

Broschüre | Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial

Beschleunigen Sie den Umstieg auf **neue Kältemittel** und verringern Sie die **Auswirkungen auf das Klima**

Das Danfoss-Angebot an Kältemitteln mit geringem Treibhauspotenzial bietet Ihnen die Möglichkeit, klimaschonende und nachhaltige Lösungen zu entwickeln und bei Preiserhöhungen oder Steuern Geld zu sparen (Stand Februar 2020).



Weitere Produktinformationen:
coolselector2.danfoss.de

>25

Kältemittel mit
einem GWP < 2.500,
die von Danfoss für
HVAC-Anwendungen
zugelassen sind



Danfoss und Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial

Nachhaltige Lösungen sind im Interesse aller Interessengruppen unserer Branche. Das Prinzip „Nachhaltigkeit“ stellt langfristige Investitionen und die unternehmerische Gesellschaftsverantwortung sicher. Im Hinblick auf Kältemittel und langfristige Nachhaltigkeit berücksichtigt Danfoss drei wichtige Parameter, die aufeinander abgestimmt werden müssen, um ein

wirklich nachhaltiges Gleichgewicht zu erzielen: **Erschwinglichkeit, Sicherheit und Umweltfreundlichkeit.** Danfoss unterstützt den Markt dabei, die Reduktionsziele für CO₂-Äquivalente zu erreichen, indem es aktiv an **Lösungen für alternative Kältemittel** arbeitet und einen pragmatischen Ansatz verfolgt, bei dem auf Gesamtwirkungsgrad, Kosten und Sicherheit geachtet werden. Das

Unternehmen bietet **eine große Auswahl an Produkten und Lösungen für synthetische und natürliche Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial** (Global Warming Potential, GWP) an, die sowohl für Kälte- als auch Klimaerwärmungen geeignet sind.



Hauptanwendungen und -kältemitteltypen

In Zukunft sind geringere Treibhauspotenzial-Werte durch die schrittweise Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie höhere Mindestwirkungsgrade (Minimum Energy Performance Standard, MEPS) erforderlich. HVACR-Experten werden einen Fokus auf die Verwendung von Komponenten, die geringstmögliche Füllmengen ermöglichen, sowie auf Technologien setzen, die für ein bestimmtes Kältemittel das beste Preis-Leistungs-Verhältnis bieten. Die Auswahl eines Kältemittels ist keine einfache Aufgabe, sondern hängt von verschiedenen Faktoren wie regionalen Vorschriften sowie den geltenden Normen und Bauvorschriften ab. In den letzten Jahren wurde die Situation durch massive Preiserhöhungen und die geringere Verfügbarkeit von fluorierten Kältemitteln weiter erschwert. Der Trend zur Umstellung auf neue Kältemittel bedeutet jedoch, dass neue, effizientere Lösungen auf den Markt kommen.

Kaltwassersätze:

Kaltwassersätze arbeiten - abhängig von ihrer Größe und Verdichtertechnologie - mit Kältemitteln mit niedrigem oder hohem Druck und werden daher in zwei Kategorien - mit niedrigem /mittlerem (N/M) und mittlerem/hohem (M/H) Druck - unterteilt.

N/M Kaltwassersätze, die von R123 umgestellt werden, können mit HCFOLösungen wie R1233zd auch weiterhin nicht brennbar bleiben (Abb.1). Doch dieses Kältemittel ist in einigen Ländern verboten, weil sein Ozonabbauopotenzial, auch wenn es sehr niedrig ist, über Null liegt. Auch für R134a-Anwendungen stehen nicht brennbare A1-Lösungen mit einem GWP von weniger als 640 wie die HFOMischungen R513A und R450A zur Verfügung. Als A2L eingestufte Kältemittel müssen gemäß angewandten Sicherheitsnormen und Bauvorgaben zugelassen werden. Der Treibhauspotentialwert kann sehr nahe an Null herankommen (Abb.1).

