DGNB
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
German Sustainable Building Council

REPORT 09/2018

Kostenfalle Kältemittel

Was Bauherren und Planer wissen sollten

Autoren: Dr. Anna Braune, Monika Läufle, Christine Ruiz Durán (DGNB e.V.)
Fachliche Beratung: Dr. Daniel de Graaf (Umweltbundesamt),
Prof. Dr.-Ing. Ullrich Hesse (Technische Universität Dresden)

INHALT

Kurzdarstellung 2
Problematik Kältemittel 3
Geschichte der Kältemittel 6
Wege aus der Misere 8
Kältemittel in deutschen Zertifizierungs-systemen für nachhaltiges Bauen 10
Praxisbeispiele 12
Fazit & Ausblick 15

© Pixabay

KERNAUSSAGEN

» Kältemittel mit sehr hohem Treibhauspotenzial dürfen nur noch **eingeschränkt** verwendet werden.

» Kälteanlagen, die mit HFKW-Kältemitteln befüllt werden, sind mit **hohen ökologischen und finanziellen Risiken** verbunden. Investitionen in **zukunftssichere Alternativen** lohnen sich.

» Es sind **bauliche Möglichkeiten und passive Lösungen verfügbar**, deren Umsetzung erfordert eine verstärkte Zusammenarbeit von Architekten und Energieplanern.

INHALT

Kurzdarstellung 2

Problematik Kältemittel 3
Wie es zur Verknappung kam und warum es sie braucht

Geschichte der Kältemittel 6
Ein Problem lösen, ein anderes schaffen

Wege aus der Misere 8
Natürliche Kältemittel, bauliche Maßnahmen und Building Sense Now

Kältemittel in deutschen Zertifizierungssystemen für nachhaltiges Bauen 10

Praxisbeispiele 12

Fazit & Ausblick 15

Kurzdarstellung

Der Sommer 2018 hat uns strahlenden Sonnenschein und hohe Temperaturen beschert. Diese werden zwar im Urlaub und in der Freizeit häufig noch als angenehm empfunden. Für Gebäudenutzer kann der Aufenthalt in geschlossenen Räumen wie etwa in Büros oder in den eigenen vier Wänden jedoch bei steigenden Innenraumtemperaturen zunehmend unangenehm werden. Schnell werden Forderungen nach einer Klimatisierung von Gebäuden laut. Und auch die Kühlung von Lebensmitteln und anderen Waren muss durchgehend sichergestellt werden. Neben der gewünschten Abkühlung kann der Einsatz von Klima- und Kälteanlagen, für deren Betrieb Kältemittel verwendet werden, jedoch auch negative Folgen mit sich bringen.

»Viele denken: Das bisschen Kältemittel macht doch nichts. Dabei sind HFKW weltweit für fast so viele Emissionen verantwortlich wie der Flugverkehr.«

Dr. Daniel de Graaf, Umweltbundesamt

Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) haben i.d.R. ein hohes Treibhauspotenzial. Trotzdem werden sie noch immer als Kältemittel in zu vielen Klimaanlagen, Kälteanlagen oder z. B. Wärmepumpen eingesetzt, obwohl Alternativen verfügbar sind und der Einsatz ein Risiko für Marktteilnehmer darstellt (siehe Seite 6). Deshalb sollen besonders treibhauswirksame HFKW reduziert oder ersetzt werden. So wird bis zum Jahr 2030 die Menge der CO_2-Äquivalente der HFKW (und damit ihr Beitrag zum Treibhauseffekt) schrittweise um rund 80 % gegenüber der für das Jahr 2015 festgelegten Ausgangsmenge beschränkt. Dieses „Phase Down" ist eine der zentralen Auswirkungen der seit 2015 gültigen europäischen F-Gas-Verordnung. Die Verordnung stellt einen Teil der Klimaschutzmaßnahmen der europäischen Kommission dar und leistet auch international einen Beitrag zum Klimaschutz.

Um vor diesem Hintergrund bereits heute zukunftsfähig zu planen und zu bauen, möchte die DGNB Bauherren und Planer zum Einsatz von Kältemitteln informieren und hat im Juni 2018 in Berlin eine Informationsveranstaltung organisiert. Die Ergebnisse der Veranstaltung sind in dieser Publikation zusammengefasst.

Problematik Kältemittel

Wie es zur Verknappung kam und warum sie notwendig ist.

Hatte vor 23 Jahren nur jeder vierte Neuwagen eine Klimaanlage, werden heute nahezu alle neuen Autos damit ausgerüstet. Heute verzichtet kaum noch ein Autofahrer freiwillig darauf. Kühle Temperaturen an heißen Tagen – diesen Komfort werden immer mehr Menschen auch für ihre Büros und Wohnungen einfordern. Besonders in den nächsten Jahren, wenn durch die Klimaerwärmung mit mehr heißen Tagen zu rechnen ist.

Kurzum: Der Bedarf an Klimakälte wird global extrem ansteigen. Dafür sorgen auch Faktoren wie eine veränderte Bauweise mit zunehmend verglasten Gebäuden. Schreitet die Digitalisierung voran, wird dafür ebenfalls mehr Kühlung für Bürotechnik und Serverräume nötig sein.

Für die Klimaanlagen werden immer mehr Energie und Kältemittel benötigt. Das Problem dabei: Im Großteil der heute bestehenden Kälteanlagen werden klimaschädliche Kältemittel verwendet. Um den weltweiten Temperaturanstieg auf deutlich unter 2°C zu halten, hat sich die europäische und internationale Gemeinschaft darauf geeinigt, auf Kältemittel mit sehr hohem Treibhauspotenzial in Zukunft weitestgehend zu verzichten. Kann man eine Branche dazu bringen, Stoffe in solch großem Umfang auszutauschen? Lässt sich ein solch ambitioniertes Klimaschutzziel erreichen?

ENERGIE UND KLIMAANLAGEN

Neben Kältemitteln hat der Energieverbrauch einen (sogar noch größeren) Anteil an CO_2-äquivalenten Emissionen. Der Strom, der heute für Klimaanlagen weltweit verbraucht wird, entspricht zweieinhalb Mal dem Stromverbrauch von ganz Afrika. Schätzungen gehen davon aus, dass sich der Energiebedarf bis 2050 verdreifachen wird. Etwa, weil von den 2,8 Milliarden Menschen, die in den heißesten Regionen der Welt leben, im Moment nur acht Prozent eine Klimaanlage besitzen.
Um in Zukunft den Energiehunger der Klimaanlagen stillen zu können, erfordert das laut IEA-Bericht so viel Strom, wie heute in Deutschland und den USA zusammen produziert wird.

