

Umgang mit Kältemitteln



Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung

Vorwort

Zu Beginn der Kältetechnik mussten zuerst geeignete «Transportgebilde» für das Transportgut «Wärme» gefunden werden. Denn die Aufgabe jeder Kälteanlage oder Wärmepumpe ist in ihrem Kern der Wärmetransport. Es leuchtet ein, dass die Qualität des Transports in hohem Masse von der «Verpackung» des Transportgutes abhängt. Diese Funktion übernimmt im Kältesystem das Kältemittel. Allerdings mussten geeignete Stoffe zuerst entwickelt werden, um alle Anforderungen erfüllen zu können.

- **Ansprüche an die Arbeitsdrücke**

Ein sehr hoher Verflüssigungsdruck stellt ein Sicherheitsrisiko dar, zudem steigt der Materialaufwand erheblich. Ein zu tiefer Verdampfungsdruck lässt die Dimensionen von Leitungen und Komponenten anwachsen, läuft die Anlage gar im Vakuum wird die Überwachung komplexer, das Abdichten wird schwieriger.

- **Ansprüche an die Stabilität**

Obschon im Kältesystem per Definition nur Kältemittel und Kälteöl vorkommen dürfen, muss eine genügende Stabilität dieser Betriebsstoffe vorhanden sein, damit chemische Reaktionen untereinander oder mit im System verwendeten Materialien ausbleiben. Im Idealfall sollen die Betriebsstoffe die Lebensdauer der Gesamtanlage erreichen.

- **Ansprüche an die Energetik**

Schon zu Beginn der Kältetechnik wurde versucht, mittels geeigneter Kältemittel eine hohe Leistungsziffer zu erreichen. Somit einen möglichst grossen Wärmetransport bei möglichst kleiner Leistungsaufnahme des Verdichters zu realisieren.

- **Ansprüche an das Umweltverhalten**

Man könnte rückblickend sagen, dass die Ansprüche an die Stabilität bei der Entwicklung der synthetischen Kältemittel eine zu hohe Priorität genossen hat. Denn genau deswegen mussten ab 1990 die ökologischen Aspekte verstärkt in die Überlegungen einbezogen werden. Die Stabilität der FCKW-Kältemittel lässt diese nämlich nach einer Emission lange an der Atmosphäre verweilen. Die dadurch als Sekundäreffekt ausgelösten Probleme sind einerseits ein verstärkter **Treibhauseffekt** durch das hohe Treibhauspotential, andererseits ein Ausdünnen der für uns überlebenswichtigen **Ozonschicht** durch den Chlorgehalt, welcher im Kältemittelmolekül bis in die Stratosphäre transportiert wird. Internationale Forderungen verlangen nach einer Reduktion dieser Sekundäreffekte durch die Entwicklung alternativer Kältemittel ohne Chlorgehalt und vermindertem Treibhauspotential sowie einem fachkundigen und verantwortungsbewussten Umgang mit diesen Stoffen. Letzteres gelingt durch Sensibilisierung und Schulung betroffener Personenkreise. In der Schweiz ist die **Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln** die Antwort auf diese Forderung.

Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln:

Vermittelt das Wissen über die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Kältetechnik in Bezug zu den eingesetzten Kältemitteln.

Jede Person, welche autonom mit diesen Stoffen arbeitet, muss über eine Fachbewilligung verfügen.

Sie soll motiviert sein, Emissionen von Kältemitteln auf ein nicht vermeidbares Minimum zu beschränken.



Impressum

Umgang mit Kältemitteln:	Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung Version Juli 2021-63 basierend auf der ChemRRV
Homepage:	www.svk.ch/fachbewilligung
Kontakt:	fachbewilligung@svk.ch
Verfasser:	Patrick Goetz / Visconsil AG 3176 Neuenegg
Auftraggeber:	Bundesamt für Umwelt BAFU
Herausgeber / Bezugsquelle:	Schweizerischer Verband für Kältetechnik SVK Eichstrasse 1 6055 Alpnach Dorf
Stückpreis:	Fr. 25.- zuzüglich Porti, Verpackung und MWST

Hinweise zum Lehrmittel:

Alle Rechte vorbehalten, die Übernahme von Auszügen dieses Lehrmittels setzt die schriftliche Bewilligung des Herausgebers voraus.