Wir gehen davon aus, dass Kaltwassersatzhersteller dieses Kältemittel mit extrem niedrigem GWP als langfristige Lösung für diese Art von Systemen einsetzen werden. Für M/H Kaltwassersätze gibt es keine ideale, nicht brennbare Alternative zu herkömmlichen Kältemitteln wie R410A. Stattdessen muss sich die Branche mit A2L- oder sogar A3-Lösungen, wie R290 zufriedengeben. A2L-Alternativen liegen im Bereich von 125 – 700 GWP, wie R32/R452B/ R454B. Ihre Verwendung dürfte für Systeme, die im Freien oder in Maschinenräumen installiert werden, zulässig sein. Die Aufstellung muss aber immer den örtlichen Sicherheitsnormen und Bauvorgaben entsprechen. Bei der

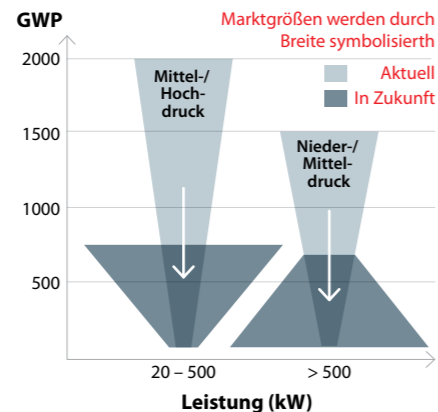


Abbildung 1: Marktentwicklung und Treibhauspotenzial-Werte je Kaltwassersatzgröße. In den meisten Mittel-/Hochdruck-Kaltwassersätzen kommen Kältemittel mit einem Treibhauspotenzial von etwa 750 und in den meisten Nieder-/Mitteldruck-Kaltwassersätzen Kältemittel mit sehr geringem Treibhauspotenzial zum Einsatz.

Wahl des Kältemittels mit hoher Dichte und hohem Druck werden sich mit großer Wahrscheinlichkeit zwei Gruppen abzeichnen: Der Großteil mit einem GWP um 500 – 750 und eine kleinere, aber immer noch bedeutende Gruppe, die A3 Kältemittel wie R290 verwendet. Langfristig könnten die Treibhauspotentialwerte auf dem Hauptmarkt wahrscheinlich noch weiter sinken. Das hängt von der Verfügbarkeit und den Kosten der Kältemittel ab. Die F-Gas-Reduktion hat bisher zu Preiserhöhungen im Zusammenhang mit hohen Treibhauspotentialwerten geführt.

VRF-Systeme:

In VRF-Systemen werden im Vergleich zu Systemen mit Luftkanälen relativ hohe Kältemittelmengen verwendet. Dies liegt an den dezentralisierten Verdampfern und den langen und verzweigten Rohrleitungsstrecken.

Für eine Reduzierung der Rohrleitungsdimensionen sind Kältemittel mit mittlerer bis hoher Dichte erforderlich. Für R410A stellen A2LKältemittel wie R32 und R452B/ R454B die einzigen Alternativen dar. Wir verfolgen die Entwicklung von R466A- einem neuen Ersatz für A1-R410A, welches das Iod basierende Moleküle CF3I verwendet.

Innovative, indirekte, alternative Lösungen werden ständig weiterentwickelt. Wasserbasierte Systeme sind eine naheliegende Wahl, sogar CO₂ wird in Betracht gezogen.

Industriekälte:

Auf den ersten Blick scheint es in der Industriekälte in Bezug auf Kältemittel mit geringerem Treibhauspotenzial keine Probleme zu geben, jedoch sehen wir immer noch mögliche sichere Fallstricke und Raum für Innovationen. NH₃ (Ammoniak) stellt seit Langem durch seine hervorragende Effizienz das bevorzugte Kältemittel dar. Es wird höchstwahrscheinlich auch in Zukunft eine Rolle spielen, da der Bedarf nach nachhaltigen Kältemitteln steigt. Sicherheitsbedenken können jedoch möglicherweise den Erfolg von NH₃ beeinträchtigen, da es toxisch ist und somit umfassende Maßnahmen für eine sichere Verwendung erforderlich sind. Wir haben gelernt, wie Kältemittelfüllmengen reduziert und große Kälteanlagen realisiert werden. Somit müssen neue, innovative Lösungen gefunden werden, um die Füllmenge zu reduzieren. Eine Möglichkeit hierzu ist die Kombination mit CO₂ als Kälteüberträger, das gepumpt zur Kühlstelle gelangt und mit kleineren Wärmeübertragern auskommt.