Quelle: OECD/IEA, "The Future of Cooling"

GLOSSAR

- **F-Gase:** fluorierte Treibhausgase. Sammelbegriff für teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), Schwefelhexafluorid (SF_6) und Stickstofftrifluorid (NF_3). 2015 wurden 82 % (Masse) aller F-Gase in der EU als Kältemittel eingesetzt.
- **FCKW:** Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Eine Gruppe sehr stabiler Gase, die die Ozonschicht abbauen und ein sehr hohes Treibhauspotenzial haben. Wurden ab den 1930er Jahren als Kältemittel verwendet.
- **HFKW:** Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe. Kommen überwiegend als Kältemittel, z.T. auch als Schäumungsmittel, zum Einsatz. Wurden als Ersatzstoffe für FCKW verwendet, da sie die Ozonschicht nicht gefährden. Jedoch haben sie i.d.R. ein hohes Treibhauspotenzial.
- **Leckage:** Kälteanlagen verlieren Kältemittel im Betrieb durch Undichtigkeiten, auch Leckagen genannt, und bei der Entsorgung. Die nationale Treibhausgasberichterstattung beziffert die Kältemittelemissionen in der stationären Klimatisierung auf ca. 1 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalente (Angabe für das Jahr 2015).

FCKW – eine Gefahr für die Ozonschicht

Es hat schon einmal funktioniert. Mit dem Montrealer Protokoll war es geglückt, Stoffe zu reduzieren, die nachweislich Umweltprobleme verursachen. Vor allem FCKW, die damals in großen Mengen als Kältemittel, Lösemittel und u.a. Treibmittel in Spraydosen eingesetzt wurden. Was damals mit den FCKW gelungen ist, soll in den nächsten Jahren mit den HFKW gelingen.

1974

1974 wurde zum ersten Mal der Verdacht geäußert, dass FCKW-Moleküle die Ozonschicht beschädigen. Elf Jahre später konnte ein Ozonloch über der Antarktis nachgewiesen werden (s. hierzu auch Seite 6). Obwohl mit den FCKW-Gasen die Schuldigen gefunden waren, reagierten Produzenten und Industrie erst, als Politik, Wissenschaftler und Umweltschützer anfingen, massiv Druck auszuüben.

1987

Das Vorbild: Montrealer Protokoll

Ein wichtiger Meilenstein dabei war das Montrealer Protokoll von 1987. Dieses Dokument unterzeichneten zunächst 24 Staaten und die Europäische Gemeinschaft. Nach und nach traten alle 193 UN-Staaten bei und verpflichteten sich damit zum Schutz der Ozonschicht. Dieses gemeinsame Ziel vereinte die UN-Staaten in einer bisher nie dagewesenen Konsequenz. Es war das erste Mal, dass eine völkerrechtliche Vereinbarung zum Schutz der Erde nachweislich zum Erfolg führte.

Die Vertragsstaaten verpflichteten sich, Produktion und Verbrauch von FCKW innerhalb von 13 Jahren zu halbieren. Einmal im Jahr tauschten sich die Unterzeichner darüber aus, wie die Minderungsmaßnahmen wirkten und verhandelten über Weiterentwicklungen. Es folgten (europäische) Verordnungen, Beschränkungen und letztendlich Verbote. Mit Erfolg. Die Produktions- und Verbrauchsmengen der ozonschichtschädigenden Stoffe sanken drastisch. Der Anstieg der FCKW-Konzentration in der Atmosphäre konnte gestoppt werden. Etwa seit dem Jahr 2000 geht diese langsam zurück.

2014

F-Gas-Verordnung & Kigali-Beschluss gegen HFKW

Stark ozonschichtschädigende Stoffe werden heute kaum noch freigesetzt. Jedoch zeigten die „Ersatzprodukte" Nebenwirkungen. So steht der Rückgang der FCKW im direkten Zusammenhang mit der ab 1990 starken Zunahme der klimaschädigenden HFKW-Kältemittelemissionen. HFKW schädigen zwar nicht die Ozonschicht, tragen aber zum Klimawandel bei. Um dem entgegenzuwirken trat die europäische F-Gas-Verordnung 2006 in Kraft und wurde 2014 durch eine novellierte Fassung ersetzt (gültig seit 2015). Diese wird die Menge der durch HFKW verursachten CO_2-Äquivalente bis 2030 schrittweise auf ein Fünftel der heutigen Mengen senken (s. Abbildung Seite 5).

2016

Auch auf internationaler Ebene wurde das Problem des Treibhauseffektes erkannt. Zwei Jahre nachdem in der EU die F-Gas-Verordnung verabschiedet wurde, wurde auf der 28. Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll in Kigali eine deutliche Reduktion der Verwendung von HFKW auf Basis der CO_2-Äquivalente beschlossen. Die Konferenzen finden nach wie vor regelmäßig statt, um die Ergebnisse zu überprüfen und über eventuelle Verschärfungen zu verhandeln. Die Vertragsstaaten beobachteten über mehrere Jahre die Emissionsentwicklung der HFKW und einigten sich darauf, bis 2047 (nicht 2030 wie bei der F-Gas-Verordnung) die Menge auf 15 bis 20 % der Ausgangsmenge schrittweise zu reduzieren.

2047

FCKW Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFKW Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe. Der größte Anwendungsbereich für fluorierte Treibhausgase ist weltweit mengenmäßig gesehen der HFKW-Einsatz als Kältemittel. Daher wird dieser im Folgenden näher betrachtet.
F-Gas-Verordnung Verordnung (EU) Nr. 517/2014
Beschlüsse Neben internationalen Beschlüssen befassen sich auch nationale Verordnungen mit dem Thema HFKW. Etwa die „Chemikalien-Klimaschutzverordnung".
GWP Global Warming Potential, Treibhauspotenzial, in CO_2-Äquivalenten

Phase Down

Die europäischen und internationalen Beschlüsse haben das gleiche Ziel: Die Reduktion der klimaschädlichen HFKW-Emissionen. Somit werden die in Industriestaaten heute üblichen Kältemittel mit hohem GWP nur noch in einem geringen Umfang eingesetzt werden.

Ähnlich wie bei den FCKW ist ein Ausstieg von jetzt auf gleich nicht möglich. Deshalb entschloss sich die EU in der F-Gas-Verordnung zu einem „Phase Down"-Prozess (s. Abbildung). Schrittweise wird dabei die am Markt verfügbare Menge an HFKW, gemessen in Tonnen CO_2-Äquivalenten (t CO_2e), und damit an regelmäßig genutzten Kältemitteln, reduziert. Die erste Phase hat bereits begonnen. 2018 stand dem Markt nur noch 63 % der Ausgangsmenge zur Verfügung. Bis 2030 steht dem Markt nur noch 21 % der Ausgangsmenge von 2015 zur Verfügung. Neben dieser „Verknappung" treten zusätzliche Verbote in Kraft. So werden für verschiedene Einsatzgebiete HFKW verboten, die einen bestimmten GWP-Wert überschreiten.

