

Auf einen Blick

Kältemittel in Rechenzentren

Ausgangslage

Die Rechenzentrumsbranche verwendet Kältemittel, um ihre aktiven IT-Komponenten zu kühlen. Diese Kältemittel sind in den meisten Fällen synthetischen Ursprungs und weisen ein hohes Treibhauspotential auf. Die F-Gase-Verordnung regelt dies durch ein teilweises Verwendungs- und Inverkehrbringungsverbot sowie durch einen Phase-down der am Markt verfügbaren Mengen.

Bitkom-Bewertung

Da die Kühlungsanlagen der Rechenzentrumsbranche stark abhängig von Kältemitteln sind, ist sie sowohl von den Verboten als auch von den durch den Phase-down verursachten Preissteigerungen stark betroffen. Eine Auswahl alternativer Kältemittel steht allerdings noch nicht in einem erforderlichen Maße zur Verfügung.

Das nachfolgende Papier gibt einen Überblick über anstehende Änderungen sowie die aktuell zur Verfügung stehenden Alternativen und zeigt deren Vor- und Nachteile auf.

Das Wichtigste

Die für Rechenzentren relevanten Kältemittel lassen sich in drei Kategorien einteilen:

▪ Etablierte synthetische Kältemittel

Die etablierten Kältemittel wie z.B. R410a und R407c haben ein sehr hohes Treibhauspotential und unterliegen bereits heute Mengenbeschränkungen sowie damit verbundenen Preissteigerungen. Sie sind allerdings effizienter als zur Verfügung stehenden Alternativen und zumeist weder giftig noch brennbar.

▪ Verfügbare synthetische Kältemittel konform zur F-Gase-Verordnung

Synthetische Kältemitteln mit geringerem Treibhauspotential wie z.B. R454c oder R1234ze können etablierte Kältemittel weitgehend ersetzen. Sie sind aber leistungsärmer, wodurch die Anlagen größer werden und der Kältemittelinhalt ansteigt. Viele sind zudem leicht entzündbar.

▪ Natürliche Kältemittel konform zur F-Gase-Verordnung

Die natürlichen Kältemittel wie z.B. Wasser oder Propan haben ein sehr geringes Treibhauspotential und sind jederzeit und preisgünstig verfügbar. Ihre Leistungsfähigkeit ist allerdings geringer und mitunter sind sie hochentzündlich oder auch giftig.

Bitkom-Zahl

70 Prozent

der Emissionen von fluorierten Kohlenwasserstoffgasen sollen durch die F-Gase-Verordnung im Industriesektor bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 eingespart werden.

Positionspapier

Kältemittel in Rechenzentren – Auswirkungen der F-Gase-Verordnung

26.08.2020

Seite 1

Eingesetzt werden fluoridierte Treibhausgase in großen Mengen als Kältemittel in Kälte- und Klimaanlageanlagen, als Treibgas in vielen Spraydosen, als Treibmittel von Schäumen und Dämmstoffen und auch als Feuerlöschmittel. Um die Emissionen dieser klimaschädlichen Stoffe zu mindern, sind daher neben technischen Maßnahmen vor allem eine gezielte Substitution der Materialien oder der Einsatz alternativer Techniken zielführend. An dieser Stelle setzt die F-Gase-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 über fluoridierte Treibhausgase an.¹

Die F-Gase-Verordnung (F-GaseV) soll dazu dienen, die Emissionen von fluoridierten Kohlenwasserstoffgasen im Industriesektor bis zum Jahr 2030 um 70 Prozent gegenüber 1990 (100 Prozent) zu verringern. Das Umweltbundesamt fasst die Ziele und Mechanismen folgendermaßen zusammen:²

Durch die neuen Regelungen sollen die Emissionen fluoridierter Treibhausgase (F-Gase) in der EU um 70 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent auf 35 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent bis zum Jahr 2030 gesenkt werden. Die Emissionsreduktion fluoridierter Treibhausgase soll durch drei wesentliche Regelungsansätze erreicht werden:

- 1. Einführung einer schrittweisen Beschränkung (Phase down) der am Markt verfügbaren Mengen an teilfluoridierten Kohlenwasserstoffen (HFKW) bis zum Jahr 2030 auf ein Fünftel der heutigen Verkaufsmengen,*
- 2. Erlass von Verwendungs- und Inverkehrbringungsverboten, wenn technisch machbare, klimafreundlichere Alternativen vorhanden sind.*
- 3. Beibehaltung und Ergänzung der Regelungen zu Dichtheitsprüfungen, Zertifizierung, Entsorgung und Kennzeichnung.*

Bitkom
Bundesverband
Informationswirtschaft,
Telekommunikation
und Neue Medien e.V.