Gewerbekältetechnik:

Gewerbekälteanwendungen sind hinsichtlich Systemtypen und verwendeter Kältemittel sehr verschieden. Dazu gehören Kühlräume, Kühlregale und -theben, sowohl als zentralisierte als auch als Plug-in-Ausführungen – in hermetischen oder autonomen Kühlkreisen mit Verflüssigungssätzen. Gewerbekälteanwendungen lassen sich in drei Hauptkategorien einteilen.

1. Hermetisch dichte Anwendungen nutzen heutzutage verschiedene Kältemittel mit einem Treibhauspotenzial bis zu 4.000. Sie eignen sich für die Verwendung von Kältemitteln mit geringem Treibhauspotenzial, die durch ihre geringen Füllmengen sicher sind. In vielen dieser Systeme kommen bereits Kohlenwasserstoffe wie R600a und R290 zum Einsatz. Für die schrittweise Reduktion von Treibhausgasemissionen in der EU sind seit 2016 nur Stoffe mit Treibhauspotenzial unter 150 erlaubt (Abb. 2). Die neue Norm IEC 60335-2-89 erlaubt je nach Raumgröße bis zu 500g A3 Kältemittel und bis zu 1,2kg von A2L Kältemitteln.

2. Verflüssigungssätze verfügen in der Regel über eine Kältemittelfüllmenge zwischen 1 und 20 kg. Für sie sind bestimmte Sicherheitsvorschriften notwendig, da sie brennbare Kältemittel enthalten und viele dieser Systeme öffentlich zugänglich sind. Kältemittel mit hohem Treibhauspotenzial wie R404A werden seit vielen Jahren eingesetzt, jedoch weisen neue Alternativen – A1-klassifizierte FKW – ein im Vergleich zu R404A 60% geringes Treibhauspotenzial auf. Nichtsdestotrotz stellen die Auswirkungen von höheren Verdichter-Heißgastemperaturen auf den Betriebsbereich sowie die Folgen des Kältemittelgleits auf die Kälteleistung neue Herausforderungen dar. Der Großteil des Marktes wird sich wohl schnell auf ein

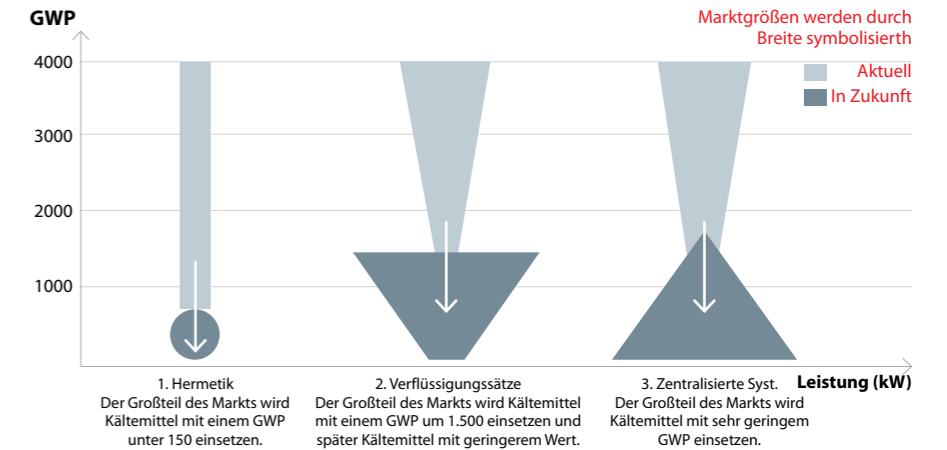


Abbildung 2: Marktentwicklung und Treibhauspotenzial-Werte für Gewerbekälteanwendungen