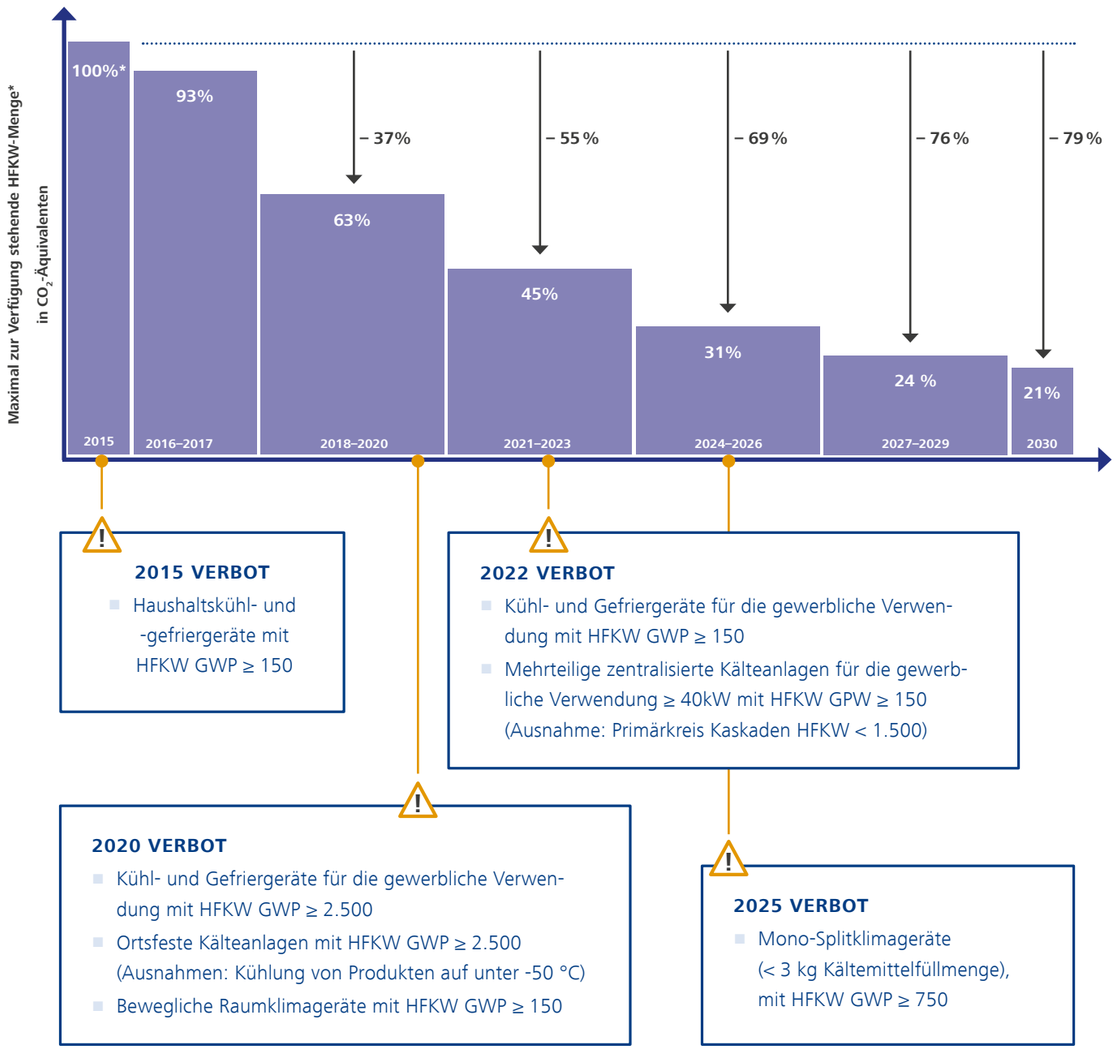

Abbildung: Phase Down der F-Gas-Verordnung

*Ausgangsmenge: 100 % = 183,1 Mio. t CO_2-Äquivalente. Das entspricht dem Durchschnitt der 2009-2012 in Verkehr gebrachten HFKW-Menge.

WAS HEISST DAS FÜR DEN NUTZER?

Die Nutzer müssen sich darauf einstellen, dass die knapper werdenden halogenierten Kältemittel teurer werden. Schon in der ersten Phase der Verknappung konnte seit Anfang des Jahres 2017 ein Preisanstieg von bis zu 500 Prozent beobachtet werden (Quelle: Öko-Recherche).

Wer eine Kälteanlage einbaut, die mit heute noch zulässigen, aber zukünftig stark reglementierten Kältemitteln betrieben wird, muss einen möglichen wirtschaftlichen Schaden in Kauf nehmen. Es geht dabei nicht nur um verteuerte Einkaufspreise für das Kältemittel. Der Nutzer muss damit rechnen, die Anlage vor Ende der Lebenszeit auszutauschen, wenn die Anlage nicht mehr gewartet werden kann oder die Betriebsmittel zum Nachfüllen nicht mehr verfügbar sind.

Beachten sollten die Nutzer auch: Kältemittel lassen sich nicht einfach austauschen. Ein bestehendes System kann oft nur mit großem Aufwand gegen ein umweltfreundlicheres System ausgetauscht werden. Zwar sind „Drop-Ins“ auf dem Markt verfügbar, also Kältemittel, die ohne größere Änderungen der Anlagen eingesetzt werden können. Diese Gemische lassen sich jedoch nicht überall einsetzen und eins zu eins austauschen.

Wer sich heute für eine Klimatechnik entscheidet, sollte sich deshalb für eine zukunftssichere Variante entscheiden.

KONSEQUENZEN

1. Kältemittel werden teurer.
2. Kältemittel sind nicht mehr verfügbar.
3. Kälteanlagen müssen vor Ende der Lebenszeit ausgetauscht werden.

Geschichte der Kältemittel oder: ein Problem lösen, ein anderes schaffen

Die Kältemaschinen-Betreiber sind auf der Suche nach neuen, alternativen Kältemitteln. Kann man sich darauf verlassen, dass in Laboren Alternativen gefunden werden, die sich problemlos in bestehende Anlagen füllen lassen? So einfach ist es nicht, wie ein Blick auf die Geschichte der Kältemittel zeigt.

Natürliche Kältemittel

Bereits vor 200 Jahren experimentiere Jacob Perkins an einem Kühlgerät und stellte 1834 eine Kaltdampf-Kompressionskältemaschine vor. Als Kältemittel wählte er Ether. 40 Jahre später, 1876, entwickelt Carl von Linde eine weitere Kältemaschine. Anders als Perkins kühlte er mit Ammoniak. Die Maschinen funktionierten. Jedoch war die damalige Technik mit den Gefahren, die von natürlichen Kältemitteln ausgingen, überfordert. Ether brennt, Ammoniak ist darüber hinaus toxisch. Es kam zu tödlichen Unfällen.

