential (GWP)-Werte dem vierten Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) von 2007 entnommen. Dieser Bericht zeigt, dass die GWP-Werte höher sind als bisher angenommen. Der GWP-Grenzwert für die Entscheidung, ob ein Wärmeträgerkreislauf notwendig ist (Kapitel 3.1), wurde entsprechend angepasst.
- > In der Klassifizierung der Kälteanlagen (Anhang A3) wurde – in Abgrenzung zur Gewerbe und Industriekälte – genauer definiert, was unter der Klimakälte zu verstehen ist.
- > Die Schemata der Kältekreisläufe (Anhang A4) wurden mit den in der Gewerbe- und Industriekälte häufig verwendeten kombinierten Kreisläufen ergänzt. Sie erhielten auch einen eigenen Code um die Eingabe von zwei Gesuchen für die gleiche Anlage möglichst zu vermeiden.
- > Um zu definieren, was unter einer Kälteanlage, einer Kältemaschine und einem Kältekreislauf zu verstehen ist, wurden zwei Schemata mit Beispielen hinzugefügt (Anhänge A4a und A4b).
- > Im Systemkatalog (Anhang A5) wird als massgebende Kälteleistung für die Beurteilung, ob natürliche Kältemittel in sicherheitstechnisch günstigen Fällen einzusetzen sind, zukünftig nicht mehr die Einzelkälteleistung einer Kältemaschine zu Grunde gelegt, sondern die Gesamtkälteleistung der Anlage. Die Grenzwerte wurden deshalb – unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Tragbarkeit – entsprechend angehoben.
- > Für Kaltwasseranlagen der Klimakälte, die unter 8 Monate und weniger pro Jahr in Betrieb sind, gilt ein höherer Grenzwert als bei solchen mit mehr als 8 Monaten jährlicher Betriebsdauer.
- > In der Gewerbe- und Industriekälte wird berücksichtigt, dass mit CO<sub>2</sub> ein Kältemittel für die Tiefkühlung zur Verfügung steht, welches in den letzten Jahren in etlichen Anlagen seine Zuverlässigkeit unter Beweis gestellt hat und in Kombination mit der Pluskühlung (Kaskade) auch den Kriterien der wirtschaftlichen Tragbarkeit genügt.

Global Warming Potential

- 
- > Wärmepumpen für Geschäftsbauten (ohne Nah- oder Fernwärmeversorgung) wurden den Kältemaschinen für Kaltwasserkühlung und Kälte-trägerkühlung mit Gefrierschutzmitteln gleichgestellt.
  - > Das Gesuchsformular (Anhang A6) wurde den Änderungen der übrigen Kapitel angepasst.
  - > Das Diagramm zur Abschätzung der Sicherheit (Anhang A7, nur gültig für Ammoniak und Kohlenwasserstoffe, nicht für CO<sub>2</sub>) wurde mit der industriell genutzten Gewerbezone und der Aufstellung auf dem Dach ergänzt.
  - > Im Kapitel «Kältemittel: Einsatzbereiche mit besonderem Entwicklungspotenzial» (Anhang A8) wurde der zunehmenden Verwendung von CO<sub>2</sub> als Kältemittel und der relativ einfach möglichen Aufstellung von Kompaktkältemaschinen mit Kohlenwasserstoffen auf dem Dach Rechnung getragen.

Das BAFU dankt allen Personen, die zum Gelingen dieser Publikation in irgend einer Weise beigetragen haben.

Georg Karlaganis  
Chef der Abteilung Stoffe, Boden, Biotechnologie  
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

# 1 > Einleitung

In der Luft stabile Stoffe, auch synthetische Treibhausgase genannt (siehe Anhang A2), besitzen ein erhebliches Klima-Erwärmungspotenzial. Gelangen sie in die Umwelt, akkumulieren sie wegen ihrer hohen Stabilität in der Atmosphäre und verteilen sich über den ganzen Globus. Einige Vertreter dieser Stoffgruppe bilden bei ihrem langsamen Abbau in der Luft für die Umwelt problematische Abbaustoffe (z. B. Herbizide). Wegen ihrer Treibhauswirkung hat die internationale Staatengemeinschaft diese Stoffe in das Kyoto-Protokoll aufgenommen. In der Schweiz hat der Bundesrat mit der Änderung vom 30. April 2003 der Stoffverordnung (StoV) ein Massnahmenpaket zur Einschränkung dieser Stoffe beschlossen. Im Rahmen der Ausgestaltung des neuen Chemikalienrechts wurde es 2005 unverändert in die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) übernommen.

In der Luft stabile Stoffe

Sowohl international als auch national geht es bei der Regelung der in der Luft stabilen Stoffe nicht um ein totales Verbot wie bei den ozonschichtabbauenden Stoffen, sondern um eine Beschränkung der Anwendungen auf Bereiche, in denen nach dem Stand der Technik keine Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren vorhanden sind. Das vom Bundesrat mit der erwähnten Änderung der StoV beschlossene Massnahmenpaket umfasst alle Anwendungsbereiche der in der Luft stabilen Stoffe (Kältemittel, Spraydosen, Schaumstoffe, Hochspannungstechnik, Lösungsmittel, Löschmittel, etc.).

Das Massnahmenpaket zur Einschränkung der in der Luft stabilen Stoffe umfasst auch eine Reihe von verschiedenen Vorschriften über Kältemittel<sup>1</sup>, u.a.:

Einschränkung statt generelles Verbot

- > Bewilligungspflicht für das Erstellen von Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln; diese Bewilligungspflicht ist Gegenstand der vorliegenden Wegleitung (Anhang 2.10 Ziffer 3.3 ChemRRV).
- > Die Inhaber von Geräten oder Anlagen, die mehr als 3 kg Kältemittel enthalten, müssen dafür sorgen, dass für jedes Gerät und für jede Anlage ein Wartungsheft geführt wird (Anhang 2.10 Ziffer 3.5 ChemRRV)<sup>2</sup>.
- > Die Inhaber von Geräten oder Anlagen, die mehr als drei Kilogramm ozonschichtabbauende oder in der Luft stabile Kältemittel enthalten, müssen ihre Geräte und Anlagen regelmässig auf ihre Dichtigkeit überprüfen lassen (Anhang 2.10 Ziffer 3.4 ChemRRV)<sup>2</sup>.
- > Jede Inbetriebnahme oder Ausserbetriebnahme von Anlagen, die mehr als drei Kilogramm ozonschichtabbauende oder in der Luft stabile Kältemittel enthalten, muss vom Inhaber der zuständigen Behörde gemeldet werden. Auch bereits im Betrieb stehende Anlagen sind zu melden (Anhang 2.10 Ziffer 5 ChemRRV)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Übersicht über die wichtigsten Kältemittel: s. [Anhang A2](#)

<sup>2</sup> Siehe auch die «Wegleitung betreffend stationären Anlagen und Geräten mit Kältemitteln: Wartungsheft, Dichtigkeitskontrolle, Meldepflicht. Vollzug Umwelt, BAFU, Bern, zweite, aktualisierte Auflage, 2006

## 1.1 Bedeutung dieser Wegleitung

Die vorliegende Wegleitung richtet sich unmittelbar an die Vollzugsbehörden<sup>3</sup>, die über Gesuche um eine Bewilligung für das Erstellen von stationären Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln (siehe Anhang A2 dieser Wegleitung sowie Ziffer 3.3 Abs. 1 Anhang 2.10 ChemRRV) entscheiden. Es werden Kriterien definiert, nach denen beurteilt werden kann, ob die Anforderungen des Standes der Technik erfüllt sind. Andererseits kann diese Wegleitung mittelbar auch den Gesuchstellern für das Planen von Anlagen dienen. Folgen die Gesuchsteller den Angaben über den Stand der Technik, wissen sie, ob ein Gesuch nötig ist und nach welchen Kriterien das Gesuch gegebenenfalls beurteilt wird.

Der Stand der Technik (siehe Kapitel 2) wird von den Behörden in enger Zusammenarbeit mit den Fachbranchen anhand bestimmter Kriterien festgelegt und periodisch der Entwicklung angepasst. Erforderlichenfalls wird dann diese Wegleitung entsprechend aktualisiert. Die vorliegende Fassung bildet die erste solche Aktualisierung.

Stand der Technik

**Die nach Ziffer 3.3 Absatz 1 Anhang 2.10 ChemRRV erforderliche Bewilligung umfasst nicht auch Bewilligungen, die nach anderen Vorschriften, z. B. bau- oder energierechtlichen Erlassen, erforderlich sind.**

## 1.2 Rechtliche Grundlagen

Mit der Änderung der StoV vom 30. April 2003 hat der Bundesrat u.a. die am 1. Januar 2004 in Kraft getretene Bewilligungspflicht für stationäre Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln eingeführt (nunmehr Ziffer 3.3 Anhang 2.10 ChemRRV).

Bewilligungspflicht

Für industriell gefertigte Wärmepumpen mit einem dauerhaft geschlossenen Kältekreislauf, die für Wohnbauten bestimmt sind, tritt die Bewilligungspflicht am 1. Januar 2013 in Kraft (vgl. Ziffer 7 Absatz 5 Anhang 2.10 ChemRRV). Diese Wärmepumpen sind deshalb zur Zeit nicht im Systemkatalog enthalten.

Wärmepumpen

### Unter die Bewilligungspflicht fallen:

- > das Erstellen von Kälteanlagen und Wärmepumpen, die unabhängig von schon bestehenden Anlagen erstellt werden, von Ersatzanlagen für bereits bestehende Anlagen, und von transportablen Kunsteisbahnen.
- > der Umbau solcher Anlagen, welcher den Kälte erzeugenden Teil betrifft. «Umbau» umfasst Umrüstungen und Erweiterungen der Anlage, jedoch nicht einen Austausch des Kältemittels selbst.

<sup>3</sup> Liste der Bewilligungs- und Fachstellen: siehe [Anhang A1](#)

---

**Nicht unter die Bewilligungspflicht fallen:**

- > fest eingebaute, aber nicht mit einem Kälte- oder Wärmeverteilsystem (z. B. Rohrleitungen oder Kanäle) fest verbundene Klimageräte. Solche steckerfertigen Geräte gelten als Geräte und nicht als Anlagen (vgl. Anhang 2.10 Ziffer 1 Absatz 5 ChemRRV).
- > Die Umrüstung bestehender Anlagen auf ein dem Stand der Technik entsprechendes Kältemittel fällt nicht unter die Bewilligungspflicht, sofern der Kälte erzeugende Teil dabei nicht umgebaut wird. Austausch und Typ des neuen Kältemittels der Anlage sind bei derjenigen Stelle mitzuteilen, wo die Anlage gemeldet ist (Schweizerische Meldestelle für Kälteanlagen und Wärmepumpen SMKW, PEBKA, kantonale Behörde).

---

**Auszug aus Anhang 2.10 ChemRRV (SR 814.81; Stand April 2009)****1 Begriffe**

<sup>1</sup> Als Kältemittel gelten Stoffe oder Zubereitungen, die in Geräten oder Anlagen Wärme von einer tieferen auf eine höhere Temperatur transportieren.

<sup>3</sup> Als in der Luft stabile Kältemittel gelten Kältemittel, die in der Luft stabile Stoffe enthalten.

<sup>4</sup> Der Umbau des Kälte erzeugenden Teils bestehender Anlagen ist der Abgabe von Anlagen gleichgestellt.

<sup>5</sup> Fest eingebaute Klimageräte gelten als Geräte und nicht als Anlagen.

**3.3 Bewilligungspflicht für stationäre Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln**

<sup>1</sup> Das Erstellen von stationären Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln ist bewilligungspflichtig.

<sup>2</sup> Eine Bewilligung wird erteilt, wenn

- a. nach dem Stand der Technik keine Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren verfügbar sind; und
- b. die nach dem Stand der Technik verfügbaren Massnahmen zur Vermeidung von Emissionen getroffen worden sind.

<sup>3</sup> Bewilligungsbehörde ist:

- a. die zuständige Behörde des Kantons
- b. die zuständige Bundesbehörde für Anlagen nach Absatz 1, die dem Betrieb von Bauten oder Anlagen dienen, für deren Bewilligung der Bund zuständig ist; für die Mitwirkung des BAFU und der Kantone gilt Artikel 41 Absätze 2 und 4 des Umweltschutzgesetzes.

**7 Übergangsbestimmungen**

<sup>5</sup> Für industriell gefertigte Wärmepumpen mit einem dauerhaft geschlossenen Kältekreislauf bei Wohnbauten tritt die Bewilligungspflicht nach Ziffer 3.3 am 1. Januar 2013 in Kraft.

---

1.3

## Ziel und Umsetzung

Mit der Bewilligungspflicht für stationäre Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln soll erreicht werden, dass Kälteanlagen und Wärmepumpen in Zukunft – wenn immer möglich – nicht mehr mit in der Luft stabilen Kältemitteln betrieben werden.

- > Anlagen mit in der Luft stabilen Stoffen können nur dann bewilligt werden, wenn zum einen nach dem Stand der Technik keine Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren vorhanden sind (siehe Kapitel 2). Da sich der Stand der Technik dauernd weiter entwickelt, wird sich die Bewilligungspraxis dieser Entwicklung anpassen und schrittweise zu einer Verminderung der Einsatzgebiete und der Einsatzmengen der in der Luft stabilen Kältemittel führen.
- > Wenn nach dem Stand der Technik keine Alternativen zum Einsatz in der Luft stabiler Kältemittel bestehen, wird eine Anlage zum anderen nur dann bewilligt, wenn gezielt Massnahmen getroffen werden, mit denen Emissionen des Kältemittels während der ganzen Dauer des Betriebs der Anlage vermieden werden (siehe Kapitel 3).

## 2 > Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren

*Die Frage nach einem Ersatzstoff oder Ersatzverfahren wird nicht allein nach dem Kriterium der technischen Machbarkeit beurteilt. Vielmehr entsprechen Alternativen zu heute gängigen Systemen nach der ChemRRV nur dann dem Stand der Technik, wenn eine Reihe von Bedingungen als Gesamtheit berücksichtigt ist.*

### 2.1 Der Begriff «Stand der Technik»

Die Frage nach einem Ersatzstoff oder Ersatzverfahren wird nicht allein nach dem Kriterium der technischen Machbarkeit beurteilt. Vielmehr entsprechen Alternativen zu heute gängigen Systemen nach der ChemRRV nur dann dem Stand der Technik, wenn die nachstehenden Bedingungen als Gesamtheit berücksichtigt sind:

- > bessere Umweltverträglichkeit des Kältemittels,
- > vergleichbare oder bessere Energieeffizienz,
- > technische Machbarkeit erwiesen und erprobt,
- > Verfügbarkeit auf dem Markt gesichert,
- > wirtschaftliche Tragbarkeit gegeben,
- > Sicherheit gewährleistet.

Beurteilungskriterien

Mit dieser breiten Palette von Beurteilungskriterien wird verhindert, dass mit dem Umsteigen von einem System auf ein anderes das Problem nur verschoben, aber nicht gelöst wird. Da meistens mit keinem Kältemittel alle Kriterien maximal erfüllt werden können, sollte für jede Anwendung jene Kombination von Kältemittel, System und Komponenten eingesetzt werden, bei der die genannten Kriterien gesamthaft in bester Weise erfüllt werden.