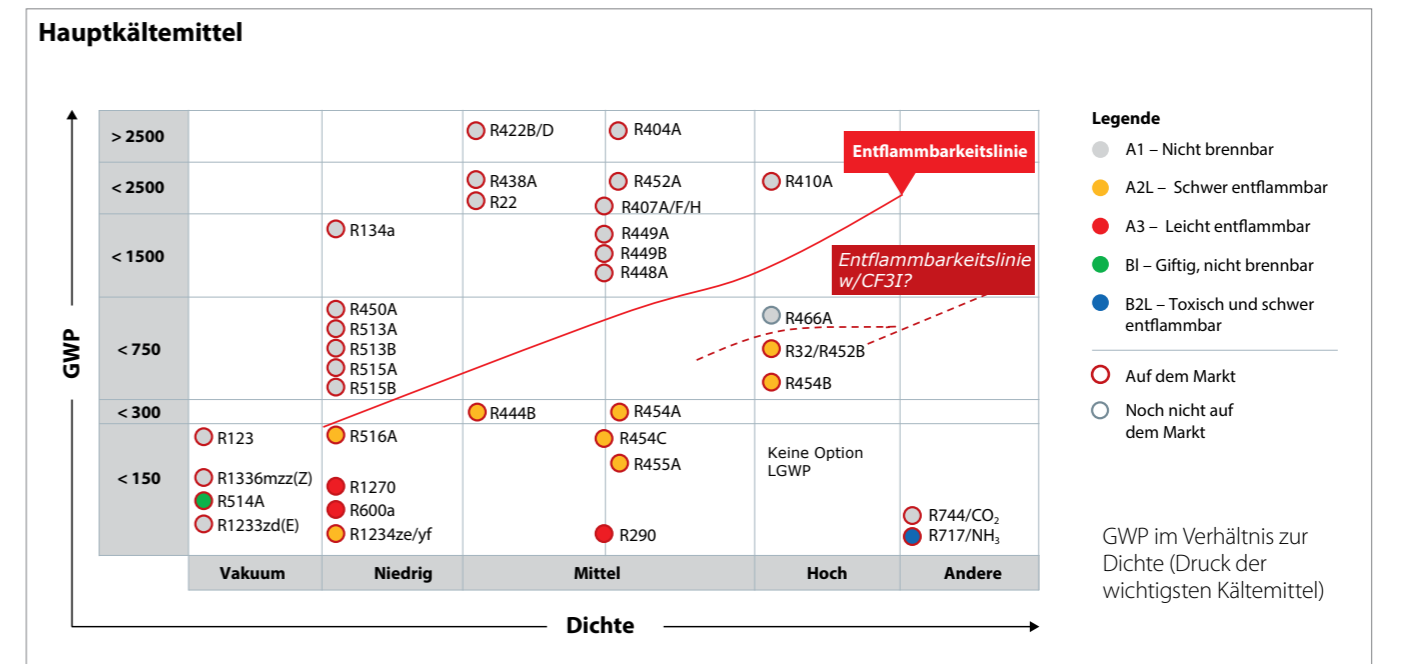
durchschnittliches GWP-Niveau von ca. 1500 einpendeln, bevor man sich langsam nach Lösungen mit niedrigem Treibhauseffekt, wie CO₂, R290 (Kohlenwasserstoffe) oder HFOMischungen mit niedrigerem GWP wie R448A und R449A umsieht (Abb.2).

3. Zentralisierte Direktexpansionssysteme verbrauchen mit Abstand am meisten Kältemittel. Dies liegt an den großen Kältemittelfüllmengen und den hohen Leckraten. Es wird geschätzt, dass sie eine Kältemittelmenge nutzen, die mehr als 40% des Ausgangsniveaus beträgt, das im Rahmen der schrittweisen Reduktion von Treibhausgasemissionen in der EU empfohlen wird. In den letzten zehn Jahren hat sich CO₂ zu einem zukunftsfähigen Kältemittel entwickelt, das in verschiedenen Systemen eingesetzt werden kann.