FCKW – „sicher“, aber ozonabbauend

Ende der 1920er Jahre kamen die ersten Klimaanlagen auf, Kühlschränke und Kühlräume wurden immer beliebter. Man begann, „sichere“ Kältemittel zu entwickeln. In den Laboren entstanden Stoffe, die man gefahrlos einatmen konnte und die nicht zu brennen anfingen. Mit den Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) entstand eine umfangreiche Gruppe an Stoffen, die als Kältemittel verwendbar und wesentlich einfacher und sicherer in der Handhabung waren.

Jedoch wurde die Stabilität, die in den Kälteanlagen erwünscht war, in der Atmosphäre zum Problem. Die FCKWs waren so stabil, dass sie unversehrt in große Höhen aufsteigen konnten und erst in der Stratosphäre durch das UV-Licht gespalten wurden. Das dabei freigesetzte Chlor fing an, die Ozonschicht zu schädigen. Mit dem Montrealer Protokoll 1987 wurde der FCKW-Ausstieg eingeleitet.

Stabilität der FCKW Die Lebensdauer für FCKW-11 beträgt 45 Jahre, für FCKW-12 sogar 100 Jahre. So lässt sich heute noch FCKW in der Atmosphäre nachweisen.
ODP Ozonabbaupotenzial

HFKW – kein Ozonabbaupotenzial, aber potentes Treibhausgas

Wieder begann die Suche nach neuen Kältemitteln. Die Hersteller konzentrierten sich auf chemisch verwandte Stoffe. Die für die Kälteanlagen positiven Eigenschaften sollten erhalten bleiben, nur sollten die neuen Kältemittel die Ozonschicht nicht weiter gefährden. Mit teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW) fand man eine Alternative, die nur geringe technische Änderungen an den Anlagen erforderlich machten. Auch für die Kältetechniker änderte sich nur wenig. Sie mussten sich lediglich auf einen vermehrten Einsatz von Gemischen einstellen. So wurden die FCKW-Kältemittel fast vollständig durch HFKW ersetzt. Heute weiß man, dass auch diese Stoffe weder zukunftssicher noch umweltfreundlich sind. Mit ihrem teilweise hohen Treibhauspotenzial (GWP) tragen sie zur Erderwärmung bei. Deshalb soll auch ihr Einsatz stark eingeschränkt werden.

Was kommt als nächstes?

Wieder stehen wir an einem Wendepunkt. Mit Blick auf das Periodensystem gibt es nur beschränkt Möglichkeiten für völlig neue Stoffe. Gesucht werden Kältemittel, die die Ozonschicht nicht schädigen, ein niedriges Treibhauspotenzial haben, zudem einfach und sicher sind. Gibt es diese? Oft widersprechen sich die einzelnen Forderungen. So sind die meisten Stoffe mit niedrigem GWP brennbar.

Es ist vorhersehbar, dass die Kältemittel anspruchsvoller in der Handhabung werden und sich dieses Mal nicht einfach austauschen lassen. Die Kälte- und Klimabranche wird sich auf Kältemittel mit anderen Eigenschaften und auf andere Technik einstellen müssen. Bereits jetzt ist zu beobachten: Dank ihrer umweltverträglicheren Eigenschaften werden die natürlichen Kältemittel nach und nach wiederentdeckt.

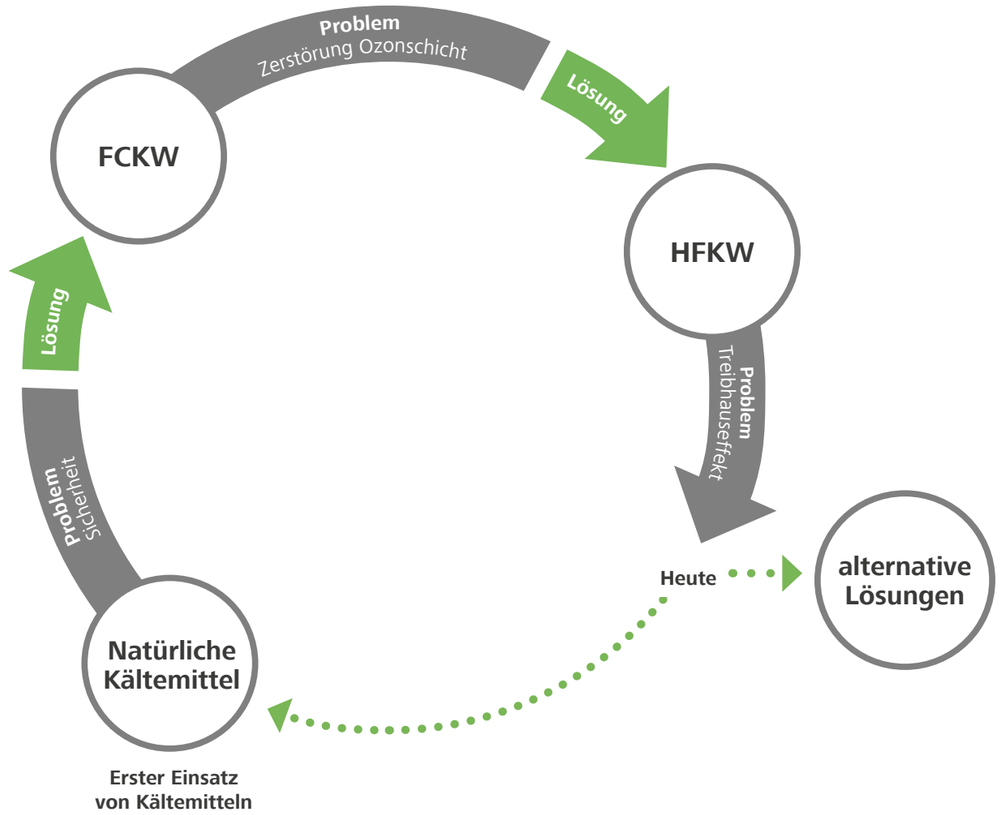

Abbildung: Geschichte der Kältemittel

Wege aus der Misere

Natürliche Kältemittel

In den Kühlabteilungen von Supermärkten findet man bereits seit vielen Jahren Kälteanlagen, die mit natürlichen Kältemitteln wie CO_2 oder Propan kühlen. Auch für nahezu alle anderen relevanten Anwendungsgebiete finden sich Lösungen mit natürlichen Kältemitteln. Die Vorteile sind vielfältig. Natürliche Kältemittel haben kein oder nur ein geringes Treibhauspotenzial. Da sie frei von Fluor sind, betrifft sie auch die F-Gas-Verordnung nicht. Zudem ist ihre energetische Effizienz vielfach belegt und ihre Eigenschaften sind gut erforscht.