Im gesamten Lehrmittel wird die männliche Form verwendet. Dies dient der einfacheren Lesbarkeit und soll keinesfalls die weiblichen Fachpersonen (von denen es in technischen Berufen leider immer noch zu wenige gibt) diskriminieren.

Zum Querlesen sind Schlüsselwörter im Text *kursiv und in grün* gehalten.

Schlüssel- und Kernaussagen finden sich jeweils in solchen gelben Feldern.

Fachbewilligung im Internet:

Dieses Lehrmittel ist eine Hilfestellung zum Erlangen der Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln. Zusätzliche oder aktualisierte Informationen können im Internet bezogen werden:

- www.fachbewilligung.ch

Solche Hinweise sind jeweils im Lehrmittel am Seitenende durch eine orange Kugel hinter dem Text gekennzeichnet.

Fachbegriffe:

Ist ein Wort im Text mit einem * versehen, findet sich hierzu im Kapitel 11 «Fachbegriffe» eine Erläuterung.

Meldestelle für Neuanlagen:

Neue Kälteanlagen und Wärmepumpen mit mehr als 3 kg Kältemittel müssen hier gemeldet werden:

- www.smkw.ch

Wegleitung:

Eine Wegleitung als Hilfestellung zur Anmeldung von meldepflichtigen Anlagen kann bei der Meldestelle (meldestelle-kaelte.ch) heruntergeladen werden.

BAFU:

Das Bundesamt für Umwelt kann unter folgender Internetadresse erreicht werden:

- www.bafu.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Ökologie	5
1.1	Die Lebensräume	6
1.2	Die Atmosphäre	7
1.3	Zusammensetzung der Atmosphäre	8
1.4	Ozon in der Troposphäre	9
1.5	Die Ozonschicht	10
1.6	Ozonabbau in der Stratosphäre	11
1.7	Der Treibhauseffekt	12
1.8	Gewässerbelastung	13
1.9	Eigenschaften und Umweltverträglichkeit	14
1.10	Emission und Verlauf	15
1.11	Begriffe zu Ozonschicht und Treibhauseffekt	16
2	Toxikologie	17
2.1	Aufnahme über die Atmung	17
2.2	Aufnahme über die Haut	18
2.3	Aufnahme über den Mund	18
2.4	Toxizität	19
2.5	Risikoabschätzung und Prävention	21
3	Gesetzgebung	22
3.1	Chemikaliengesetz	22
3.2	Umweltschutzgesetz	23
3.3	Gewässerschutzgesetz	23
3.4	Arbeitsgesetz	23
3.5	Unfallversicherungsgesetz	24
3.6	Chemikalienverordnung	24
3.7	Chemikalien Risikoreduktionsverordnung	24
3.8	Fachbewilligung und Beizugspflicht	25
3.9	Kennzeichnung	26
3.10	Einfuhr und Verwendung von Chemikalien	27
3.11	Zuständige Behörden	27
4	Schutz der Gesundheit	28
4.1	Erste Hilfe	28
4.2	Notfallplanung	28
4.3	Alleine arbeiten	28
4.4	Jugendliche	28
4.5	Neu am Arbeitsplatz	29
4.6	Nicht ortsfeste Arbeitsplätze	29
4.7	Arbeitsmittel, Maschinen und Werkzeuge	29
4.8	Arbeiten mit Kältemittel und Chemikalien	30
5	Kältemittel	31
5.1	Herstellung synthetischer Kältemittel	32
5.2	Bezeichnung der Kältemittel	33
5.3	Kältemittelmischungen	35
5.4	Anorganische Kältemittel	36
5.5	Tabelle wichtiger Kältemittel	37
6	Kälteöl	38
6.1	Wahl des Kälteöls	38
7	Recycling und Entsorgung	40
7.1	Entsorgung durch Vernichtung	40
7.2	Primärrecycling	40
7.2	Sekundärrecycling	40
8	Kältetechnik	41
8.1	Kältetechnische Grundlagen	42
8.2	Kälteanlage und Wärmepumpe	43
8.3	Die Hauptkomponenten	44
8.4	Die Klimaanlage in Fahrzeugen	46
9	Anlagebau	47
9.1	Leitungsmontage und Leitungsführung	48
9.2	Vermeidung von Leckagen	49
9.3	Die Ölrückführung	50
10	Service und Unterhalt	51
10.1	Kontrollpunkte am System	52
10.2	Fehlersuche und Diagnose	53
11	Fachbegriffe	54

Die Ökologie, hervorgegangen aus der Biologie (Lehre vom Leben), befasst sich mit dem Haushalt der Natur. Sie versucht, die Natur als Ganzes zu erfassen und beschreibt die Wechselbeziehungen (Symbiosen) zwischen den Lebewesen und ihrer unbelebten Umgebung. Der Begriff Ökosystem setzt sich im weitesten Sinne aus den beiden Wörtern «Haus» und «verbunden» zusammen, bedeutet somit soviel wie «verbundenes Haus».