Der Stand der Technik wird von den Behörden in enger Zusammenarbeit mit den Fachbranchen anhand bestimmter Kriterien festgelegt und periodisch überprüft.

### 2.2 Hauptelemente des Bewilligungsverfahrens

#### 2.2.1 Klassifizierung

Die Kältetechnik umfasst verschiedene Anwendungsgebiete mit sehr unterschiedlichen Anforderungen. Die Anlage, für die eine Bewilligung beantragt wird, muss zuerst anhand der «Klassifizierung der Kälteanlagen» (Anhang A3) einer Anwendung zugeordnet werden. Es werden die 4 grossen Anwendungsbereiche:

- > Wärmepumpen für Wohnbauten,
- > Klimakälte,
- > Gewerbekälte und
- > Industriekälte

unterschieden. Diese sind wiederum in Unterbereiche eingeteilt. Die Grenzen zwischen den Anwendungsbereichen sind nicht immer ganz scharf. Bei Anlagen, die verschiedenen Anwendungen zugeteilt werden können, ist jene Anwendung anzugeben, der sie am ehesten entsprechen.

## 2.2.2 Auswahl von Kältemittel (Systemkatalog) und Kreislauf

In Kälteanlagen und Wärmepumpen müssen natürliche Kältemittel eingesetzt werden, wenn im Vergleich zu Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln ein zumutbares Kosten/Ökonutzen-Verhältnis zu erwarten ist und eine Anlage nicht in einem sicherheitstechnisch problematischen Bereich platziert werden muss.

Die Kältekreislauftypen sind in Anhang A4 dargestellt (Direktverdampfung, Kälte-träger, Direktverflüssigung, Wärmeträger, Kaskaden-Kälteanlagen mit 2 Kreisläufen für tiefe Temperaturen, kombinierte Kreisläufe für die Gewerbekälte). Für die Klima- und Gewerbekälte wurden die Begriffe Kälteanlage, -maschine und -kreislauf definiert (Anhang A4a).

Ob eine Anlage in einem bestimmten Anwendungsbereich grundsätzlich mit natürlichem Kältemittel zu planen ist, wird anhand des Systemkatalogs (Anhang A5) festgestellt. Anhand der zutreffenden Kälteanwendung ist zu prüfen, ob ein natürliches Kältemittel eingesetzt werden kann. Wird im konkreten Fall kein natürliches Kältemittel eingesetzt, so muss dies im Gesuch begründet werden (siehe Kapitel 4, Hinweise zu Punkt 8 des Gesuchsformulars).

### Stand der Technik gemäss ChemRRV

Grundsätzlich muss immer anhand der Spalte «Stand der Technik gemäss ChemRRV» im Systemkatalog bestimmt werden, welches Kältemittel für den vorgesehenen Einsatzbereich zu verwenden ist. Sofern dort für eine Kälteanwendung mehrere Kältemittel aufgeführt sind, stehen verschiedene dem Stand der Technik entsprechende Anlagevarianten zur Auswahl.

Anlagen entsprechen dem Stand der Technik gemäss ChemRRV, wenn sie technisch ausgereift und optimiert sind und ein zumutbares Kosten/Ökonutzen-Verhältnis aufweisen. Es müssen in der Regel mindestens 5 derartige Anlagen seit mindestens zwei Jahren ohne wesentliche Störungen in der Schweiz in Betrieb sein.

Das Kosten/Ökonutzen-Verhältnis ergibt sich aus dem Vergleich einer umweltverträglicheren Alternative mit einer Referenzanlage in konventioneller Technik. Dabei werden die möglichen Mehrkosten der Alternative durch deren Ökonutzen dividiert.

Der Ökonutzen ist die Differenz zwischen dem TEWI<sup>4</sup> der Referenzvariante und dem tieferem TEWI der Alternative.

Bei der Erstellung des Systemkatalogs und der Entscheidungskriterien für Zwischenkreisläufe (siehe Kapitel 3.1) war das zumutbare Kosten/Ökonutzen-Verhältnis ein wesentlicher Faktor. Das Kosten/Ökonutzen-Verhältnis ist also für die typischen Anwendungsfälle bereits berechnet und in die Beurteilung des Standes der Technik einbezogen worden.

### **Mögliche Alternativen**

Wo im Systemkatalog unter «Mögliche Alternativen» auf eine Lösung mit natürlichem Kältemittel hingewiesen wird, kann auch diese gewählt werden. Eine solche Lösung ist aber noch nicht allgemein verbindlich. Entweder übersteigen die Mehrkosten für die erzielte TEWI-Verbesserung die zumutbare Höhe oder die Erfahrungen mit der neuen Technik sind noch ungenügend. Ein Anlagensystem wird in der Regel in der Spalte «Mögliche Alternativen» aufgeführt, wenn mindestens drei derartige Anlagen seit einem Jahr ohne wesentliche Störungen in Betrieb sind.

### **Bestimmung des Codes der beantragten Kälteanlage**

Der Systemkatalog sieht für bestimmte Anlagen einen dreiteiligen Code vor. Der erste Teil des Codes bezieht sich auf den Anwendungsbereich (Klassifizierung) der Anlage, der zweite Teil auf das Kältemittel und der dritte Teil auf den Kältekreislauf.

#### **2.2.3 Begründung der Wahl eines in der Luft stabilen Kältemittels**

Der Systemkatalog zeigt, ob heute nach dem Stand der Technik für eine bestimmte Anwendung grundsätzlich natürliche Kältemittel (Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, CO<sub>2</sub>) angewendet werden müssen. Anlagen mit brennbaren (Kohlenwasserstoffe) oder giftigen (Ammoniak) Kältemitteln können aber nicht an allen Standorten unter denselben Bedingungen erstellt werden. Deshalb müssen bei Anwendungsbereichen, für welche diese beiden Kältemittel grundsätzlich zur Verfügung stehen, zusätzlich auf den Aufstellungsort der konkreten Anlage bezogene Überlegungen zur Sicherheit angestellt werden. Als Hilfsmittel für die Abschätzung der Sicherheit bei Anlagen mit Kohlenwasserstoffen oder Ammoniak dient Anhang A7. Ergibt die standortspezifische Abschätzung, dass diese Kältemittel eingesetzt werden können, fällt die geplante Anlage unter die Kategorie «sicherheitstechnisch günstig». Ergibt die Abschätzung, dass diese Kältemittel «sicherheitstechnisch ungünstig» sind, müssen sie nicht eingesetzt werden.

<sup>4</sup> Der TEWI (Total Equivalent Warming Impact) umfasst – in äquivalente CO<sub>2</sub>-Emissionen umgerechnet – die Emissionen durch Kältemittelverluste, Kältemittel-Recycling sowie durch thermische Kraftwerke bei der Erzeugung des elektrischen Stroms zum Antrieb der Kältemaschinen.

2.3

**Kältemittel: Bereiche mit besonderem Entwicklungspotenzial**

Die Kältetechnik ist ein sehr vielfältiger Industriezweig. Der Stand der Technik ist nicht etwas Statisches. In verschiedenen Bereichen, in denen heute üblicherweise Systeme mit in der Luft stabilen Kältemitteln verwendet werden, sind Entwicklungen im Gange, die innerhalb weniger Jahre den Verzicht auf diese Kältemittel ermöglichen werden. Im Anhang A8 sind für die natürlichen Kältemittel diejenigen Anwendungsbereiche angeführt, in denen sich heute bereits eine Ablösung der in der Luft stabilen Kältemittel ankündigt.

Entwicklung und Ausblick

## 3 > Verhinderung von Emissionen

*Falls für eine neue Kälteanlage ein System mit einem in der Luft stabilen Kältemittel eingesetzt werden muss, ist besonders gut darauf zu achten, dass die Kältemittel-Emissionen möglichst klein gehalten werden. Dies kann einerseits dadurch erreicht werden, dass durch die Einrichtung von Zwischenkreisläufen die notwendige Kältemittelmenge reduziert wird. Andererseits können beim Bau der Anlage besondere konstruktive Massnahmen getroffen werden.*

### 3.1 Minimierung der Kältemittelmenge (Kälte- bzw. Wärmeträgerkreisläufe)

Bei Anlagen mit grösseren Kältemittelmengen kann das Risiko von Emissionen durch die Verwendung von Zwischenkreisläufen vermindert werden. Der Einsatz eines Kälte-träger- bzw. Wärmeträgerkreislaufs wird dann verlangt, wenn das Kosten/Ökonutzen-Verhältnis zumutbar bleibt.

#### Kälte-trägerkreislaut

Ein Kälte-trägerkreislaut ist für Kälteanlagen zur Luftkühlung mit in der Luft stabilen Kältemitteln dann notwendig, wenn die Anlagen eine Kälteleistung von mehr als 80 kW (bei Gewerkekälte zählen nur die Kälteverbraucher der Pluskühlung) und mindestens 3 Luftkühler im Kältekreislaut aufweisen. Nicht notwendig ist ein Kälte-trägerkreislaut bei Tiefkühlung.

Kälte-trägerkreislaut

#### Wärmeträgerkreislaut

Bei Anlagen mit einer Kälteleistung von mehr als 100 kW (bei Gewerkekälte zählen nur die Kälteverbraucher der Pluskühlung) ist ein Wärmeträgerkreislaut dann notwendig, wenn sie mit einer Aufstauregelung<sup>5</sup> ausgerüstet sind und ein Kältemittel mit einem GWP über 2000 (z. B. R404A, R410A, R413A oder R507A) verwendet wird.

Wärmeträgerkreislaut und GWP-Grenzwert

Bei Kältemitteln mit einem GWP über 4000 dürfen luftgekühlte Verflüssiger generell nicht eingesetzt werden.

<sup>5</sup> Eine «Aufstauregelung» ist ein Regelventil am Flüssigkeitsaustritt eines luftgekühlten Verflüssigers, das durch Aufstauen des Kältemittelkondensats die Wärmeübertragungsfläche reduziert und so im Winter verhindert, dass der Verflüssigungsdruck zu tief absinkt.

3.2

## Konstruktive Massnahmen

Damit die Bewilligung erteilt werden darf, wird der/die Gesuchsteller/in verpflichtet, dafür zu sorgen, dass die folgenden konstruktiven Massnahmen zur Verringerung der Kältemittlemissionen getroffen werden (vgl. Anhang 2.10 Ziffer 3.3 Abs. 2 Bst. b ChemRRV):

### Hermetisierung des Kältekreislaufes durch:

Hermetisierung

- > Einsatz von voll- und halbhermetischen Verdichtern,
- > Absperrventile nur mit Schutzkappen
- > pneumatische Regelventile immer mit Faltenbalg,
- > gelötete oder geschweisste Rohrleitungen
- > gelötete Anschlüsse von Schalt- und Regelgeräten, Filter-Trocknern, Schaugläsern und Expansionsventilen, soweit möglich
- > lösbare Verbindungen ausschliesslich geflanscht (keine Bördel, Verschraubungen nur in Ausnahmefällen z. B. Manometer)

**Einsatz von korrosionsbeständigen Werkstoffen** zur Verhinderung von Kältemittel-leckagen.

Werkstoffe

**Technische Überwachung** mit automatischer Alarmvorrichtung bei Anlagen ab 50 kg Kältemittelfüllung pro Kreislauf zur Früherkennung von Leckagen in der Luft. Überwacht wird der Maschinenraum. Bei Aussenaufstellung oder Aufstellung auf dem Dach wird das Kompressorgehäuse überwacht. Auf eine technische Überwachung der luftgekühlten Verflüssiger kann verzichtet werden.

Technische Überwachung

## 4 > Konkrete Hinweise zum Gesuchsformular

Ein Muster für ein Gesuchsformular (GF) findet sich in Anhang A6. Massgebend für ein konkretes Bewilligungsgesuch ist aber ausschliesslich das vom zuständigen Kanton oder von der zuständigen Bundesbehörde herausgegebene Formular. Dieses ist bei Bedarf bei den Vollzugsbehörden des Standortkantons der Anlage (vgl. Anhang A1) bzw. bei der zuständigen Bundesstelle anzufordern.

### zu GF 4) Kältemittel

Gesuchsformular (GF)

Entscheidend ist die Kältemittelmenge der gesamten beantragten Kälteanlage/Wärmepumpe. Im Falle der Erweiterung einer Anlage genügt die Angabe der Differenz zwischen der bisherigen und der zukünftigen Kältemittelmenge also nicht.

### zu GF 5) Art der Anlage

Eine **Anlage** besteht aus einem oder mehreren Kältemittel-Kreisläufen, welche der selben Kälte-Anwendung dienen. Ein Anlage kann aus einer oder mehreren Kältemaschinen bestehen. Als Kältemaschinen werden kompakt gebaute Kältemittel-Kreisläufe bezeichnet.

Als **Neuanlagen** gelten sowohl Anlagen, die unabhängig von einer eventuell schon bestehenden Anlage erstellt werden, wie auch **Ersatzanlagen**.

Bei einem **Umbau** wird der Kälte erzeugende Teil einer bestehenden Anlage umgebaut, um diesen z. B. auf den neuesten Stand der Technik zu bringen oder ihn anders zu nutzen.

Umbau und Erweiterung

«Umbau» umfasst gegebenenfalls auch Erweiterungen bestehender Anlagen.

Ob bei Umbauten einschliesslich Erweiterungen ein Kälte- oder Wärmeträger erforderlich ist, geht aus dem Systemkatalog hervor. Es ist dabei die Gesamtkälteleistung von bestehendem und neuem Teil massgebend.

Ein etappenweiser Ausbau oder eine dezentrale Kälteversorgung ist kein Argument, um einen vorgeschriebenen Einsatz von natürlichen Kältemitteln bzw. Kälte- oder Wärmeträgern zu umgehen.

### zu GF 6) Anwendung

Die verschiedenen Anwendungskategorien richten sich nach den Definitionen gemäss der «Klassifikation von Kälteanlagen», **Anhang A3**. Im Gesuchsformular ist unter Punkt 6) auch der nach Systemkatalog **Anhang A5** ermittelte Code für die Anlage

Klassifikation und Systemkatalog

einzutragen (siehe Kapitel 2.2.2). Entspricht eine geplante Anlage nicht genau einer im Systemkatalog aufgeführten Variante (z. B. ähnliches Kältemittel), ist der Code derjenigen Anlage einzufügen, welche der projektierten Anlage am ähnlichsten ist. Die Abweichung ist unter Punkt 11) «Bemerkungen» des Gesuchsformulars zu erläutern.

#### **zu GF 7) Technische Daten der Kälteanlage / Wärmepumpe**

Bei Anlagen mit mehreren Kältemittelkreisläufen (z. B. mehrere unabhängige Kältemaschinen) müssen die Daten für jeden dieser Kreisläufe separat angegeben sein.

#### **zu GF 8) Begründung für die Verwendung in der Luft stabiler Kältemittel (HFKW)**

Begründung

Falls für die vorgesehene Anlage im Systemkatalog Systeme mit natürlichen Kältemitteln vorgesehen sind, die aber sicherheitstechnisch ungünstig sind (Anhang A7), so ist eine detaillierte Begründung notwendig (vgl. Kap. 2.2.3). Ist die Auswahl vom Standort abhängig (z. B. wegen sicherheitstechnisch heikler, angrenzender Räume oder nahe gelegener Gebäude) ist dem Gesuch ein Grundriss- bzw. Situationsplan beizulegen.