• Transkritische Systeme, bei denen CO₂ in allen Kreisen (NK und TK) verwendet wird. Transkritische CO₂-Systeme haben ebenfalls die Entwicklung von integrierten Heiz- und Kühlsystemen vorangetrieben, wodurch die Kältemittelauswahl eng mit dem Systemtyp verbunden ist

- Indirekte Systeme, bei denen ein kaltwassersatzähnlicher Verbund mit FKW, KW oder NH₃ das CO₂ in einem Sammler kühlt, das dann wiederum in den NK-Kreis gelangt und diesen kühlt. Bei der TK kommt ebenfalls CO₂ zum Einsatz, das entweder direkt zum Kaltwassersatz oder im NK-Kreis kondensiert.
- Kaskadenanlagen, bei denen CO₂ nur im TK-Kreis eingesetzt wird und dann die Wärme in den NK-Kreis mit FKW geleitet wird. Diese Art von System nutzt trotzdem noch etwa 80% der in einem herkömmlichen System verwendeten FKW-Kältemittelmenge.

Die Umgebungstemperatur und damit der geographische Aufstellungsort beeinflussen die Energieeffizienz eines Systems. Transkritische CO₂-Systeme sind bekannt dafür, dass sie sehr empfindlich auf eine Veränderung der Außentemperatur reagieren. Allerdings haben die neuesten Lösungen mit Einspritztechnologie den Gesamtwirkungsgrad von CO₂-Systemen deutlich erhöht – das gilt auch für sehr warme Klimazonen. Wir erleben gerade einen Durchbruch auf dem Markt, der in den kommenden Jahren an Fahrt gewinnen wird.



Kältemittelvorteile für Ihre HVACR-Anwendung

Kältetechnik					Klimatechnik & Wärmepumpen																		
		Kälte in Privathaushalten		Kompakte Gewerbekälte		Verflüssigungssätze		Verbunde Gewerbekälte (Supermärkte)		Industriekälte		Wohnungsklimatisierung (einschließlich reversible Systeme)		RLT-Klima Scrolls		Gewerbe-Klima Scrolls		Gewerbe-Klima Schrauben-/Turboverdichter		Haus- und Gewerbe-wärmepumpen W/W		Industrie-Wärmepumpen	
Leistung		50-300 W		0,15 - 5 kW		3-20 kW		20-500 kW		1-10 MW		1-10 kW		10-30 kW		30-400 kW		400 kW - 5 MW		1-10 MW		1-10 MW	
Kältemittel	Region/Jahr	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027
CO ₂ (R744)	Nordamerika									**	**												
	Europa									**	**												
	China									**	**												
	Übrige Welt									**	**												
NH ₃ (R717)	Nordamerika									**	**												
	Europa									**	**												
	China									**	**												
	Übrige Welt									**	**												
KW e.g. R290	Nordamerika																						
	Europa																						
	China																						
	Übrige Welt																						
FKW (A1) High-GWP*	Nordamerika																						
	Europa																						
	China																						
	Übrige Welt																						
FKW/HFO (A1 & A2L) Mid-GWP*	Nordamerika																						
	Europa																						
	China																						
	Übrige Welt																						
FKW/HFO (A1 & A2L) Low-GWP*	Nordamerika																						
	Europa																						
	China																						
	Übrige Welt																						
FKW/HFO (GWP < 150) (A2L)	Nordamerika																						
	Europa																						
	China																						
	Übrige Welt																						

* Der GWP-Wert kann leicht aufgrund der gewählten Quelle und deren Basis abweichen. Allgemein gilt: Hoch > 1000, mittel 300-1000, niedrig < 300.