Jedoch lassen sich natürliche Kältemittel nicht in Kälteanlagen einfüllen, die bisher mit HFKW-Kältemitteln befüllt waren. Diese Kältemittel sind nicht austauschbar, da die Technik auf die kritischen Eigenschaften wie Brennbarkeit, Toxizität oder Geruch angepasst werden muss.

»Die Richtung ist klar.
Es geht hin zu natürlichen Kältemitteln.«
Prof. Dr.-Ing. Ullrich Hesse (Technische Universität Dresden)

VOR- UND NACHTEILE EINIGER NATÜRLICHER KÄLTEMITTEL

	WASSER H_2O / R718	AMMONIAK NH_3 / R717	KOHLENDIOXID CO_2 / R744	PROPAN C_3H_8 / R290
VORTEILE	▪ umweltverträglich ▪ ungefährlich ▪ verfügbar ▪ preiswert	▪ preiswert ▪ chemisch beständig ▪ kleine Mengen ausreichend ▪ wirtschaftlich ▪ energieeffizient ▪ verfügbar ▪ günstige thermodynamische Eigenschaften	▪ chemisch beständig ▪ farb- und geruchlos ▪ preiswert ▪ verfügbar ▪ nicht brennbar ▪ hohe volumetrische Kälteleistung ▪ effizient	▪ geruchlos ▪ hervorragende thermodynamische Eigenschaften (damit energiesparend) ▪ preiswert
NACHTEILE	▪ Einschränkung durch physikalische Eigenschaften ▪ größere Anlagen und Turboverdichter nötig	▪ toxisch ▪ brennbar ▪ Explosionsgefahr ▪ stechender Geruch ▪ Panikrisiko	▪ bei hohen Konzentrationen gesundheitsgefährdend ▪ je nach Anwendung zusätzlicher Aufwand zur Effizienzsteigerung erforderlich	▪ in hohen Konzentrationen narkotisierend bis erstickend ▪ brennbar ▪ Explosionsgefahr ▪ Sekundärkreislauf

Neue chemische Lösungen

Auch die Chemieindustrie arbeitet an einer neuen Kältemittel-Generation. Auf den Markt kamen bereits ungesättigte teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (uHFKW), die als HFO vermarktet werden. Ein Vertreter dieser Gruppe ist das Kältemittel R1234ze.

Mit einem niedrigen GWP belasten diese Stoffe das Klima nur gering. Der niedrige GWP macht sie – ebenso wie viele natürliche Kältemittel – jedoch brennbar. Zwar lassen sich HFOs, besonders als Gemische, mit geringfügigen Anpassungen in einigen herkömmlichen Kälteanlagen verwenden. Sie müssen trotzdem mit entsprechender Vorsicht gehandhabt werden und lassen sich nicht eins zu eins austauschen.

Hinzu kommt: Die Auswirkungen, die diese Stoffe auf Mensch und Umwelt haben, sind nicht ausreichend erforscht. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Stoffe neue, bisher nicht bekannte Probleme verursachen. Ein Beispiel: R1234yf. Das Kältemittel ist ein weiterer Vertreter der HFO und kommt seit 2012 in Autoklimaanlagen als Ersatz zum verbotenen, klimaschädlichen Kältemittel R134a zum Einsatz. Es kam in die Kritik, als sich herausstellte, dass der Stoff bei Verbrennung Flusssäure freisetzt, die lebensgefährlich für den Menschen werden kann. Zudem kann das Zerfallsprodukt Trifluoressigsäure (TFA) mit üblichen Aufbereitungsverfahren nicht aus dem Wasser gefiltert werden.

»Ich bin überzeugt: Jeder Stoff, den die Natur nicht selbst kreiert hat, hat Auswirkungen auf die Umwelt. Auch wenn wir im Moment noch nichts davon wissen.«
Burkhard Dunst, Frigoteam Handels GmbH

Die Erfahrung hat gezeigt, dass neu entwickelte Kältemittel häufig neue Probleme verursachen, deren Folgen zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar sind (s. Abbildung Seite 7). Es gilt daher, andere Lösungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen.

Alternativer Ansatz: Bauliche Maßnahmen & Building Sense Now

Die meisten Gebäude in Mitteleuropa können so gestaltet werden, dass sie auf Klimaanlagen verzichten können. Schon alleine der Blick auf Energiebedarf und Energiekosten sollte dazu anregen, sich zu fragen, ob eine aktive Kühlung notwendig ist. Eine passive Kühlung ist in vielen Neubauten möglich. Auch in Bestandsgebäuden lassen sich Maßnahmen zur Kühlung umsetzen.

Eine weitere Alternative ist, weniger Kältemittel zu verbrauchen. Wir werden in den kommenden Jahrzehnten mit der Klimaerwärmung wärmere Temperaturen in Kauf nehmen müssen.

Muss es im Büro über zehn Grad kälter sein als draußen? Reicht es nicht auch, wenn das Büro um nur wenige Grad heruntergekühlt wird? Daneben lohnt ein Blick über den Tellerrand. Serverräume müssen gekühlt werden. Doch braucht jede Firma einen eigenen Serverraum? Gibt es die Möglichkeit, die Daten extern in einer Cloud zu lagern und effektiv kühlende Rechenzentren in Anspruch zu nehmen?
Daneben sollte die Bauweise an die regionalen klimatischen Bedingungen angepasst sein. Müssen Bürogebäude in heißen Gegenden komplett verglast werden? Müssen in der Stadtmitte die Flächen zu einem hohen Anteil versiegelt werden, die dadurch zu zusätzlicher Überwärmung beitragen? Hier sind Architekten und Planer gefragt, Lösungen zu entwickeln und den Einsatz von Klimaanlagen auf ein Minimum zu reduzieren. 2017 startete dazu die Initiative „Building Sense Now". Ziel ist es, ein breites Netzwerk von gleichgesinnten Architekten, Ingenieuren und Designern zu schaffen, die sich weltweit für klima- und kultursensible Gebäude einsetzen und Gebäude den regionalen Gegebenheiten anpassen.

MASSNAHMEN ZUR PASSIVEN KÜHLUNG

- Verschattung
- angemessene Wärmedämmung
- angemessene Fensterflächen
- Reduzierung interner Lasten von Elektrogeräten und Beleuchtung
- Nachtauskühlung
- Passive oder freie Kühlung
- Erhöhen und Nutzen der aktivierbaren Speichermasse des Gebäudes
- Verfahren ohne klimaschädliche Kältemittel zum Abführen von Wärme (Kühlen mit Kühlturm, Grundwasser, Abwärmenutzung)

H_2O und R718 bezeichnen den gleichen Stoff. R-Bezeichnungen sind die gängigen technischen Bezeichnungen für Kältemittel.
Propan Neben Propan sind weitere Kohlenwasserstoffe (als Reinstoff oder Gemisch) als Kältemittel im Einsatz.
HFO Hydrofluoroolefin
R1234ze Tetrafluorpropen
Energieverbrauch und Klimaanlagen siehe Seite 3
Building Sense Now www.buildingsensenow.com

Kältemittel in deutschen Zertifizierungssystemen für nachhaltiges Bauen

Kälteanlagen, die klimaschädliche Kältemittel benötigen, sind nicht zukunftsfähig. Das wirft die Frage auf: Dürfen in Gebäude, denen mit einem Zertifikat Nachhaltigkeit bescheinigt wird, solche Kälteanlagen überhaupt noch eingebaut werden?