# > Anhang

## A1 Fachstellen für Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung)

Stand: April 2009

**Tab. 1 > Fachstellen für Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln**

*Die Ausgabe von Bewilligungen ist für die meisten Kantone bzw. für das Fürstentum Liechtenstein via Internet möglich: [www.pebka.ch](http://www.pebka.ch)*

Kanton	Zuständige Behörde
AG	AVS Chemiesicherheit Obere Vorstadt 14 5000 Aarau Tel. 062/835 30 90 FAX 062/835 30 89 <a href="mailto:chemiesicherheit@ag.ch">chemiesicherheit@ag.ch</a>
AI	Bau- und Umweltschutzdepartement des Kantons Appenzell-Innerrhoden Amt für Umweltschutz Gäiser Strasse 8 9050 Appenzell Tel. 071/788 93 41 FAX 071/788 93 59
AR	Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden Abteilung Wasser und Stoffe Kasernenstrasse 17 9102 Herisau Tel. 071/353 65 35 FAX 071/353 65 36 <a href="mailto:afu@ar.ch">afu@ar.ch</a>
BE	Kantonales Laboratorium Bern Abteilung Umweltsicherheit / Protection de l'environnement Muesmattstrasse 19 Postfach 3000 Bern 9 Tel. 031/633 11 41 FAX 031/633 11 98 <a href="mailto:info.ugi.kl@gef.be.ch">info.ugi.kl@gef.be.ch</a>
BL	Amt für Umweltschutz und Energie des Kantons Basel-Landschaft Fachstelle Betriebe (Chemikalien) Rheinstrasse 29 4410 Liestal Tel. 061/552 55 05 FAX 061/552 69 84 <a href="mailto:stoffe@bl.ch">stoffe@bl.ch</a> <a href="http://www.chemikalien.bl.ch">www.chemikalien.bl.ch</a>

Kanton	Zuständige Behörde
BS	Kantonales Laboratorium Basel-Stadt Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit Kannenfeldstrasse 2 Postfach 4012 Basel Tel. 061/385 25 00 FAX 061/385 25 09 <a href="http://www.kantonslabor.bs.ch">www.kantonslabor.bs.ch</a>
FR	Service de l'environnement Route de la Fonderie 2 1700 Fribourg Tél. 026/305 37 60 FAX 026 /305 10 02
GE	Service du pharmacien cantonal Section des toxiques Av. de Beau-Séjour 24 1206 Genève Tél. 022/839 98 60 FAX 022/839 98 89 <a href="mailto:section.toxiques@etat.ge.ch">section.toxiques@etat.ge.ch</a> <a href="http://www.geneve.ch/pharmacien/welcome.html">www.geneve.ch/pharmacien/welcome.html</a>  <i>Pour les installations de climatisation et les pompes à chaleur ainsi que toutes installations de froid avec impact constructif:</i> Police des constructions rue David-Dufour 5 1211 Genève 8
GL	Departement Bau und Umwelt Abteilung Umweltschutz und Energie Kirchstrasse 2 CH-8750 Glarus Tel 055 646 64 66 FAX 055 646 64 58 <a href="mailto:afu@gl.ch">afu@gl.ch</a>
GR	Amt für Natur und Umwelt Gürtelstrasse 89 7000 Chur <a href="http://www.umwelt-gr.ch">www.umwelt-gr.ch</a> <a href="http://www.umwelt-gr.ch/tuga/index_kaelte.html">www.umwelt-gr.ch/tuga/index_kaelte.html</a>
JU	Office des eaux et de la protection de la nature (OEPN) Les Champs-Fallats 2882 St-Ursanne Tél. 032/420 48 00 FAX 032/420 48 11 <a href="mailto:oepn@jura.ch">oepn@jura.ch</a> <a href="http://www.jura.ch/epn">www.jura.ch/epn</a>  <i>Pour les pompes à chaleur à sonde géothermique, une demande d'autorisation de forage doit être adressée à l'OEPN.</i>

Kanton	Zuständige Behörde
LU	Fachstelle Chemikalien Meyerstrasse 20 Postfach 6002 Luzern Tel. 041/228 64 24 FAX 041/228 60 59 <a href="mailto:chemikalien@lu.ch">chemikalien@lu.ch</a> <a href="http://www.kantonsapothecker.lu.ch">www.kantonsapothecker.lu.ch</a>
NE	Service de la protection de l'environnement Rue du Tombet 24 Case postale 145 2034 Peseux Tél. 032/889 67 30 FAX 032/889 62 63 <a href="mailto:Service.ProtectionEnvironnement@ne.ch">Service.ProtectionEnvironnement@ne.ch</a> <a href="http://www.ne.ch/environnement">www.ne.ch/environnement</a>
NW	Laboratorium der Urkantone Giftinspektorat Föhneneichstrasse 15 Postfach 363 6440 Brunnen Tel. 041/825 41 41 FAX 041/825 41 40 <a href="mailto:info@laburk.ch">info@laburk.ch</a>
OW	Laboratorium der Urkantone Giftinspektorat Föhneneichstrasse 15 Postfach 363 6440 Brunnen Tel. 041/825 41 41 FAX 041/825 41 40 <a href="mailto:info@laburk.ch">info@laburk.ch</a>
SG	Kantonales Amt für Lebensmittelkontrolle (KAL) Abteilung Chemikalien Blarerstrasse 2 9001 St. Gallen Tel. 071/229 28 00 FAX 071/229 28 01 <a href="mailto:info@gd-kal.sg.ch">info@gd-kal.sg.ch</a> <a href="http://www.kal.ch">www.kal.ch</a>
SH	Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz (ALU) Fachbereich Stoffe, Boden, Abfälle Postfach 8201 Schaffhausen Tel 052/632 76 63 FAX 052/624 72 35 <a href="mailto:adolf.thalmann@ktsh.ch">adolf.thalmann@ktsh.ch</a> <a href="http://www.umweltschutz-sh.ch">www.umweltschutz-sh.ch</a>

Kanton	Zuständige Behörde
SO	Amt für Umwelt des Kantons Solothurn Abteilung Stoffe Fachstelle Gefahrstoffe Werkhofstrasse 5 4509 Solothurn Tel. 032/627 24 47 FAX 032/627 76 93 <a href="mailto:afu@bd.so.ch">afu@bd.so.ch</a>
SZ	Laboratorium der Urkantone Giftingspektorat Föhneneichstrasse 15 Postfach 363 6440 Brunnen Tel. 041/825 41 41 FAX 041/825 41 40 <a href="mailto:info@laburk.ch">info@laburk.ch</a>
TG	Kantonales Laboratorium Thurgau Spannerstrasse 20 8510 Frauenfeld Tel. 052/724 22 64 FAX 052/724 29 05 <a href="mailto:kantlab@tg.ch">kantlab@tg.ch</a> <a href="http://www.kantlab.tg.ch">www.kantlab.tg.ch</a>
TI	Dipartimento del Territorio Divisione dell'ambiente Sezione per la protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo Via Salvioni 2a 6501 Bellinzona Tel: 091/814 37 57 FAX 091/814 44 33 <a href="mailto:dt-spaas@ti.ch">dt-spaas@ti.ch</a>
UR	Laboratorium der Urkantone Giftingspektorat Föhneneichstrasse 15 Postfach 363 6440 Brunnen Tel. 041/825 41 41 FAX 041/825 41 40 <a href="mailto:info@laburk.ch">info@laburk.ch</a>
VD	Service de l'environnement et de l'énergie Chemin des Boveresses 155 1066 Epalinges Tél. 021/316 43 60 FAX 021/316 43 95 <a href="mailto:info.seven@vd.ch">info.seven@vd.ch</a>
VS	Service de la protection de l'environnement (SPE) Rue des Creusets 5 1950 Sion Tél. 027/606 31 85 (direct) Tél. 027/606 31 50 (secrétariat) FAX 027/606 31 99 <a href="mailto:guy.defayes@admin.vs.ch">guy.defayes@admin.vs.ch</a>  <i>Pour les PAC une autorisation pour les forages est nécessaire et doit être demandée au SPE:</i> Tél. 027/606 31 56 (PAC) <a href="mailto:frederic.zuber@admin.vs.ch">frederic.zuber@admin.vs.ch</a>

---

Kanton	Zuständige Behörde
ZG	Amt für Verbraucherschutz Chemikalienfachstelle Zugerstrasse 50 6312 Steinhausen Tel. 041/747 33 77 FAX 041/747 33 78 <a href="mailto:info.avs@gd.zg.ch">info.avs@gd.zg.ch</a>
ZH	AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Abteilung Abfallwirtschaft und Betriebe Walcheplatz 2 Postfach 8090 Zürich Tel. 043/259 32 41 <a href="mailto:roger.ernst@bd.zh.ch">roger.ernst@bd.zh.ch</a>
FL	Amt für Umweltschutz des Fürstentums Liechtenstein Abteilung Abfälle, Chemikalien Postfach 684 FL-9490 Vaduz Tel. 00423/236 61 91 FAX 00423/236 61 99 <a href="http://www.afu.llv.li">www.afu.llv.li</a>

---

## A2 Übersicht über die wichtigsten Kältemittel

**Tab. 2 > Klassifizierung der Kältemittel**

Liste nicht abschliessend

Verbotene Kältemittel	FCKW (chlorhaltig, perhalogeniert)		z. B. R11 R12 R502 R13B1	Bestehende Anlagen dürfen weiter betrieben, aber nicht mehr nachgefüllt werden. Für Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel: Meldepflicht, Wartungsheft und Dichtigkeitsprüfung.	
Service-Kältemittel	HFCKW (chlorhaltig, teilweise halogeniert)	Einstoff- Kältemittel	z. B. R22	Verbot für Neuanlagen, Erweiterungen und Umbauten. Bestehende Anlagen dürfen weiter betrieben und bis Ende 2009 nachgefüllt werden, mit recycelten Kältemitteln bis Ende 2014. Für Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel: Meldepflicht, Wartungsheft und Dichtigkeitsprüfung	
		Gemische (Blends)	überwiegend R22-haltig R401A (MP39) R402A (HP80) R402B (HP81) R408A (FX-10) R409A (FX-56)		
Kältemittel für neue Anlagen und Geräte	FKW / HFKW (chlorfrei)	Einstoff- Kältemittel	z. B.    GWP <sup>1</sup> R23    14800 R134a    1430 R125    3500 R143a    4470	Bewilligungspflicht für Neuerstellung, Erweiterungen und Umbauten von Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln.; Voraussetzung für eine Bewilligung: fehlende Alternativen mit natürlichen Kältemitteln. Für Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel: Meldepflicht, Wartungsheft und Dichtigkeitsprüfung.	
		Gemische (Blends)	z. B.    GWP <sup>2</sup> R404A    3980 R407A    2110 R407B    2800 R407C    1770 R407D    1630 R410A    2090 R413A    2050 R417A    2350 R422A    3140 R422D    2730 R427A    2140 R507A    3920		
	natürlich	Einstoff- Kältemittel	z. B. R170 Ethan R290 Propan R717 (NH <sub>3</sub> ) R718 (H <sub>2</sub> O) R744 (CO <sub>2</sub> ) R600a Isobutan R1270 Propen		Natürliche Kältemittel sind für Neuanlagen, Erweiterungen und Umbauten anzustreben. Nach ChemRRV keine Bewilli- gungspflicht und keine Meldepflicht für natürliche Kältemittel. Für Anlagen mit mehr als 3kg Kältemittel: Wartungsheft.
		Gemische (Blends)	z. B. R290/R600a R290/R170 R723 (DME/NH <sub>3</sub> )		

1 Zeithorizont 100 Jahre, Zahlenwerte aus IPCC IV (2007). Die GWP-Werte haben Toleranzen von bis zu ±35%. [www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm)

2 GWP-Werte für Gemische: nach jeweiligen Massenanteilen Reinstoff gewichtete Summen der GWP-Werte der Bestandteile nach IPCC IV (2007).

### A3 Klassifizierung der Kälteanlagen

Die Hauptklassifizierung erfolgt nach den Kältebranchen. Ausschlaggebend ist nicht das Kältemittel oder die Kälteleistung, sondern die Anwendung.

**Tab. 3 > Anwendungsbereiche von Kälteanlagen**

Anwendung	Beschreibung	Beispiele
Wärmepumpen für Wohnbauten	Wohnbauten ohne Fernwärmeversorgung	Ein- und Mehrfamilienhäuser
Klimakälte	Kälte für Raumklimatisierung	Geschäftsbauten
Gewerbekälte	Betriebe, die an Endkunden verkaufen	Bäckereien, Metzgereien, Restaurants, Hotels, Läden, Supermärkte
Industriekälte	Produktionsbetriebe	Grossbäckereien, Schlachthöfe, Chemische Industrie, Kunsteisbahnen

**Hinweise:**

- > Bei allen Anwendungen können **Wärmepumpen** (WP) eingesetzt werden. Dies ist für die Klassifikation aber unerheblich.
- > Alle Anwendungen werden in verschiedene Untergruppen eingeteilt.
- > Bei Anlagen, die verschiedenen Anwendungen zugeteilt werden können, ist jene Anwendung anzugeben, der sie am ehesten entsprechen.

Wärmepumpen

## Wärmepumpen für Wohnbauten

### Achtung:

*Wärmepumpen für Wohnbauten sind während einer Übergangsfrist (bis 31.12.2012) von der Bewilligungspflicht gemäss Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung für Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln ausgenommen. Wärmepumpen für Wohnbauten sind deshalb vorläufig im Systemkatalog (Anhang A5) nicht aufgeführt.*

Nicht zur Kategorie «Wärmepumpen für Wohnbauten» gerechnet werden Wärmepumpen für die Fernwärmeversorgung und Wärmepumpen zur Nutzung der Abwärme einer Kälteanlage.

Wärmepumpen für Wohnbauten werden auf Grund der **Wärmequelle**, welche sie nutzen, eingeteilt in:

**Tab. 4 > Wärmepumpen für Wohnbauten**

HWP.AW	Luft (air)-Wasser (water)-Wärmepumpen
HWP.AA	Luft (air)-Luft (air)-Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Direktverdampfung in den Luftkühlern oder</li> <li>• mit Wärmeträgern zwischen Wärmepumpe und Luftkühler (eher selten)</li> </ul>
HWP.WW	Wasser (water)-Wasser (water)-Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> <li>• WW-Wärmepumpen werden auch eingesetzt zur Wärmeentnahme aus Abwasser oder Prozesskühlung.</li> </ul>
HWP.BW	Sole (brine)-Wasser (water)-Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmepumpen mit vertikalen Erdsonden als Wärmequelle und Kälte-trägerkreislauf mit Glykol oder Klarwasser.</li> <li>• Wärmepumpen mit horizontalem Erdregister unter der Erdoberfläche.</li> </ul>

**Klimakälte**

In dieser Wegleitung werden unter dem Begriff «Klimakälte» Kältemaschinen verstanden, die der Klimatisierung (z. B. von Verkaufs- oder Büroräumen) dienen, und nicht zur Gewerbekälte (Produktionsbetrieb für Endkunden) oder Industriekälte (Produktionsbetrieb für Wiederverkäufer) gehören.