** Kaskadenanlagen mit Ammoniak / CO₂ werden in der Industriekältetechnik vorrangig eingesetzt werden

Übersicht: "Global trends in refrigeration, air conditioning and heat pumps." Stand Januar 2020

■ Hauptkältemittel ■ Eingeschränkte Verwendung und nur Nischenanwendungen
■ Regelmäßige Verwendung Nicht verwendbar oder unklare Situation

- In der Branche werden verstärkt natürliche Kältemittel eingesetzt, sofern sie technisch sicher und wirtschaftlich vertretbar sind. Synthetische Kältemittel werden wahrscheinlich auch weiterhin sowohl in der Kälte- als auch der Klimotechnikbranche eine wichtige Rolle spielen. In diesen Branchen lässt sich ebenfalls der Trend aufzeigen, dass immer mehr neue Stoffe mit niedrigem Treibhauspotenzial eingesetzt werden, die nur geringe Auswirkungen auf die Umwelt haben.
- CO₂ (R744)**
 - Treibhauspotenzial von 1.
 - Ist hervorragend für **Anwendungen im Lebensmitteleinzelhandel** geeignet. Die Auswirkungen bei Undichtigkeiten sind minimal und die thermodynamischen Eigenschaften machen es zum idealen Medium für die Wärmerückgewinnung.
 - Transkritische CO₂-Kreisläufe geben einen großen Teil der Wärme bei hohen Temperaturen ab, weshalb sich CO₂ für **Wärmepumpen** eignet.
 - In der **Industriekältetechnik** ist es mit CO₂ möglich, die Ammoniakfüllmenge zu reduzieren, den Wirkungsgrad zu steigern und die Umweltbilanz von Tiefkühlanlagen zu verbessern.
 - Für die **Transportkühlung**,

Gewerbekälteanwendungen und die **Kühlung von Elektronikeinheiten** steht mit CO₂ eine nicht brennbare und umweltverträgliche Lösung bereit.

Ammoniak (NH₃ - R717)

- Treibhaus- und Ozonabbaupotenzial von 0; die Kosten (pro kg) sind wesentlich geringer als diejenigen von FKW.
- Ammoniak zählt in Anwendungen mit Niedrig- bis Hochtemperaturen zu den Kältemitteln mit der höchsten **Energieeffizienz**. Der Energieverbrauch spielt eine immer wichtigere Rolle und Ammoniak ist eine nachhaltige Wahl für die Zukunft. Im Vergleich zu den meisten chemischen Kältemitteln hat Ammoniak bessere **Wärmeübertragungseigenschaften**, wodurch geringere Konstruktions- und Betriebskosten anfallen.
- Kohlenwasserstoffe (R290, R600)**
 - Bieten im Vergleich zu FKW eine hohe Energieeffizienz, einen hohen volumetrischen Wirkungsgrad und einen großen Betriebsbereich.
 - Aufgrund ihrer Entflammbarkeit ist die Verwendung auf **kompatte Systeme** und **Kaltwassersätze** (z. B. **Kaltwassersätze für Systeme im Lebensmitteleinzelhandel**

oder für außerhalb des Gebäudes installierte **Komfort-Klimaanlagen**) beschränkt.

- Bei der Verwendung in **Wärmepumpen** können mit Kohlenwasserstoffen sehr niedrige Verdampfungstemperaturen erreicht werden, ohne den Verdichter zu überhitzen (bei FKW muss für kalte Tage ein elektrisches Heizelement oder teure Dampf-/Flüssigkeitsentspritzkreise installiert werden).

FKW-/HFO-Gemische mit mittlerem Treibhauspotenzial

- Stellen eine Übergangslösung dar, die für die Nachrüstung von FKW-Systemen mit hohem Treibhauspotenzial verwendet werden kann. Lösungen mit mittlerem Treibhauspotenzial (< 1.500) und nicht brennbare Lösungen werden vorrangig eingesetzt, wenn die Füllmenge von im Gebäude installierten Systemen ein Risiko darstellen kann und eine alternative Systemkonstruktion zu teuer ist.
- Schwer entflammbare FKW und HFO**
 - Aufgrund des niedrigen Treibhauspotenzials und der schweren Entflammbarkeit eignen sich diese Kältemittel für **relativ große Systeme**.
 - Diese Kältemittel sind besonders für **Klima-anwendungen** interessant, da hier natürliche, nicht brennbare (A1) Alternativen fehlen.

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.