Aber warum soll sich die Technik im Allgemeinen und die Kältetechnik sogar im Speziellen mit Themen der Ökologie beschäftigen? Vereinfacht lässt sich sagen, dass primär der Betriebsstoff «Kältemittel» und seine Auswirkungen nach einer Emission* eine bessere Kenntnis von Fachpersonen sowohl über die Ökologie als auch über als Kältemittel eingesetzte Stoffe erzwingt.

Synthetische Kältemittel besitzen oft ein erheblich gesteigertes Treibhauspotential.

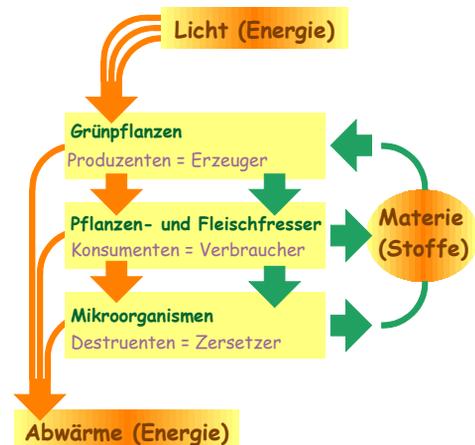
Chlorhaltige Kältemittel in alten Anlagen schädigen bei einer Emission die Ozonschicht.

Ein Ökosystem kann gross oder klein sein. So kann ein Wassertümpel oder ein Ozean, ein Gemüsegarten oder eine ausgedehnte Ackerlandschaft in Russland oder Amerika als Ökosystem betrachtet werden. Keines dieser Systeme ist eindeutig begrenzt, da sie sich mit den benachbarten Ökosystemen überschneiden. Nicht nur natürliche Gebiete, wie Teiche, Seen, Flüsse, Moore, Wälder, Naturwiesen usw. sind Ökosysteme, sondern auch künstliche Systeme wie z.B. Getreideäcker und Siedlungsgebiete. Somit lässt sich der gesamte Planet Erde als Ökosystem auffassen.

Ökosystem:

unbelebte Umgebung (Lebensraum) plus Gemeinschaft der Lebewesen

Bei näherer Betrachtung zeigen sich viele gegenseitige Einflüsse und Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Tieren. Auch die Umgebung, z.B. der Boden, das Wasser und die Luft, steht in Beziehung zu den Lebewesen. Die Biologen bezeichnen deshalb das Ganze als Ökosystem und unterscheiden grundsätzlich zwischen unbelebter Umgebung, dem **Lebensraum** und der **Gemeinschaft der Lebewesen**. Ein Ökosystem wird demnach als die Summe der Lebewesen innerhalb deren Lebensräume verstanden. Wichtigste Voraussetzung für das **Leben** und den hierfür benötigten **Stoffwechsel** ist **Energie**, welche in Form von Licht von der Sonne emittiert wird.



Pflanzen beispielsweise nutzen in der **Fotosynthese** die Energie des Lichtes zum Aufbau eigener Körpersubstanz. Diese wird mit Hilfe des CO_2 - Gehaltes der Atmosphäre gebildet: der Kohlenstoff wird absorbiert, während der Sauerstoff an die Atmosphäre zurückgegeben wird. Zudem benötigen Pflanzen Dünger als Nährstoffe, die im Wasser unter anderem als Nitrat* gelöst sind.

Menschen und **Tiere** wiederum benötigen den Sauerstoff aus der Atmosphäre, um den Verbrennungsprozess des Stoffwechsels aufrecht zu erhalten. Mit dieser Energie arbeiten Muskeln, Gehirn und Zellen. Das als Abfallprodukt entstehende CO_2 wird an die Atmosphäre abgegeben, womit sich der Kreislauf zwischen Pflanzen einerseits sowie Menschen und Tieren andererseits schliesst.

Ein sich im energetischen Gleichgewicht befindlicher Körper ist tot.