Klimakälte

Um der wirtschaftlichen Tragbarkeit Rechnung zu tragen, zählen bei der Kaltwasserkühlung nur Kältemaschinen zur Klimakälte, die saisonal in Betrieb sind. Als Mass für einen saisonalen Betrieb gilt eine Betriebszeit der Kältemaschine von max. 8 Monaten. An diese Zeit nicht anzurechnen sind Zeiten mit Freecooling-Betrieb (ohne Kältemaschine!) oder der Betrieb der Anlage als Wärmepumpe (Wärmebedarf steuert die Anlage, die anfallende Wärme wird ganz oder teilweise genutzt. Treffen diese Kriterien nicht zu, sind die Anlagen wie eine Industriekälteanlage zu beurteilen.

Die Kaltwassererzeugung über 8 Monate z. B. für Industrie- und Dienstleistungsbetriebe, wie Druckereien, Spritzguss- und Werkzeugmaschinen, grössere Banken- und Versicherungsgebäude fällt unter Industriekälte.

Die Kälteverdichter und -verflüssiger der Klimakälte werden bei kleineren Leistungen meist im Aussenbereich aufgestellt. Bei grösseren Leistungen wird durch Kältemaschinen Kaltwasser erzeugt und damit den Kälteverbrauchern zugeführt. Diese Kältemaschinen werden meist in einem Maschinenraum oder auf dem Dach aufgestellt.

Nach der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung nicht als Anlagen, sondern als Geräte gelten fest eingebaute steckerfertige Klimageräte, die nicht mit einem Kälte- oder Wärmeverteilsystem (z. B. Rohrleitungen oder Kanäle) fest verbunden sind.

Kunsteisbahnen wurden nicht in den Systemkatalog (Anhang A5) aufgenommen, da Standardbahnen in der Schweiz praktisch ausschliesslich mit R717 (NH<sub>3</sub>) ausgeführt werden. Werden kleinere, insbesondere transportable Eisbahnen mit einem Kälteträger realisiert, so sind sie wie die Anwendung K.KT unter Klimakälte zu behandeln. Transportable Kunsteisbahnen sind bei der ersten Aufstellung zu bewilligen und anzumelden.

Kunsteisbahnen

Klimakälteanlagen werden entsprechend ihren **Anlagentypen** in folgende Gruppen eingeteilt:

**Tab. 5 > Klimakälte**

K.KG	Klimageräte (Q <sub>o</sub> max. 300 kW), jedoch fest verbunden mit einem Kälte- oder Wärmeträgersystem, wie z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komfortklimageräte (z. B. Einzelraum oder Mehrraum-Anlagen, Klimaschränke, Entfeuchtungsanlagen)</li> <li>• Präzisionsklimageräte (z. B. für Laboratorien)</li> </ul>
K.KW 8	Kaltwassererzeugung, evtl. mit Abwärmenutzung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falls Kühlbetriebszeit 8 Monate im Jahr oder weniger, ansonsten fällt es in den Systemkatalog der Industriekälte</li> </ul>
K.KWWP	Wärmepumpen für Geschäftsbauten, evtl. mit Abwärmenutzung
K.KT	Kälteträgerkühlung mit Gefrierschutzmittel (inkl. transportable Kunsteisbahnen)
K.FWWP	Wärmepumpen für die Nah- und Fernwärmeversorgung

## Gewerbekälte

Als generelle Regel kann gelten, dass Gewerbekälteanwender direkt an die Endkunden verkaufen (öffentliche Verkaufsstelle auf Betriebsareal). So gilt z. B. auch ein Personalrestaurant in einem Industriebetrieb als Gewerbekälteanwender.

Gewerbekälte

Die Kühlung von Nahrungsmitteln bei Temperaturen über 0 °C wird als Pluskälte bezeichnet, das Gefrieren von Nahrungsmitteln bei Temperaturen unter –20 °C als Tiefkühlung.

Spezielle Anwendungen ausserhalb des Nahrungsmittelbereichs mit Temperaturen zwischen 0 und –20 °C sind entweder der Pluskälte oder der Tiefkühlung zuzuordnen. Massgebend ist, welcher Anwendung sie eher zuzurechnen sind (meistens Pluskälte).

**Tab. 6 > Gewerbekälte**

### Klein-Gewerbekälte

Anwendungsbeispiele: kleinere Verkaufsstellen des allgemeinen Detailhandels mit Verkaufsflächen unter 500 m<sup>2</sup>, Bäckereien, Metzgereien, Comestibles, Restaurants, Bars, Küchen, Tankstellenshops usw.

Gk.PK	Klein-Gewerbekälte – Pluskälte (Q <sub>o</sub> = 0,5–15 kW)
Gk.TK	Klein-Gewerbekälte – Tiefkühlung (Q <sub>o</sub> = 0,5–5 kW)
Gk.Ko	Klein-Gewerbekälte – Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Q <sub>o</sub> wie PK)

### Mittlere Gewerbekälte

Anwendungsbeispiele: mittlere Verkaufsstellen des Detailhandels mit Verkaufsflächen zwischen 500 und 1000 m<sup>2</sup>, Grossküchen, gewerbliche Bäckereien und Metzgereien, Lagerhallen sowie mittlere Eiswasseranlagen usw.

Gm.PK	Mittlere Gewerbekälte – Pluskälte (Q <sub>o</sub> = 15–80 kW)
Gm.TK	Mittlere Gewerbekälte – Tiefkühlung (Q <sub>o</sub> = 5–30 kW)
Gm.Ko	Mittlere Gewerbekälte – Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Q <sub>o</sub> wie PK)

### Gross-Gewerbekälte

Anwendungsbeispiele: grosse Verkaufsstellen des Detailhandels mit Verkaufsflächen über 1000 m<sup>2</sup>, Lagerkühlräume sowie grössere Eiswasseranlagen usw.

Gg.PK	Gross-Gewerbekälte – Pluskälte (Q <sub>o</sub> ab 80 kW)
Gg.TK	Gross-Gewerbekälte – Tiefkühlung (Q <sub>o</sub> ab 30 kW)
Gg.Ko	Gross-Gewerbekälte – Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Q <sub>o</sub> wie PK)

**Industriekälte**

Als generelle Regel kann gelten, dass Industriekälteanwender nicht direkt an die Endkunden, sondern an Zwischenhändler verkaufen.

Industriekälte

Die Kühlung von Nahrungsmitteln bei Temperaturen über 0 °C wird als Pluskälte bezeichnet, das Gefrieren von Nahrungsmitteln bei Temperaturen unter –20 °C als Tiefkühlung.

Spezielle Anwendungen ausserhalb des Nahrungsmittelbereichs mit Temperaturen zwischen 0 und –20 °C sind entweder der Pluskälte oder der Tiefkühlung zuzuordnen. Massgebend ist, welcher Anwendung sie eher zuzurechnen sind (meistens Pluskälte).

**Tab. 7 > Industriekälte**

**Nahrungsmittelindustrie**

Na.PK	Pluskälte (nur für Vor-Ort installierte Anlagen)
Na.TK	Tiefkühlung, Froster
Na.Ko	Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Oo wie PK)
Na.EW	Eiswasserkühlung und -speicherung
Na.KT	Getränkekühlung mit Kälte Träger

**Chemische Industrie und andere**

Ch.KW	Kaltwasserkühlung / Wärmepumpen (für Temperaturen bis ca. +5 °C)
Ch.KT	Kälte Träger kühlung (für Temperaturen über ca. –40 °C) (ohne Kaskaden-Kälteanlagen für Kälte Träger kühlung)
Ch.KTT	Kälte Träger tiefkühlung (für Temperaturen unter ca. –40 °C) z. B. Kaskadenkälteanlagen, welche aus zwei hintereinander geschalteten Kälte kreisläufen mit verschiedenen Kälte mitteln bestehen, damit die Anlage auf der Niederdruckseite nicht im Vakuum arbeitet und eine bessere Energieeffizienz erzielt werden kann
Ch.EE	Eiserzeugung z.B Scherbeneiserzeuger

**Kunsteisbahnen**

	> siehe unter Klimakälte
--	--------------------------

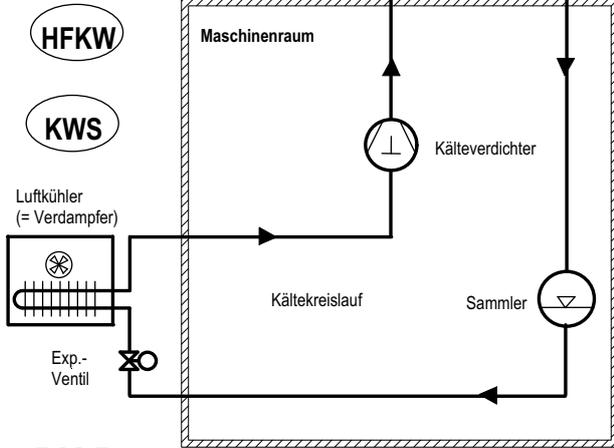
A4

**Kältekreisläufe**

**Kältekreisläufe I (einfache)**

**Direktverflüssigung  
Direktverdampfung**

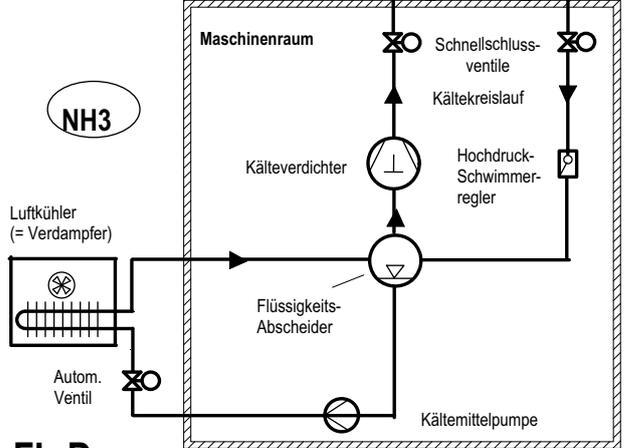
Abwärmenutzung und  
luftgekühlter  
Verflüssiger



**DX-D**

**Direktverflüssigung  
Direktverdampfung**

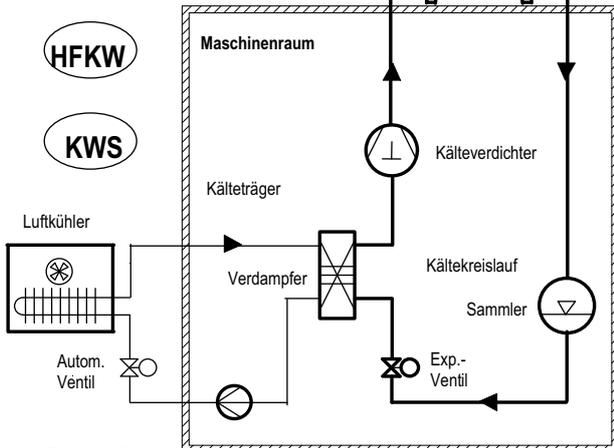
Abwärmenutzung und  
luftgekühlter  
Verflüssiger



**FL-D**

**Direktverflüssigung  
Kälteträger**

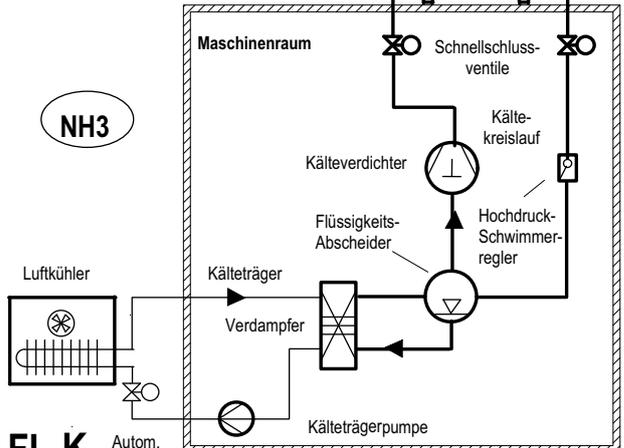
Abwärmenutzung und  
luftgekühlter  
Verflüssiger



**DX-K**

**Direktverflüssigung  
Kälteträger**

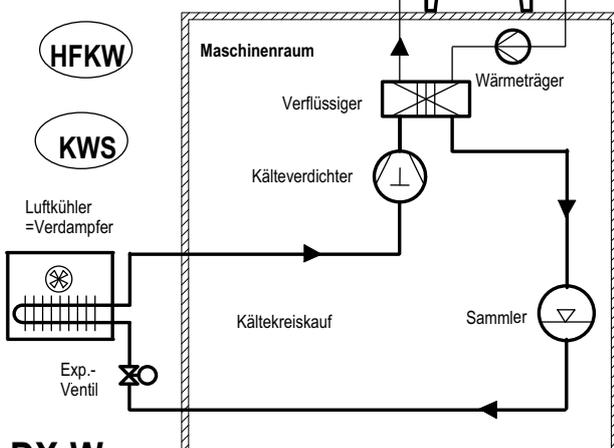
Abwärmenutzung und  
luftgekühlter  
Verflüssiger



**FL-K**

**Wärmeträger  
Direktverdampfung**

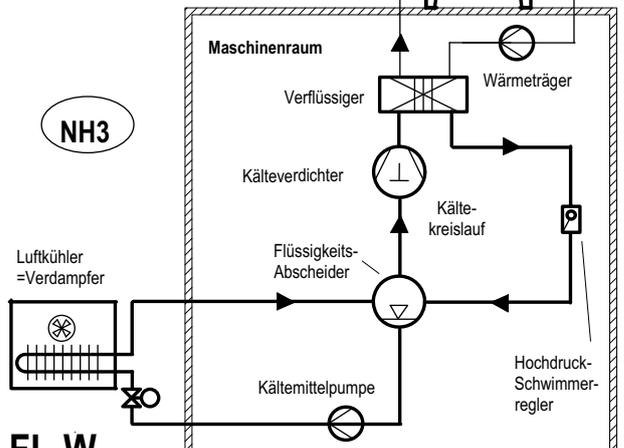
Abwärmenutzung und  
Rückkühler



**DX-W**

**Wärmeträger  
Direktverdampfung**

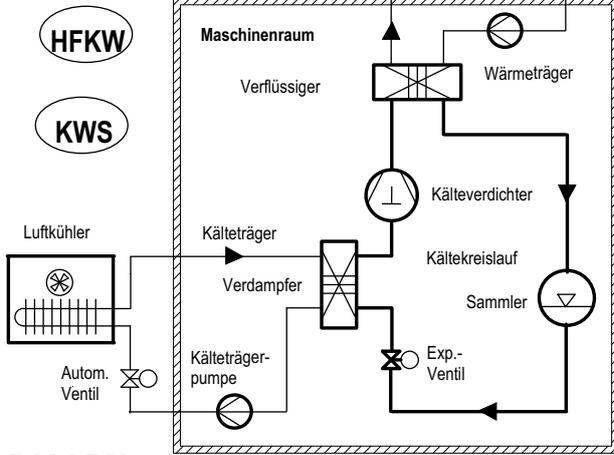
Abwärmenutzung und  
Rückkühler



**FL-W**

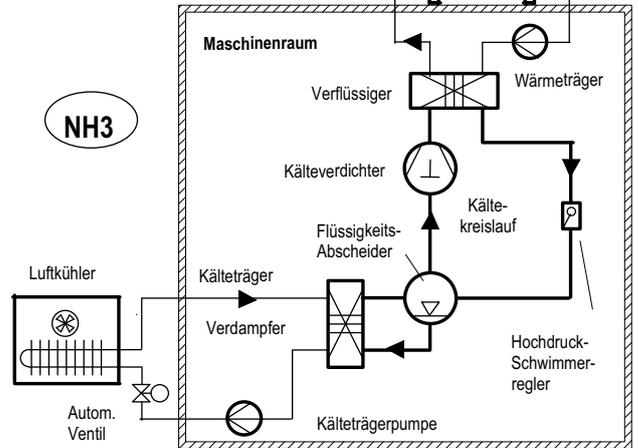
### Kältekreisläufe II (einfache)