Ein generelles Verbot gibt es nicht. Jedoch fließt das Thema Kältemittel, bzw. Kältetechnik, in die Bewertung der zwei deutschen Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen, DGNB und BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen), ein. Die beiden Bewertungssysteme haben in einer mehrjährigen Zusammenarbeit einen ersten Kriterienkatalog gemeinsam entwickelt, mit dem sich ganzheitlich Nachhaltigkeitsaspekte von Gebäuden bewerten lassen. Aus diesem ersten Katalog entwickelten sich zwei separate, aber ähnliche Systeme.

Während die DGNB mit Anreizen in vier Kriterien (s. rechte Seite) die Bauherren überzeugen will, freiwillig auf klimaschädliche Kältemittel zu verzichten, wird das BNB System immer öfter bei den öffentlichen Händen verbindlich angewendet. Neben gezielten Erlassregelungen und Empfehlungen wie der AMEV Kälte 2017, unterstützt das BNB durch seine Qualitätsmerkmale die Behörden bei der Sicherstellung, dass wenig Kältetechnik (und damit wenig bis keine Kältemittel) in öffentlichen Gebäuden eingesetzt werden. So sind im Bundesbau Neu-, Um- und Erweiterungsbauten so zu planen, dass gesundheitlich zuträgliche Raumtemperaturen in normalen Büroräumen im Sommer generell ohne Einsatz maschineller Kühlung eingehalten werden können. Nur in Ausnahmefällen, wenn eine maschinelle Kühlung unumgänglich ist, wird Kältetechnik eingebaut. Durch die Berücksichtigung des für die Kühlung benötigten Energiebedarfs und den daraus resultierenden Umweltwirkungen im BNB, wird der Anreiz verstärkt, notwendige Kälteanlagen so zu planen, dass sie mit möglichst wenig fossiler Energie betrieben werden können. Der Einsatz von natürlichen Kältemitteln wird darüber hinaus positiv bewertet.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass es zu Verschärfungen in den Bewertungssystemen kommt. So ist es im DGNB System vorstellbar, dass der Bauherr mit einer Unterschrift bestätigt, dass er vom Planer über die Folgen aufgeklärt wurde. Damit weist er nach, dass er die Konsequenzen (z.B. Folgekosten) bewusst in Kauf nimmt, wenn er sich für eine Kälteanlage entscheidet, die zukünftig stark reglementierte und nur noch schwer verfügbare Kältemittel benötigt. Zukünftig könnten auch Umweltwirkungen von Kältemitteln (Herstellung, Leckagen, Entsorgung) in die Ökobilanz einberechnet werden.

DAS DGNB SYSTEM

Die Grundsystematik zur Bewertung der Nachhaltigkeitsqualität von Gebäuden wurde gemeinsam von der DGNB und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) 2009 entwickelt. Während das BMVBS diese Grundlage passgenau für die Eigenbewertung von Bundesbauten präzisiert hat, entwickelte die DGNB daraus ein vollständiges Zertifizierungssystem für verschiedenste Gebäudenutzungen und Quartiere.

Das Nachhaltigkeitskonzept des DGNB Systems ist weit gefasst und reicht über das bekannte Dreisäulenmodell hinaus. Es betrachtet durchgängig alle wesentlichen Aspekte des nachhaltigen Bauens. Diese umfassen die sechs Themenfelder Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standort.

Dabei fließen die ersten drei Themenfelder gleichgewichtet in die Bewertung ein. Damit ist das DGNB System das einzige, das dem wirtschaftlichen Aspekt des nachhaltigen Bauens ebenso große Bedeutung zumisst wie den ökologischen Kriterien. Die Bewertungen basieren stets auf dem gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Entscheidend: Das DGNB System bewertet keine einzelnen Maßnahmen, sondern die Gesamtperformance eines Gebäudes bzw. Quartiers.

Die DGNB vergibt das DGNB Zertifikat in Platin, Gold und Silber. Zusätzlich können Bestandsgebäude ab einem Gesamterfüllungsgrad von 35 % die Auszeichnung Bronze erhalten. Zudem gibt es die Möglichkeit der Vorzertifizierung in der Planungsphase. Nach DGNB zertifiziert werden können Neubauten ebenso wie Bestandsimmobilien.

Berücksichtigung Kältemittel im DGNB System

Kälteanlagen bzw. Kältemittel haben Einfluss auf diese vier Kriterien des DGNB Systems.

ENV1.1 Ökobilanz des Gebäudes

Ziel dieses Kriteriums ist es, energieproduzierende und CO_2-senkende Gebäude bereitzustellen. Gebäude verursachen in allen Phasen ihres Lebens Emissionen. Mit der Ökobilanz werden sämtliche anfallende Umweltwirkungen, Ressourcen- und Energieverbräuche für den gesamten Lebenszyklus, also von der Wiege bis zur Bahre, zusammengerechnet und in aussagekräftige Umweltkennzahlen zusammengefasst. Eine Kennzahl ist das Treibhauspotenzial (GWP). So erhält man u.a. Aussagen darüber, wie groß der CO_2-Fußabdruck des Gebäudes ist.

Kältemittel werden im Ökobilanz-Kriterium berücksichtigt. Ein eigener Indikator des Kriteriums befasst sich mit „Halogenierten Kohlenwasserstoffen in Kältemitteln“ und fordert den Nachweis des verwendeten Kältemittels mit Angabe des „GWP-Faktors“. Positiv bewertet wird darin, wenn keine Kälteanlagen zum Einsatz kommen, die ein Kältemittel mit einem GWP ≥ 150 gemäß Aufstellung des UBA nutzen. Darunter fallen auch die noch häufig in Anlagen zur Gebäudeklimatisierung eingesetzten Betriebsmittel wie z.B. R134a, R407C oder R410A. Gebäude, die ohne aktive Kühlung betrieben werden, erfüllen ebenfalls die Voraussetzungen dieses Indikators, auch sie werden daher mit Zusatzpunkten belohnt.

ENV1.2 Risiken für die lokale Umwelt

Ziel dieses Kriteriums ist es, Produkte zu vermeiden, die Mensch, Flora und Fauna beeinträchtigen bzw. schädigen. Im Indikator „Umweltverträgliche Materialien“ werden halogenierte und teilhalogenierte Kältemittel als risikoreiche Material- und Stoffgruppen abgefragt und bewertet. Zusatzpunkte sind möglich, wenn eine Kühlung ohne halogenierte / teilhalogenierte Kältemittel realisiert wurde.