Wärmeträger  
Kälteträger



DX-KW

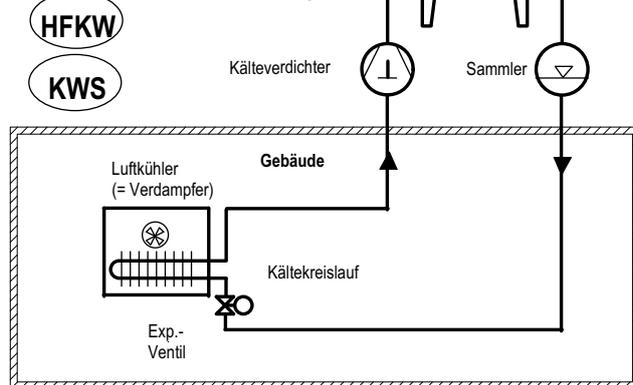
Wärmeträger  
Kälteträger



FL-KW

### Beispiele für Varianten (für den Systemkatalog von Bedeutung ist nur die Grundvariante)

Direktverflüssigung  
Direktverdampfung



DX-D

Aussenaufgestellte Kältemaschine

Legende:

- HFKW Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (z.B. R134a, R407C, R410A, R404A)
- NH3 Ammoniak (R717)
- CO2 Kohlendioxid (R744)
- KWS Kohlenwasserstoffe (z.B. R290 Propan, R1270 Propen)

- DX Dry expansion (Trockenexpansion)
- FL flooded evaporator (überfluteter Verdampfer)
- D Direktverflüssigung
- CA Kaskadenkälteanlage
- ICA Indirekte Kaskaden-Kälteanlage
- HGV Heissgasverbund
- TC Transkritische CO2-Kälteanlage

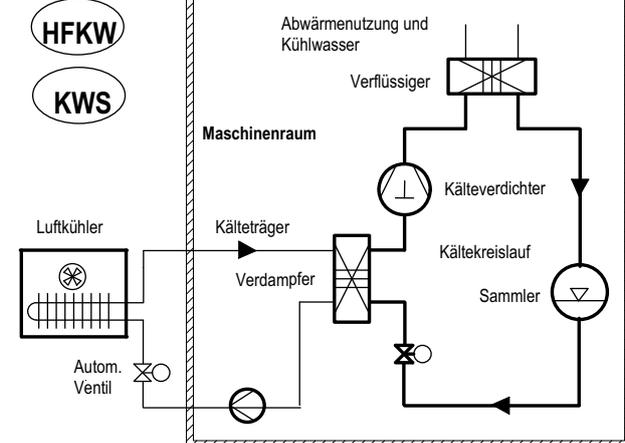
Bei Kaskaden wird zuerst der Kreislauf der oberen und dann der unteren Stufe angegeben.

- K Kälteträger
- W Wärmeträger

Anmerkung:

Die Schemas zeigen typische Beispiele von Kälte- und Zwischenkreisläufen. Die dargestellten Komponenten, wie z.B. Luftkühler, Verdichter, luftgekühlte Verflüssiger sind stellvertretend für andere.

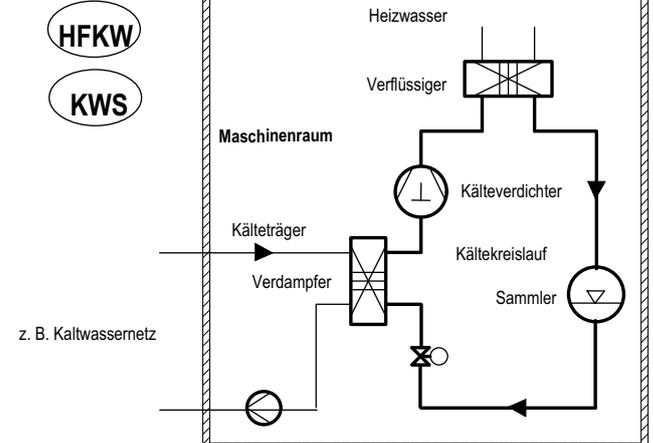
Direktverflüssigung  
Kälteträger



DX-KW

Kältesatz mit angebaurem wassergekühltem Verflüssiger

Direktverflüssigung  
Kälteträger

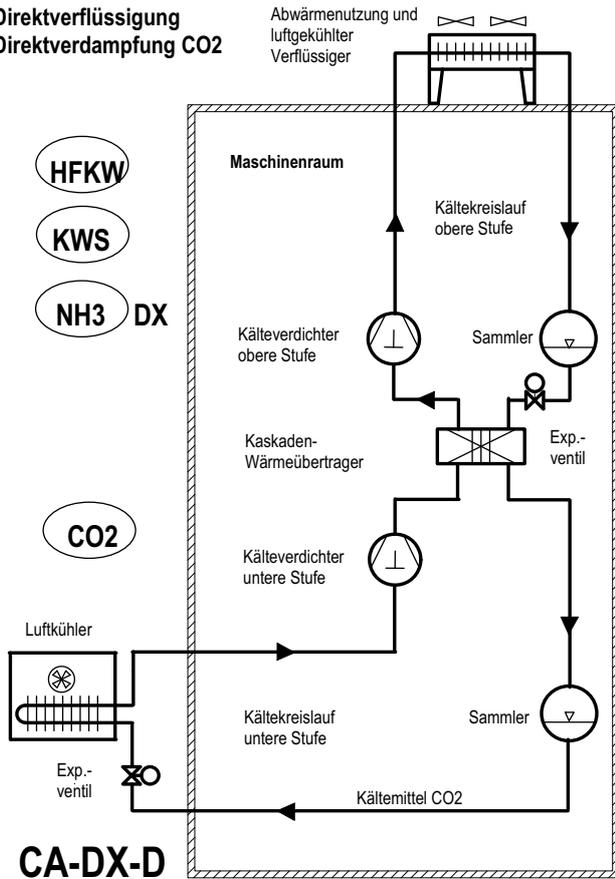


DX-KW

Heizungs- oder Warmwasser-Wärmepumpe

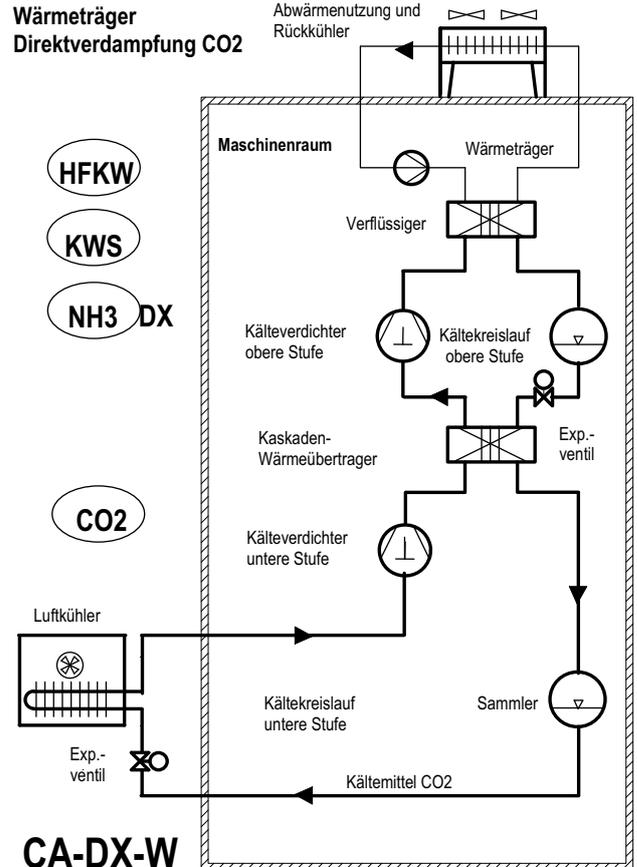
**Kältekreisläufe III (CO<sub>2</sub>-Kaskaden)**

**Direktverflüssigung  
Direktverdampfung CO<sub>2</sub>**



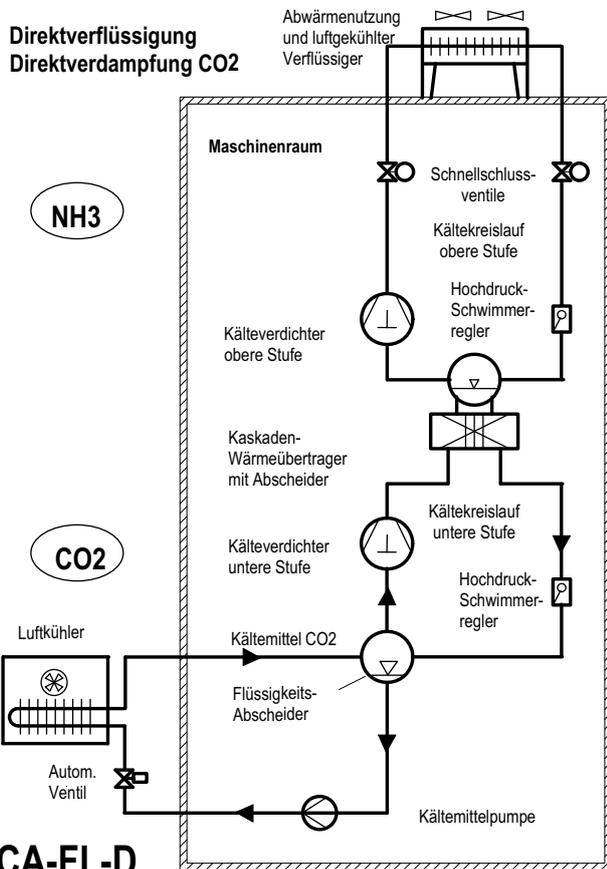
**CA-DX-D**

**Wärmeträger  
Direktverdampfung CO<sub>2</sub>**



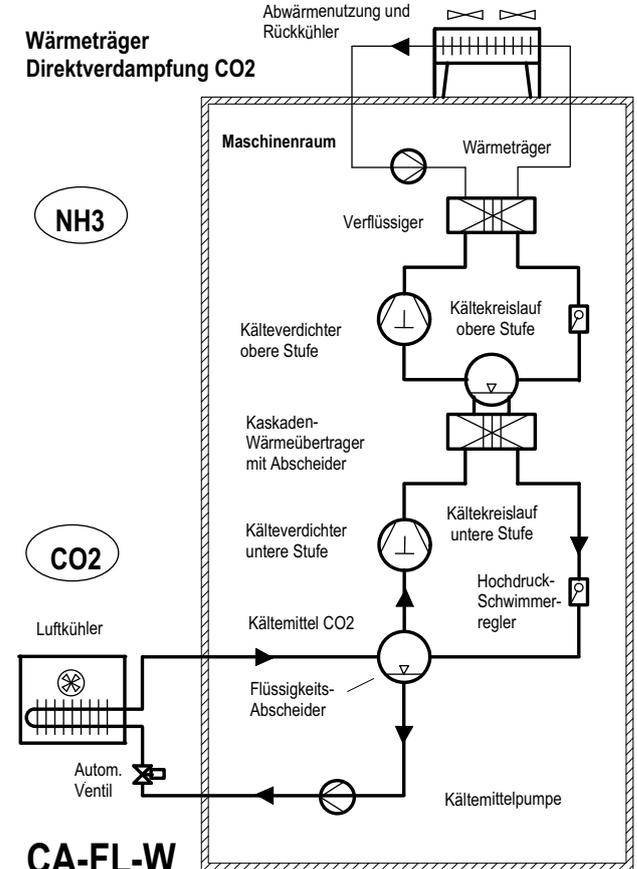
**CA-DX-W**

**Direktverflüssigung  
Direktverdampfung CO<sub>2</sub>**



**CA-FL-D**

**Wärmeträger  
Direktverdampfung CO<sub>2</sub>**

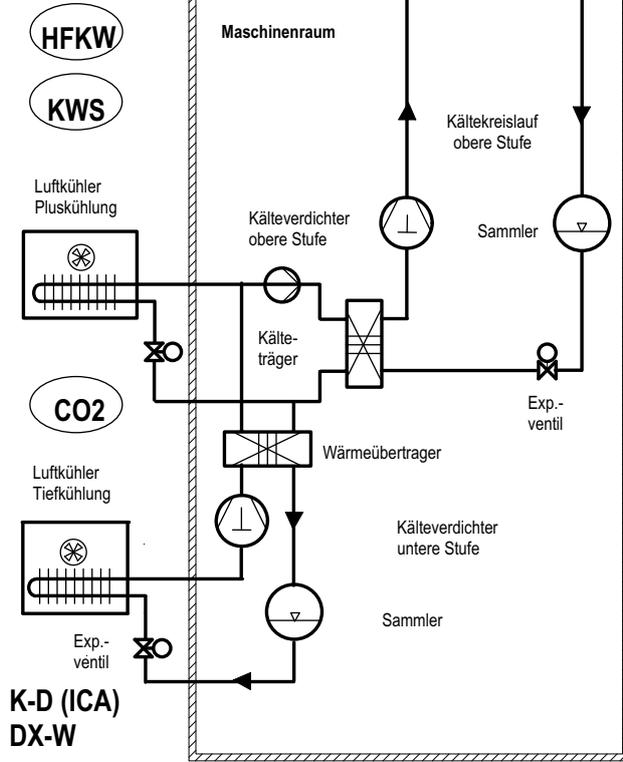


**CA-FL-W**

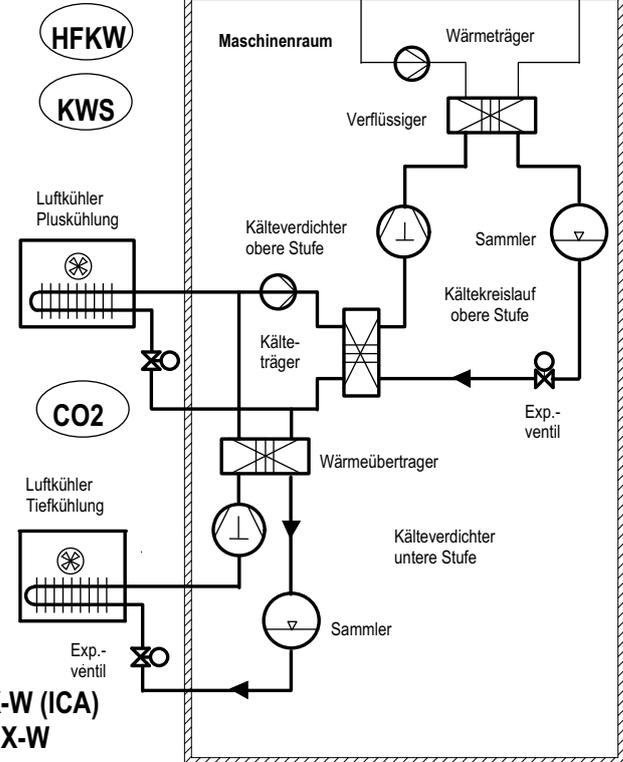


**Kombinierte Kältekreisläufe V (HFKW)**

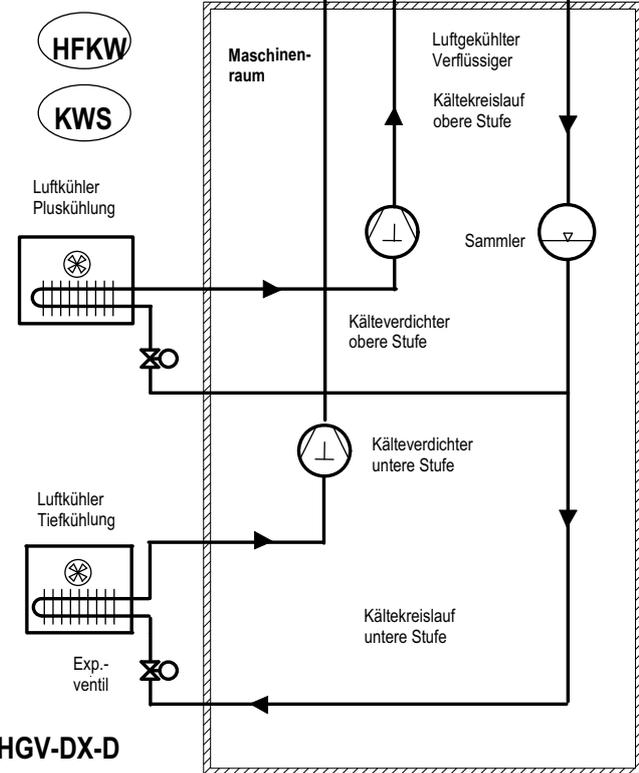
**Direktverflüssigung  
Direktverdampfung  
Indirekte Kaskade**



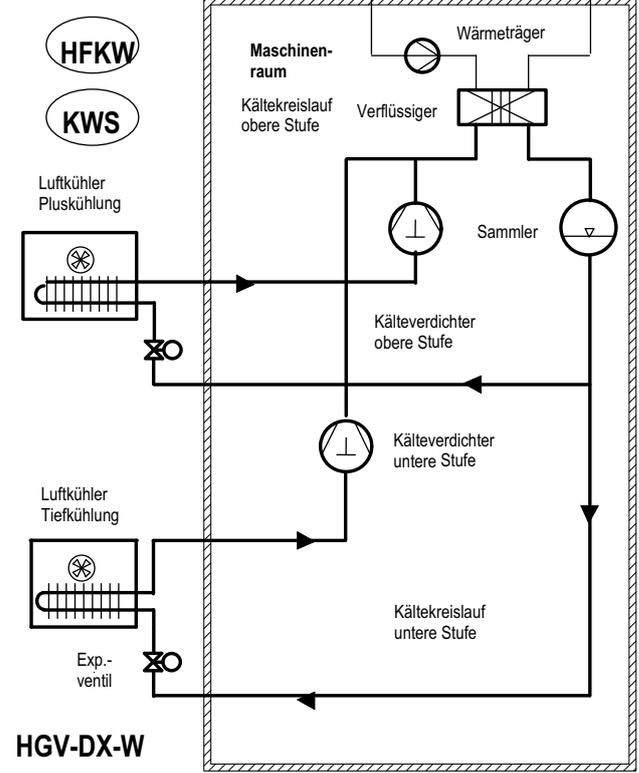
**Wärmeträger  
Direktverdampfung  
Indirekte Kaskade**



**Direktverflüssigung  
Direktverdampfung  
Heissgasverbund**

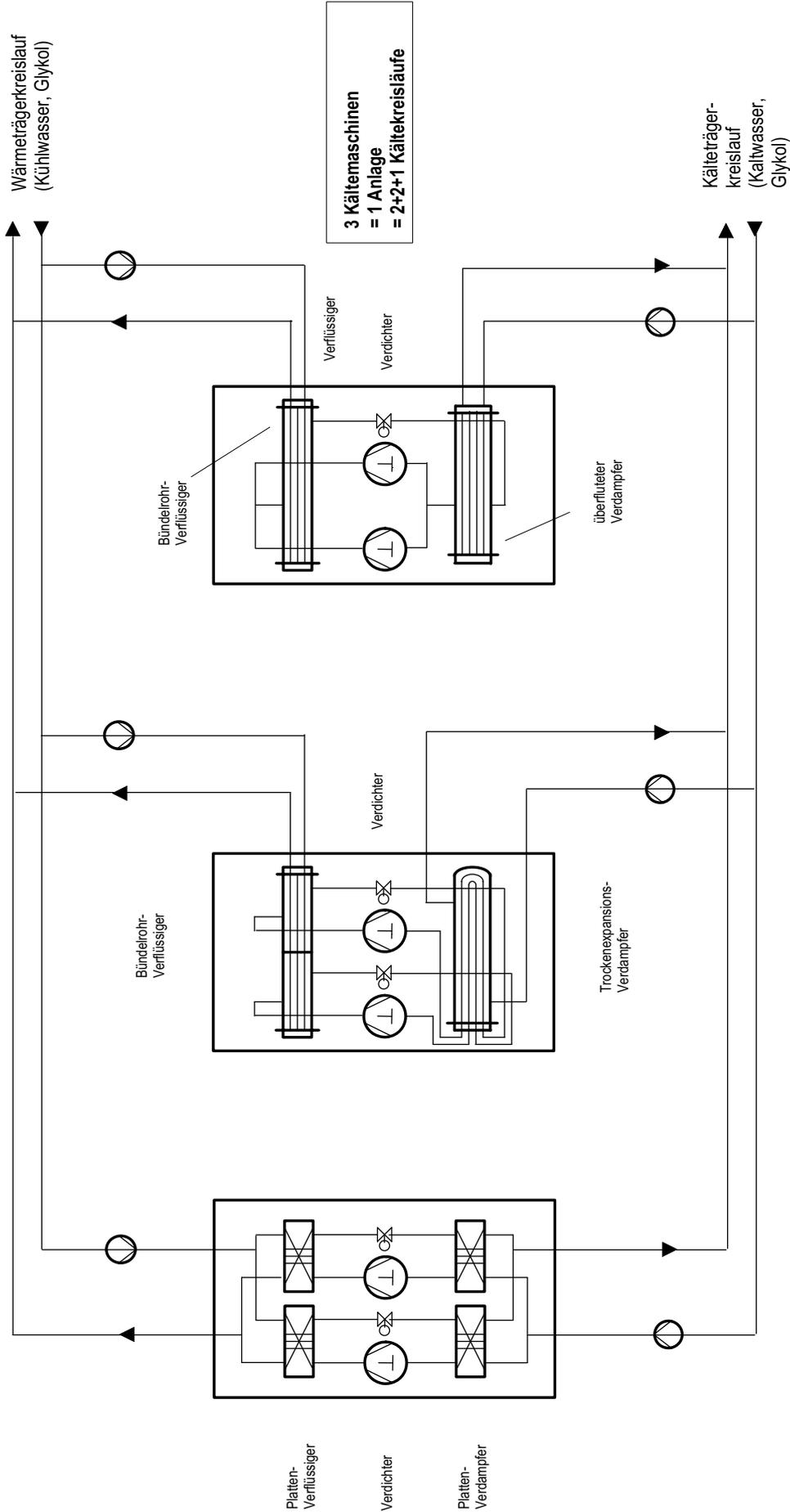


**Wärmeträger  
Direktverdampfung  
Heissgasverbund**



### Definition der Anlagen und Kreisläufe in der Klimakälte

### Anhang A4a



1 Kältemaschine mit 2 Kältekreisläufen

1 Kältemaschine mit 2 Kältekreisläufen

1 Kältemaschine mit 1 Kältekreislauf

**Definition der Anlagen und Kreisläufe in der Gewerbekälte**

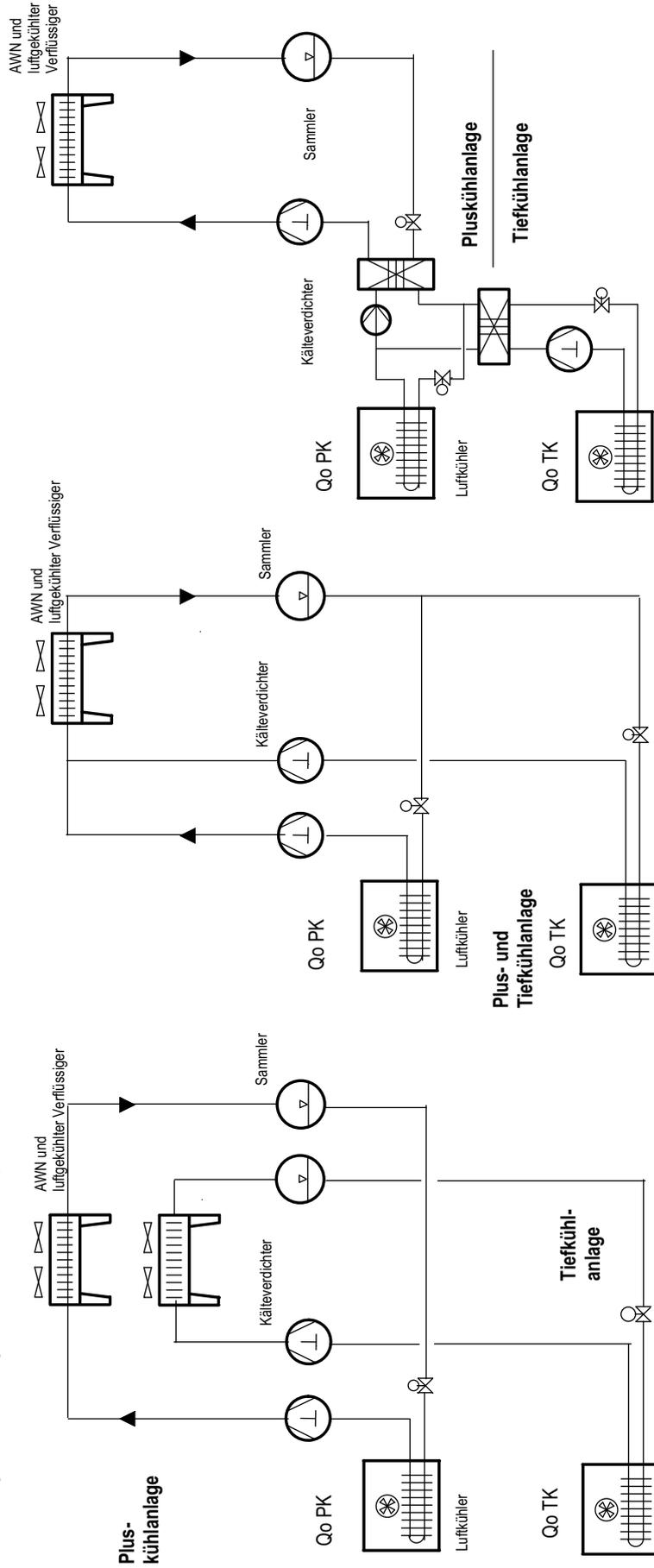
**Anhang A4b**

**Pluskühl- und Tiefkühlanlage**  
 = 2 getrennte Anlagen  
 = 2 Kältekreisläufe

**Heissgasverbund**  
 = 1 Anlage  
 = 1 Kältekreislauf

**Indirekte Kaskadenanlage**  
 = 2 getrennte Anlagen  
 = 2 Kältekreisläufe

Wärmeträgerkreislauf notwendig wenn die Nutzkälteleistung der Pluskühlung  $Q_o$  PK > 100 kW und Aufstauregelung vorhanden und GWP über 2500.  
 Die Kälteleistung der Tiefkühlung wird nicht berücksichtigt, wenn sie mit der Pluskühlung kombiniert ist.



Kälteleitkreislauf für Pluskühlung notwendig wenn die Nutzkälteleistung der Pluskühlung  $Q_o$  PK > 80 kW und mehr als 3 kältemittelgekühlte Lufkühler vorhanden.

Ein Kälteleitkreislauf ist für Tiefkühlung nicht notwendig.

## A5 Systemkatalog

### A5-1 Klimakälte

Tab. 8 > Klimakälte

Klimakälte	A Stand der Technik gemäss ChemRRV				B Mögliche Alternativen			
	Code			Bemerkung	Code			Bemerkung
	Anwen- dung	Kälte- mittel	Kreislauf		Anwen- dung	Kälte- mittel	Kreislauf	
<b>Klimageräte</b>								
Klimageräte (max. 300 kW), <u>jedoch</u> verbunden mit einem Kälte- oder Wärmeverteilsystem, wie z. B. • Komfortklimageräte • Präzisionsklimageräte	K.KG	R134a R407C R410A	DX-yz DX-yz DX-yz	Generell: MAK-Wert beachten				
<b>Kaltwassererzeugung, evtl. mit Abwärmenutzung</b> (falls Kühlbetriebszeit 8 Monate/Jahr oder weniger, ansonsten fällt es in den Systemkatalog der Industriekälte)								
<b>Wärmepumpen für Geschäftsbauten</b>								
wenn: Kälteleistung über 2000 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS-sicherheitstechnisch günstig	K.KW 8 bzw. K.KWWP	R717	DX/FL-KW		K.KW 8	R744 R290	DX-KD	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage Propan
in den übrigen Fällen	K.KW 8 bzw. K.KWWP	R134a R407C R410A	DX-Kz DX-Kz DX-Kz		K.KW 8	R744	DX-KD	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
<b>Kälteträgerkühlung mit Gefrierschutzmittel, evtl. mit Abwärmenutzung</b>								
wenn: Kälteleistung über 600 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS-sicherheitstechnisch günstig	K.KT	R717	DX/FL-KW		K.KT	R744 R290	DX-KD DX-Kz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage Propan
in den übrigen Fällen	K.KT	R134a R407C R410A	DX-Kz DX-Kz DX-Kz		K.KT	R744	DX-KD	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
<b>Wärmepumpen für Nah- und Fernwärmeversorgung</b>								
wenn: Heizleistung über 800 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS-sicherheitstechnisch günstig	K.FWWP	R717	DX/FL-KW		K.FWWP	R290	DX/FL/KW	
in den übrigen Fällen	K.FWWP	R134a	DX/FL-KW					
<small>R717 = Ammoniak NH<sub>3</sub>    y = Ob Direktverdampfung oder Kälteträger gemäss Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.1 des Gesuchsformulars bestimmen                      R744 = Kohlendioxyd CO<sub>2</sub>    z = Ob Direktverflüssigung oder Wärmeträger gemäss Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.2 des Gesuchsformulars bestimmen                      Ob NH<sub>3</sub> / KWS sicherheitstechnisch günstig oder ungünstig ergibt sich aus der Abschätzung Anhang A7                      * Die Kälteleistung Q<sub>0</sub> bezieht sich auf die ganze Anlage einer Anwendung. Eine Anlage kann aus mehreren Kreisläufen bestehen. In der obigen Tabelle steht R134a repräsentativ für Kältemittel mit einem GWP bis 2000 und R404A für Kältemittel mit einem GWP bis 4000.</small>								