Treibhauspotenziale (Global Warming Potential, GWP) ausgewählter Verbindungen und deren Gemische www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/treibhauspotentiale_ausgewaehlter_verbindungen_und_deren_gemische_2017_05.pdf

ECO1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus

Dieses Kriterium fördert einen sinnvollen und bewussten Umgang mit den wirtschaftlichen Ressourcen. Die Wirtschaftlichkeit von Gebäuden hängt, neben Erträgen, im Wesentlichen von deren kosteneffizientem Betrieb ab. Die Lebenszykluskostenberechnung ermöglicht hierbei eine mittel- bis langfristige Kostenbetrachtung.

Belohnt wird im Kriterium eine planungsbegleitende Optimierung der Lebenszykluskosten. Die DGNB empfiehlt eine Analyse des Einsatzes von Kältemitteln, der möglichen Um-, bzw. Nachrüstungskosten oder alternativer Kühlungen. Positiv kann so in das Ergebnis einfließen, wenn sich der Bauherr gegen eine von HFKW-Kältemitteln abhängige Kühlungsanlage entscheidet und sich damit eine teure Nachrüstung spart.

TEC1.4 Einsatz und Integration von Gebäudetechnik

Ein Ziel dieses Kriteriums ist es, passive Systeme zu nutzen. Damit kann positiv angerechnet werden, wenn durch entsprechende architektonische oder bauliche Maßnahmen (z.B. Verschattung, Fensterflächenanteil, Ausrichtung des Baukörpers, Speichermasse, Dämmstandard, etc., siehe Seite 9) eine passive Kühlung geplant und umgesetzt wird und auf eine aktive Kühlung, sprich Klimaanlage, verzichtet werden kann.

Ausblick: Klimaneutraler Gebäudebetrieb

Im Mai 2018 hat die DGNB eine erste Version des Rahmenwerks für "Klimaneutrale Gebäude und Standorte" veröffentlicht. In diesem wird eine Definition gegeben, was Klimaneutralität genau bedeutet, und es werden Bilanzierungsregeln festgelegt. Emissionen von Kältemitteln im laufenden Betrieb werden in dem Rahmenwerk in Zukunft in die Bilanz aufgenommen.

Praxisbeispiele

Für fast jede Anwendung sind Lösungen mit natürlichen Kältemitteln bereits erfolgreich[Q] in Betrieb. Wir stellen einige davon vor. Aufgezeigt werden zudem Lösungen, die gänzlich ohne Kältetechnik auskommen.

Serverraum

Auf der Suche nach einem ausfallsicheren und möglichst umweltfreundlichen Versorgungssystem hat sich der Lebensmittel-Logistiker Transgourmet für ein Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs(KWKK)-System entschieden, welches gleichzeitig Strom, Wärme und Kälte für den Serverraum der neuen Zentrale in Riedstadt bereitstellt. Es besteht aus zwei Blockheizkraftwerken (BHKW) und drei parallel arbeitenden InvenSor Adsorptionskältemaschinen (AdKM) LTC 30 e plus-FC (FC=Freikühlfunktion) mit einer Gesamtkälteleistung von 90 kW. Die neue Energiezentrale reduziert den Energieverbrauch des Unternehmens um jährlich ca. 110.000 kWh im Vergleich zu strombetriebenen Kältemaschinen und verwendet als Kältemittel ausschließlich Wasser.

AUF EINEN BLICK

Kältemittel	Wasser
Kältemaschinen	3 InvenSor LTC 30 e plus
Projektstandort	Riedstadt, Deutschland
Kälteleistung	90 kW
Wärmequelle	2 BHKWs
Inbetriebnahme	2016
Auftraggeber	Transgourmet Deutschland GmbH & Co. OHG

Q

Kältepreis Die Praxisbeispiele stammen u.a. von den Herstellern InvenSor und Frigoteam. Beide wurden 2016 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) mit dem Kältepreis ausgezeichnet.

Industriekälte

Durch den Einsatz eines Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs (KWKK)-Systems mit Adsorptionskältemaschinen von InvenSor ist es dem Kunden gelungen, den eigenen Energiebedarf bedeutend zu senken. Seit April 2015 wird das neue Energiesystem effektiv genutzt. Es besteht aus 11 Adsorptionskältemaschinen LTC 10 plus-FC (FC = Freikühlfunktion) mit zusammen 110 kW Kälteleistung und zwei Blockheizkraftwerken (BHKW) mit insgesamt 480 kW elektrischer und 720 kW thermischer Leistung. Die Kälteanlagen werden u.a. zur Kühlung der Laseranlagen, der Pressstraßen für Bleche und zur Klimatisierung der zusätzlichen Räume in der Abteilung Qualitätsmanagement eingesetzt.

AUF EINEN BLICK

Kältemittel	Wasser
Kältemaschinen	11 InvenSor LTC 10 plus
Projektstandort	NRW, Deutschland
Kälteleistung	110 kW
Wärmequelle	BHKW
Inbetriebnahme	2015
Auftraggeber	Haushaltsgerätehersteller aus NRW setzt auf Adsorptionskältemaschinen

Obst- und Gemüselager

Flüssigkeitskühler mit zwei Kältekreisläufen zur Kühlung eines Obst- und Gemüselagers in der Großmarkthalle München

AUF EINEN BLICK

Kältemittel	R290 (Propan)
Füllmenge pro Kreislauf	4,8 kg
Kälteleistung	210 kW
Leistungsaufnahme	89 kW
Medientemperatur	0/-5°C

Verkaufsgebäude

Flüssigkeitskühler mit zwei Kältekreisläufen zur Klimatisierung des Verkaufsgebäudes eines Elektronik-Fachgroßhändlers in Tettnang

AUF EINEN BLICK

Kältemittel	R290 (Propan)
Füllmenge pro Kreislauf	3,7 kg
Kälteleistung	188,4 kW
Leistungsaufnahme	84,5 kW
Medientemperatur	+12/+7 °C

Käselager/Speditionslager

2 Flüssigkeitskühler mit je zwei Kältekreisläufen zur Kühlung eines Käselagers/Speditionslagers, in Verbindung mit einem PCM (Phase Change Materials) Speicher und Photovoltaikanlage in Leutkirch

AUF EINEN BLICK

Kältemittel	R290 (Propan)
Füllmenge pro Kreislauf	4,6 kg
Kälteleistung	2 x 178 kW
Leistungsaufnahme	2 x 71 kW
Medientemperatur	0/-5°C

Fassadenbegrünung, Verdunstungskühlung

Der Neubau des Institutes für Physik der Humboldt Universität in Berlin-Adlershof ist ein Modellprojekt im ökologischen Städtebau. Das Projekt kombiniert dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen mit Energiesparmaßnahmen durch die Begrünung der Fassaden und die Integration einer adiabaten Abluftkühlung. Beide Systeme werden mit Regenwasser versorgt. Zehn Arten von Kletterpflanzen wurden in 150 Fassadenkübel an neun unterschiedlichen Fassaden gepflanzt.

AUF EINEN BLICK

Fassadenbegrünung	Verschattung, Kühlung
Verdunstungskühlung	mit Regenwasser

Fazit & Ausblick

Die Kälte- und Klimabranche steht vor einem Umbruch. Weiterhin auf klimaschädliche Kältemittel zu setzen ist keine Option. Es braucht umweltfreundliche und zukunftssichere Methoden, Gebäude thermisch komfortabel zu betreiben. Das Montrealer Protokoll hat gezeigt, dass es möglich ist, verbindliche Verträge auf globaler Ebene erfolgreich umzusetzen und eine Branche komplett umzugestalten. Das Gleiche kann mit HFKW-Kältemitteln gelingen.

Die große Frage: Welche Stoffe werden zum zukünftigen Kältemittel-Standard? Will man sich darauf verlassen, dass die Chemieindustrie doch noch ein „Wunderkältemittel" entwickelt? Eines, das alle positiven Eigenschaften vereint und keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt hat? Besser, man plant nicht damit und greift auf klimafreundliche Alternativen zurück. Natürliche Kältemittel etwa haben sich bereits seit vielen Jahren auf dem Markt bewährt. Gerade in Wärmepumpen haben sie das Potenzial, sofern diese mit erneuerbaren Energien betrieben werden, Treibhausgase zu reduzieren.

Mit den natürlichen Kältemitteln hat man eine Reihe an Kältemitteln an der Hand, deren Eigenschaften gut erforscht sind und die einen geringen GWP aufweisen. Mit der heutigen Technik sind auch deren Risiken wie Brennbarkeit oder Toxizität beherrschbar. Sicher: In manchen Anlagen wird man nicht brennbare Kältemittel brauchen. Doch das betrifft Ausnahmen. Fast überall ist es möglich, auf Kälteanlagen zu verzichten, die mit klimaschädigenden Kältemitteln betrieben werden.

Besser noch: Man verzichtet ganz auf Kältemaschinen und macht sich nicht mehr von Kältemitteln, Energiepreisen oder Verfügbarkeiten abhängig. Die F-Gas-Verordnung ist eine Chance. Sie zwingt uns, den Einsatz von Kältetechnik kritisch zu hinterfragen. Für ein angenehmes Raumklima braucht es nicht zwangsläufig eine Klimaanlage. Gut durchdachte bauliche Maßnahmen und passive Lösungen können den gleichen Effekt erzielen. Wer jetzt baut, hat die besten Ausgangsvoraussetzungen. Selbst in schon bestehenden Gebäuden gibt es Möglichkeiten dazu. Hier sind Planer und Architekten gefordert.

REFERENZEN & LITERATUREMPFEHLUNG

1 1987 – 2017: 30 Jahre Montrealer Protokoll. Vom Ausstieg aus den FCKW zum Ausstieg aus teilfluorierten Kohlenwasserstoffen, Sven Baumann, Cornelia Elsner, Daniel de Graaf, Gabriele Hoffmann, Kerstin Martens, Constance Noack, Wolfgang Plehn, Ludwig Ries, Diana Thalheim, Umweltbundesamt (September 2017)

2 Klimafreundliche Gebäudeklimatisierung. Ein Ratgeber für Architekten, Bauherren und Planer, Myrea Richter, Dr. Mathias Safarik, Carsten Heinrich, Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK) Dresden, Umweltbundesamt (Oktober 2014)

3 Hauptsache KALT? Was müssen Betreiber von Kälte- und Klimaanlagen mit fluorierten Kältemitteln ab 2015 beachten?, Katja Becken, Dr. Daniel de Graaf, Dr. Cornelia Elsner, Gabriele Hoffmann, Kerstin Martens, Umweltbundesamt (Juni 2015)

4 Treibhauspotentiale (Global Warming Potential, GWP) ausgewählter Verbindungen und deren Gemische gemäß Viertem Sachstandsbericht des IPCC bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren, Umweltbundesamt, Mai 2017, www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/treibhauspotentiale_ausgewaehlter_verbindungen_und_deren_gemische_2017_05.pdf (abgerufen am 03.09.2018)

5 The Future of Cooling. Opportunities for energy-efficient air conditioning, OECD/IEA. IEA Publishing. License: www.iea.org/t&c (Mai 2018)

6 Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), www.bnb-nachhaltigesbauen.de

7 Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, www.umweltbundesamt.de

8 Öko-Recherche – Büro für Umweltforschung und-beratung GmbH, Frankfurt/Main, www.oekorecherche.de

9 Verordnung (EU) Nr. 517/2014 http://data.europa.eu/eli/reg/2014/517/oj (abgerufen am 17.09.2018)

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.

2007 gegründet, ist die DGNB heute mit rund 1.200 Mitgliedsorganisationen Europas größtes Netzwerk für nachhaltiges Bauen. Ziel des Vereins ist es, Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienwirtschaft zu fördern und im Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit zu verankern. Mit dem DGNB Zertifizierungssystem hat die unabhängige Non-Profit-Organisation ein Planungs- und Optimierungstool zur Bewertung nachhaltiger Gebäude und Quartiere entwickelt, das dabei hilft, die reale Nachhaltigkeit in Bauprojekten zu erhöhen. Dabei fußt das DGNB System auf einem ganzheitlichen Nachhaltigkeitsverständnis, das die Umwelt, den Menschen und die Wirtschaftlichkeit gleichermaßen einbezieht. Über die Fort- und Weiterbildungsplattform DGNB Akademie wurden zudem bereits mehr als 3.000 Personen in über 30 Ländern zu Experten für nachhaltiges Bauen qualifiziert.

Ansprechpartner: Dr. Anna Braune

Deutsche Gesellschaft für
Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.
Tübinger Straße 43
70178 Stuttgart

+49 711 722322-0

info@dgnb.de

www.dgnb.de

Autoren (DGNB):
Dr. Anna Braune, Monika Läufle, Christine Ruiz Durán
Mitwirkende:
Dr. Daniel de Graaf (UBA), Prof. Dr.-Ing. Ullrich Hesse (Technische Universität Dresden), Nicolas Kerz (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung), Sören Paulußen (InvenSor GmbH), Burkhard Dunst (Frigoteam Handels GmbH)

© Copyright DGNB September 2018

Alle Rechte vorbehalten. Alle Angaben wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und zusammengestellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts sowie für zwischenzeitliche Änderungen übernimmt die DGNB keine Gewähr.

DGNB
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
German Sustainable Building Council

Print CO_2 kompensiert
Id-Nr. 1873645
www.bvdm-online.de

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C106855