A5-2 Gewerbekälte

Tab. 9 > Gewerbekälte

Gewerbekälte	A Stand der Technik gemäss ChemRRV				B Mögliche Alternativen			
	Code			Bemerkung	Code			Bemerkung
	Anwendung	Kältemittel	Kreislauf		Anwendung	Kältemittel	Kreislauf	
<b>Kleingewerbe</b>								
Pluskühlung (Qo=0,5–15 kW)	Gk.PK	R134a	DX-yz					
Tiefkühlung (Qo=0,5–5,0 kW)	Gk.TK 1	R404A(R507A)	DX-yz					
Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Qo=wie PK)	Gk.Ko	R404A(R507A)	HGV-DX-yz	Heissgasverbund				
<b>Mittleres Gewerbe</b>								
Pluskühlung (Qo=15–80kW)	Gm.PK 1	R134a	DX-yz		Gm.PK 2	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
Tiefkühlung (Qo=5–30kW)	Gm.TK 1	R404A(R507A)	DX-yz	sofern keine Pluskühlung vorhanden	Gm.TK 2	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Qo=wie PK)	Gm.Ko 1.1	PK: R134a TK: R744	ICA-DX-yz	Indirekte Kaskade	Gm.Ko 2.1	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
	Gm.Ko 1.2	R404A(R507A)	HGV-DX-yz	Heissgasverbund, toleriert bis 31.12.2009				
<b>Grossgewerbe</b>								
Pluskühlung (Qo= ab 80 kW) wenn: Qo > 400 kW (Pluskühlung)* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Gg.PK 1.1	R717	FL-yz		Gg.PK 2.1	R744 R290 R1270	TC-DX-yz DX-yz DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage Propan Propan
	in den übrigen Fällen	Gg.PK 1.2	R134a R404A(R507A)	DX-yz DX-yz				
Tiefkühlung (Qo= ab 30 kW)	Gg.TK 1	R404A(R507A)	DX-yz	sofern keine Pluskühlung vorhanden	Gg.TK 2	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Qo=wie PK) wenn: Qo > 400 kW (Pluskühlung)* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Gg.Ko 1.1	PK: R717 TK: R744	CA-FL-Kz	NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> -Kaskadenanlage	Gg.Ko 2.1	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
						R290 R744	ICA-DX-Kz	Indirekte Kaskade Propan/CO <sub>2</sub>
						R1270 R744	ICA-DX-Kz	Indirekte Kaskade Propan/CO <sub>2</sub>
in den übrigen Fällen	Gg.Ko 1.2	PK: R134a/R404A TK: R744	ICA-DX-Kz	Indirekte Kaskade	Gg.Ko 2.2	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage

R717 = Ammoniak NH<sub>3</sub>      y = Ob Direktverdampfung oder Kälte-träger siehe Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.1 des Gesuchsformulars bestimmen  
 R744 = Kohlendioxyd CO<sub>2</sub>      z = Ob Direktverflüssigung oder Wärmeträger siehe Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.2 des Gesuchsformulars bestimmen  
 KWS = Kohlenwasserstoffe      PK = Pluskühlung      TK = Tiefkühlung      Qo = Kälteleistung  
 Ob NH<sub>3</sub> / KWS sicherheitstechnisch günstig oder ungünstig ergibt sich aus der Abschätzung Anhang A7

\* Die Kälteleistung ist definiert als max. Nutzkälteleistung der Kompressoren für die Pluskühlverdampfung der ganzen Anlage. Eine Anlage kann aus mehreren Kreisläufen bestehen. In der obigen Tabelle steht R134a repräsentativ für Kältemittel mit einem GWP bis 2000 und R404A für Kältemittel mit einem GWP bis 4000.

A5-3 **Industriekälte I**

**Tab. 10 > Industriekälte: Nahrungsmittelindustrie**

*Nur wenn Vor-Ort installiert, Kompaktkältemaschinen fallen unter Kaltwasserkühlung oder Kälte-trägerkühlung*

Industriekälte I	A Stand der Technik gemäss ChemRRV				B Mögliche Alternativen			
	Code			Bemerkung	Code			Bemerkung
	Anwendung	Kältemittel	Kreislauf		Anwendung	Kältemittel	Kreislauf	
<b>Pluskühlung</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 400 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Na.PK 1.1	R717	FL-yz					
in den übrigen Fällen	Na.PK 1.2	R134a	DX-yz					
		R404A(R507A)	DX-yz	toleriert ab 80 kW Kälteleistung				
<b>Tiefkühlung, Froster</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 100 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Na.TK 1.1	R717	FL-Dz	z. B. Tiefkühlhaus				
		R717 R744	FL-Dz DX-yz	z. B. Tiefkühlhaus (Kaskade)				
in den übrigen Fällen	Na.TK 1.2	R404A(R507A)	DX-yz		Na.TK 2.2	R717/744	FL-K	Kaskade
<b>Plus- und Tiefkühlung kombiniert</b>								
Plus- und Tiefkühlung kombiniert (Q <sub>o</sub> =wie PK) wenn: Q <sub>o</sub> > 400 kW (Pluskühlung) und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Na.Ko 1.1	PK: R717 TK: R744	CA-FL-Kz	NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> - Kaskadenanlage	Na.Ko 2.1	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
						R290 R744	ICA-DX- Kz	Indirekte Kaskade Propan/CO <sub>2</sub>
in den übrigen Fällen	Na.Ko 1.2	PK: R134a/R404A TK: R744	ICA-DX-Kz	Indirekte Kaskade	Na.Ko 2.2	R744	TC-DX-yz	Transkritische CO <sub>2</sub> -Anlage
<b>Eiswasserkühlung und -speicherung</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 400 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Na.EW 1.1	R717	FL-yz					
in den übrigen Fällen	Na.EW 1.2	R134a	DX-yz					
<b>Getränkekühlung mit Kälte-träger</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 400 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Na.KT 1.1	R717	FL-Kz					
in den übrigen Fällen	Na.KT 1.2	R134a R407C R410A	DX-Kz DX-Kz DX-Kz					

R717 = Ammoniak NH<sub>3</sub> y = Ob Direktverdampfung oder Kälte-träger gemäss Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.1 des Gesuchsformulars bestimmen  
 R744 = Kohlendioxyd CO<sub>2</sub> z = Ob Direktverflüssigung oder Wärmeträger gemäss Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.2 des Gesuchsformulars bestimmen  
 Ob NH<sub>3</sub> / KWS sicherheitstechnisch günstig oder ungünstig ergibt sich aus der Abschätzung Anhang A7

PK = Tiefkühlung Q<sub>o</sub> = Kälteleistung TK = Tiefkühlung

\* Die Kälteleistung Q<sub>o</sub> bezieht sich auf die ganze Anlage. Eine Anlage kann aus mehreren Kreisläufen bestehen. In der obigen Tabelle steht R134a repräsentativ für Kältemittel mit einem GWP bis 2000 und R404A für Kältemittel mit einem GWP bis 4000.

A5-4 **Industriekälte II**

**Tab. 11 > Industriekälte: Chemische und übrige Industrie**

Industriekälte II	A Stand der Technik gemäss ChemRRV				B Mögliche Alternativen			
	Code			Bemerkung	Code			Bemerkung
	Anwendung	Kälte- mittel	Kreislauf		Anwen- dung	Kälte- mittel	Kreislauf	
<b>Kaltwasserkühlung / Wärmepumpen</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 1000 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Ch.KW 1.1	R717	FL-Kz					
in den übrigen Fällen	Ch.KW 1.2	R134a R407C R410A	DX-Kz DX-Kz DX-Kz					
<b>Kälteträgerkühlung mit Gefrierschutzmittel</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 600 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Ch.KT 1.1	R717	FL-Kz					
in den übrigen Fällen	Ch.KT 1.2	R134a R407C R410A  R404A (R507A)	DX-Kz DX-Kz DX-Kz  DX-Kz	toleriert nur für Kälteträger- Temp. < -15 °C				
<b>Kälteträgertiefkühlung (mit Kaskade)</b>								
wenn: Q <sub>o</sub> > 100 kW* und NH <sub>3</sub> /KWS sicherheitstechnisch günstig	Ch.KTT 1.1	R717 R744 R290 R170	CA-FL-K FL-K CA-FL-K CA-FL-K	Kaskade To > -50 °C Kaskade z. B. Raffinerien (Ex- Schutz)				
in den übrigen Fällen	Ch.KTT 1.3	R404A (R507A)  R23	CA/FL-K  CA/FL-K	Kaskade  To < -50 °C				
<b>Eiserzeugung</b>	Ch.EE 1	R717	FL-yz					

R717 = Ammoniak NH<sub>3</sub> y = Ob Direktverdampfung oder Kälteträger gemäss Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.1 des Gesuchsformulars bestimmen  
 R744 = Kohlendioxyd CO<sub>2</sub> z = Ob Direktverflüssigung oder Wärmeträger gemäss Ziffer 3.1 der Wegleitung oder Kapitel 10.1.2 des Gesuchsformulars bestimmen  
 Ob NH<sub>3</sub> / KWS sicherheitstechnisch günstig oder ungünstig ergibt sich aus der Abschätzung Anhang A7  
 \* Die Kälteleistung Q<sub>o</sub> bezieht sich auf die ganze Anlage einer Anwendung. Eine Anlage kann aus mehreren Kreisläufen bestehen. In der obigen Tabelle steht R134a repräsentativ für Kältemittel mit einem GWP bis 2000 und R404A für Kältemittel mit einem GWP bis 4000.

### A6 Muster eines Gesuchsformulars

Das gültige Gesuchsformular ist bei der Fachstelle des Standortkantons oder bei der zuständigen Bundesbehörde anzufordern.

Kanton		Jahr		Lauf-Nr.			

## Gesuch um Bewilligung einer Kälteanlage oder Wärmepumpe mit mehr als 3 kg in der Luft stabilem Kältemittel (HFKW)

gemäss Chemikalien-Risiko-Reduktionsverordnung Anhang 2.10 Ziffer 3.3

Einzureichen bei der zuständigen Fachstelle des Standortkantons (vgl. Anhang A1 der Wegleitung) bzw. bei der zuständigen Bundesbehörde

### 1 Standort der Anlage

Gemeinde ..... Kanton .....

PLZ ..... Ort ..... Strasse .....

Zusätzliche Angaben zum genauen Standort: (z. B. Firma, firmeninterne Gebäudebezeichnung) .....

### 2 Gesuchsteller/in

Bauherrschaft       Anlagenbetreiber

Firma/Einzelperson .....

Kontaktperson ..... Abteilung .....

Strasse ..... PLZ ..... Ort .....

Tel. .... Fax ..... eMail .....

Diese Adresse ist gleichzeitig Rechnungsadresse

### 3 Projektverfasser/in der Kälteanlage / Wärmepumpe

Mit Gesuchsteller/in identisch

Planer       Installateur       Hersteller       Generalunternehmer

Firma/Einzelperson .....

Kontaktperson ..... Abteilung .....

Strasse ..... PLZ ..... Ort .....

Tel. .... Fax ..... eMail .....

Diese Adresse ist gleichzeitig Rechnungsadresse

**4 Kältemittel** R ..... Füllmenge ..... kg

Hat die Anlage mehr als ein bewilligungspflichtiges Kältemittel?  ja, separates Gesuchsformular notwendig  nein

**5 Art der Anlage**

Neuanlage  Erweiterung  Umbau  Ersatzanlage

Kälteanlage  Wärmepumpe (WP)

**6 Anwendung**

WP in Wohnbauten  Klimakälte  Gewerbekälte  Industriekälte

Die Anlage steht während weniger als 8 Monaten pro Jahr in Betrieb

**7 Technische Daten der Kälteanlage / Wärmepumpe**

	Gesamte Anlage <sup>†</sup>	Neuer Anlageteil	Neuer Anlageteil
Anlageteil (falls mehrere Kältemittelkreisläufe)			
Hersteller / Typ (bei Serieprodukten)			
Kälteleistung oder Heizleistung* kW			
Verdampfungstemperatur oder Temperatur des zu kühlenden Mediums* °C			
Verflüssigungstemperatur oder Temperatur des kühlenden Mediums* °C			
Anzahl Luftkühler pro Kältekreislauf			

<sup>†</sup> Bei Umbauten und Erweiterungen ist in dieser Spalte die Summe der Kälte- bzw. Heizleistung von bestehendem und neuem Anlageteil einzufügen

\* Nicht zutreffendes streichen

### 8 Begründung für die Verwendung in der Luft stabiler Kältemittel (HFKW)

8.1 Für die vorgesehene Anwendung steht gemäss Systemkatalog kein natürliches Kältemittel zur Verfügung.

8.2 Für die vorgesehene Anwendung stehen gemäss Systemkatalog die natürlichen Kältemittel Ammoniak (R717) oder Kohlenwasserstoffe zur Verfügung. Die Abschätzung der Sicherheit gem. Anhang A7 ergab, dass diese sicherheitstechnisch ungünstig sind.  
Ist im Systemkatalog das Kältemittel CO<sub>2</sub> (R744) vorgesehen, so muss dieses eingesetzt werden.

*Informationen zum Aufstellungsort der Anlage*

Aufstellungsbereich (Klasse nach Anhang A7)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
Umgebung	<input type="checkbox"/> Wohnzone	<input type="checkbox"/> Gewerbezone nicht industriell genutzt	<input type="checkbox"/> Industriezone oder industriell genutzte Gewerbezone
Fluchtweg ins Freie möglich	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Maschinenraum	<input type="checkbox"/> neu od. auf Dach	<input type="checkbox"/> bestehend od. auf Dach nicht möglich	
Von Produktions- und Büroräumen ggf. durch Schleuse abtrennbar (auf Dach keine Schleuse notwendig)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	

Nähere Begründung für den Einsatz eines in der Luft stabilen Kältemittels:

.....  
.....

**Grundrissplan beilegen**

8.3 Ein Antrag für eine Anlage mit natürlichen Kältemitteln wurde nicht bewilligt.  
Entscheid der Behörde beilegen

8.4 Weitere Gründe

.....  
.....  
.....

## 9 Code nach Systemkatalog

Anwendung	Kältemittel	Kreislauf

## 10 Emissionsmindernde Massnahmen

### 10.1 Zwischenkreisläufe zur Verkleinerung der Kältemittelmenge

#### 10.1.1 Kälteträgerkreislauf

- Realisierung eines Kälteträgerkreislaufs
- Verzicht auf die Realisierung eines Kälteträgerkreislaufs.

Begründung:

- Es handelt sich um eine HFKW-Kälteanlage zur Luftkühlung...
- mit weniger als 3 Luftkühlern im Kältemittelkreislauf, oder
- mit einer Kälteleistung von weniger als 80 kW

- Es handelt sich um eine Tiefkühlanlage

Bei kombinierter Plus- und Tiefkühlung ist die Kälteleistung der Pluskühlung massgebend.

#### 10.1.2 Wärmeträgerkreislauf

- Realisierung eines Wärmeträgerkreislaufs
- Verzicht auf die Realisierung eines Wärmeträgerkreislaufs

Begründung:

- Die Anlage hat keine Aufstauregelung, oder
- GWP des Kältemittels liegt unter dem Grenzwert (siehe Kapitel 3.1, Wärmeträgerkreislauf), oder
- Anlage weist eine Kälteleistung von weniger als 100 kW auf

Bei kombinierter Plus- und Tiefkühlung ist die Kälteleistung der Pluskühlung massgebend.

## 10.2 Konstruktive Massnahmen

Der/die Gesuchsteller/in verpflichtet sich dafür zu sorgen, dass die folgenden konstruktiven Massnahmen zur Verringerung der Kältemittlemissionen getroffen werden:

- Hermetisierung des Kältekreislaufes durch:
  - Einsatz von voll- und halbhermetischen Verdichtern,
  - Absperrventile nur mit Schutzkappen
  - pneumatische Regelventile immer mit Faltenbalg,
  - gelötete oder geschweisste Rohrleitungen
  - gelötete Anschlüsse von Schalt- und Regelgeräten, Filter-Trocknern, Schaugläsern und Expansionsventilen, soweit möglich
  - lösbare Verbindungen ausschliesslich geflanscht (keine Bördel, Verschraubungen nur in Ausnahmefällen z. B. Manometer)
  
- Einsatz von korrosionsbeständigen Werkstoffen zur Verhinderung von Kältemittleckagen.
  
- **Technische Überwachung** mit automatischer Alarmvorrichtung bei Anlagen ab 50 kg Kältemittelfüllung pro Kreislauf zur Früherkennung von Leckagen in der Luft. Überwacht wird der Maschinenraum. Bei Aussenaufstellung oder Aufstellung auf dem Dach wird das Kompressorgehäuse überwacht. Auf eine technische Überwachung der luftgekühlten Verflüssiger kann verzichtet werden.

## 11 Bemerkungen

.....

.....

.....

.....

## 12 Unterschriften

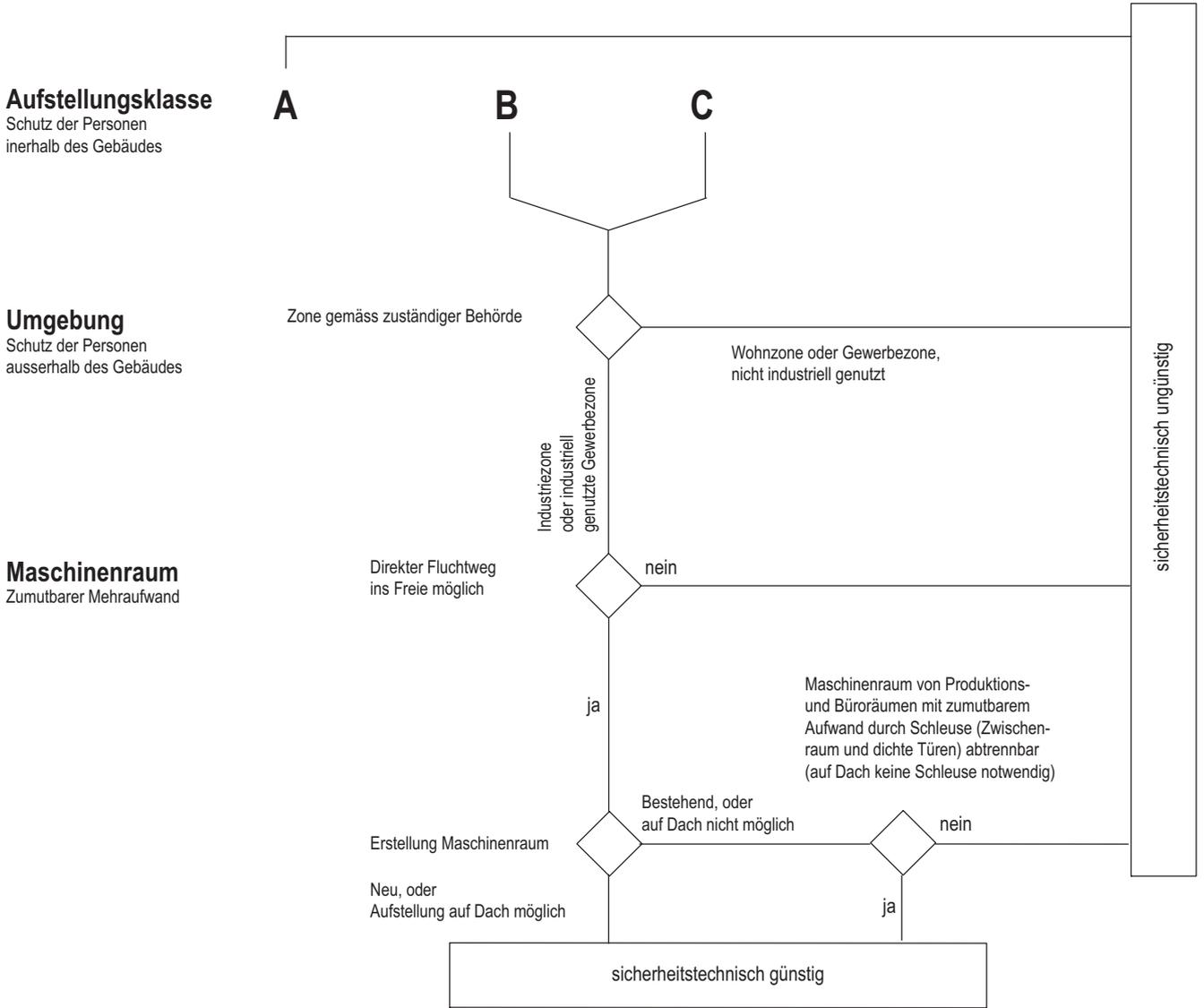
Gesuchsteller/in

Projektverfasser/in

.....  
Ort, Datum, Unterschrift

.....  
Ort, Datum, Unterschrift

**A7 Abschätzung der Sicherheit bei den natürlichen Kältemitteln Ammoniak und Kohlenwasserstoffe (nicht für CO<sub>2</sub>)**



**Klassifikation der Aufstellungsbereiche gemäss SN EN 3781 -: 2008**

**Tab. 12 > Aufstellungsbereiche nach SN EN 3781 -: 2008**

Klasse	Allgemeine Merkmale	Beispiele
A	Räume, Gebäudeteile, Gebäude <ul style="list-style-type: none"> <li>• in denen Personen schlafen dürfen</li> <li>• in denen Personen in ihrer Bewegung eingeschränkt sind</li> <li>• In denen eine sich unkontrollierte Anzahl von Personen aufhält oder zu denen jede Person Zutritt hat, ohne persönlich mit den Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu sein</li> </ul>	Krankenhäuser, Gerichtsgebäude oder Gefängnisse, Theater, Supermärkte, Schulen, Vortragsräume, Bahnhöfe, Hotels, Wohnungen, Gaststätten.
B	Räume, Gebäudeteile, Gebäude in denen sich nur eine beschränkte Anzahl Personen aufhalten darf, von denen mindestens einige mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sein müssen	Büro- oder Geschäftsräume, Laboratorien, Räume für allgemeine Fabrikations- und Arbeitszwecke
C	Räume, Gebäudeteile, Gebäude, in denen nur befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorschriften der Einrichtungen vertraut sind und in denen Materialien und Güter hergestellt, verarbeitet oder gelagert werden	Produktionseinrichtungen, z. B. für Chemikalien, Nahrungsmittel, Getränke, Industrie- und Speiseeis; Raffinerien, Kühlhallen, Molkereien, Schlachthöfe, nicht öffentliche Bereiche von Supermärkten

**Anmerkungen:**

Es wird darauf hingewiesen, dass die Sicherheit angrenzender Grundstücke sowie von Beschäftigten in Bereichen direkt neben der Kälteanlage gebührend zu berücksichtigen ist. Kältemittel die schwerer sind als Luft (z. B. HFKW, CO<sub>2</sub>, Kohlenwasserstoffe), können an tiefen Stellen einen Sauerstoffmangel verursachen.

Treffen für die Aufstellung mehrere Klassen zu, gelten die strengeren Anforderungen. Sind die Aufstellungsbereiche räumlich voneinander getrennt, z. B. durch abgedichtete Wände, Böden und Decken, dann gelten die Anforderungen, die an die jeweilige Klasse gestellt werden.

## A8 Kältemittel: Einsatzbereiche mit besonderem Entwicklungspotenzial

### A8-1 Wo können natürliche Kältemittel eingesetzt werden?

#### A8-1.1 Ammoniak – R717 – NH<sub>3</sub>

Ammoniak hat sehr gute thermodynamische Eigenschaften und ermöglicht gute Leistungszahlen. Seine Toxizität verlangt nach besonderen Sicherheitsmassnahmen, weshalb Hersteller und Installateure entsprechendes Fachwissen und die notwendige Erfahrung haben müssen. Für die Bedienung und Instandhaltung ist geschultes Personal notwendig.

Ammoniak-Kälteanlagen sind vom Konzept her (überflutete Verdampfer mit Flüssigkeitsabscheider statt Trockenexpansionsverdampfer) aufwendiger und kommen deshalb nur für grössere Kälteleistungen in Frage. Bevorzugt werden sie in der **Industriekälte** eingesetzt, wo das Personal im Umgang mit toxischen Stoffen vertraut ist und Wohnungen weiter entfernt sind. Bei grösseren Leistungen in der **Klima- und Gewerbekälte** gelten NH<sub>3</sub>-Kältemaschinen mittlerweile ebenfalls als Stand der Technik, vor allem bei Aufstellung in Industriezonen und industriell genutzten Gewerbebezonen.

Die neueste Generation **kompakter Ammoniak-Kälteanlagen** erlaubt bei geeigneter Konstruktionsweise (vollhermetische Bauweise, automatische Leckageerkennung mit Warnvorrichtung und Wassersprinkleranlage zur Bindung austretenden Ammoniaks, usw.) mittlerweile einen sicheren Einsatz in allen drei Aufstellungsbereichen A, B und C.

#### A8-1.2 Kohlendioxid – R744 – CO<sub>2</sub>

Wegen des niedrigen kritischen Punktes bei ca. +31 °C (ca. 74 bar a) ergeben sich bei üblichen Kälteanlagen auf der Verflüssigerseite und bei Stillstand der Anlage sehr hohe Drücke.

Um dies zu vermeiden, wird CO<sub>2</sub> entweder als Kälte-träger (z.B. zusammen mit bei einer NH<sub>3</sub>-Kälteanlage) eingesetzt oder in der unteren Temperaturstufe einer Kaskadenkälteanlage verwendet. Damit auch bei Stillstand das CO<sub>2</sub> auf tiefer Temperatur und damit tiefem Druck bleibt, ist eine Stillstandskühlung vorhanden. CO<sub>2</sub>-Kaskadenanlagen haben sehr gute Leistungszahlen.

Einsatzgebiete gibt es z. B. in der **Gewerbekälte** bei der Tiefkühlung in Supermärkten oder in der **Industriekälte** bei Tiefkühlhäusern, manchmal auch bei Kunsteisbahnen. Am besten eignet sich CO<sub>2</sub> für einen Temperaturbereich von ca. -40 bis -55 °C (Tripelpunkt: -56.57 °C).

Auch so genannt transkritische CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen, die sowohl im überkritischen als auch im unterkritischen Bereich arbeiten werden in zunehmender Anzahl eingesetzt.

---

Sie verwenden nur CO<sub>2</sub> als Kältemittel. Diese Technik entwickelt sich rasch und bietet sich für vielfältige Anwendungsbereiche an.

In Supermärkten können für Tiefkühlvitrinen auch lokale CO<sub>2</sub>-Kälteaggregate verwendet werden, die durch Kaltwasser aus Kompaktkältemaschinen gekühlt werden.

#### A8-1.3 Kohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe, wie z. B. Isobutan (R600a), Propan (R290) und Propen (R1270) haben sehr gute thermodynamische Eigenschaften, sind aber brennbar.

Kohlenwasserstoffe haben sich für **Kühl- und Tiefkühlschränke** sehr bewährt und konnten sich in Westeuropa voll durchsetzen. Versuche haben gezeigt, dass sie wegen der kleinen Füllmengen von 10–150 g keine Gefahr darstellen. Auch gewerbliche Kompakt-Kühlgeräte werden zunehmend mit Kohlenwasserstoffen konzipiert.

Bei Aussenaufstellung (ebenerdig oder auf Dach) können bei **Wärmepumpen für Wohnbauten** und bei **Kompaktkältemaschinen** für Kaltwasser oder andere Kälte-träger (z. B. Glykol) mit geringem Risiko Kohlenwasserstoffe eingesetzt werden. Mit Propan betriebene Kaltwassersätze zur Raumklimatisierung etablieren sich zunehmend als Stand der Technik.

Mit Kohlenwasserstoffen betriebene **Kälteanlagen** können bei geeigneter Konstruktion von Anlage und Aufstellungsbereich auch bei grösseren Füllmengen sicher betrieben werden, wenn beispielsweise im Fall einer Havarie eine automatische Belüftung am Aufstellungsort dafür sorgt, dass sich keine gefährliche Gaskonzentration ansammeln kann.

**A8-2 Wie kann das Treibhauspotenzial bei Kälteanlagen mit synthetischen Kältemitteln minimiert werden?**

## A8-2.1 Allgemein

Kann der Einsatz von in der Luft stabilen Kältemitteln gemäss heutigem Stand der Technik nicht umgangen werden, so sollen wenigstens die Auswirkungen auf das Klima minimiert werden.

Die wichtigsten, im Bewilligungsverfahren dazu vorgesehenen Massnahmen sind:

- > Kältemittelfüllungen durch Zwischenkreisläufe niedrig halten
- > Aufstauregelungen bei luftgekühlten Verflüssigern möglichst vermeiden
- > Kältemittel mit hohem GWP wo möglich vermeiden (R404A/R507A)
- > Anlagen hermetisieren (wenige lösbare (und wenn nicht vermeidbar: sichere) Rohrverbindungen, hermetische Verdichter).

## A8-2.2 Kältemittel R404A/R507A

Die Kältemittel R404A und R507A haben einen sehr hohen GWP (3980 bzw. 3920 gemäss IPCC IV 2007) und werden manchmal auch eingesetzt wo es nicht unbedingt notwendig wäre. Es gibt andere Kältemittel, die nur einen halb so grossen GWP haben (R417A, R407D, R427A), aber noch wenig verbreitet sind und deren Verhalten zusammen mit dem Öl noch besser untersucht werden müsste.

**Luft/Wasser-Wärmepumpen für den Wohnbereich** werden oft mit R404A ausgeführt. Alternativen wären z. B. die erwähnten R417A, R407C. Sie haben einen relativ grossen Temperaturgleit und eignen sich deshalb besonders für Kompakt-Kältemaschinen / Wärmepumpen, und weniger für weit verzweigte Kälteverbraucher netze.

In der Tiefkühlung für die **Gewerbekälte** ist bei kleineren Kälteanlagen R404A oft noch unverzichtbar. Hingegen wird es oft auch für die Pluskühlung eingesetzt, obwohl dort das Kältemittel R134a einen besseren COP bringt, aber etwas grössere und deshalb teurere Verdichter benötigt. Für mittlere und grosse Tiefkühlanlagen hat sich in Supermärkten inzwischen CO<sub>2</sub> als Stand der Technik etabliert.