Dr. Roman Bansen
Referent IT-Infrastrukturen
T +49 30 27576 270
r.bansen@bitkom.org

Albrechtstraße 10
10117 Berlin

Präsident
Achim Berg

Hauptgeschäftsführer
Dr. Bernhard Rohleder

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32014R0517>

² <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluoridierte-treibhausgase-fckw/rechtliche-regelungen/eu-verordnung-ueber-fluoridierte-treibhausgase>

Positionspapier Kältemittel in Rechenzentren

Seite 3|7

Insbesondere soll mit der europaweit geltenden FGaseV ein wirtschaftlicher Anreiz zum Einsatz von Alternativen anstelle der klimaschädlichen F-Gase eingeführt werden. Als Folge des Inkrafttretens der FGaseV in der EU hat die Bundesregierung die Chemikalien-Klimaschutzverordnung (ChemKlimaschutzV) überarbeitet und weitergehende Sanktionsvorschriften durch Ergänzung der Chemikalien-Sanktionsverordnung (ChemSanktionsV) erlassen.

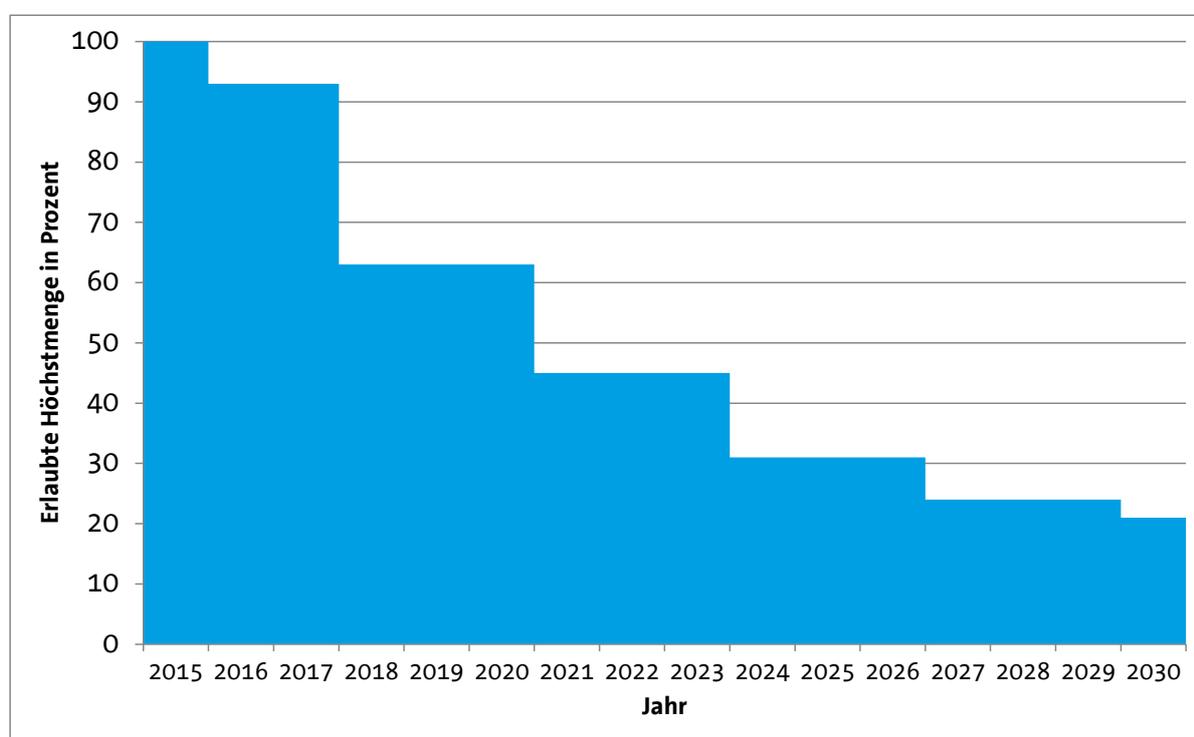


Abb. 1: Prozentuale Verringerung der erlaubten Höchstmengen zum Inverkehrbringen von F-Gasen nach der FGaseV (Prozentwerte der F-Gase beziehen sich auf Tonnen CO₂-Äquivalente)

Ein wichtiges Datum in näherer Zukunft wird hierbei das Jahr 2022 darstellen, wenn neue Kälteanlagen ab einer Leistung von 40 kW nicht mehr mit etablierten Kältemitteln mit einem GWP-Wert ab 1500 (z.B. R407c und R410a) installiert werden dürfen.³

Da die Kühlungsanlagen der Rechenzentrumsbranche stark abhängig von Kältemitteln sind, gibt dieses Positionspapier Handlungsempfehlungen, um den Betrieb dieser Kühlungsanlagen entsprechend der FGaseV zu ermöglichen. Im Folgenden werden zunächst etablierte Kältemittel sowie synthetische und natürliche Alternativen zu diesen allgemein eingeführt und anschließend in einer Übersichtstabelle nach spezifischen Aufgabenbereichen gegliedert verglichen.

³ [F-Gase-Verordnung \(EU\) Nr. 517/2014, Anhang III, Punkt 13](#)

Etablierte Kältemittel

Die Rechenzentrumsbranche verwendet Kältemittel, um ihre aktiven, wärmeentwickelnden IT-Komponenten zu kühlen. Diese Kältemittel sind in vielen Fällen synthetischen Ursprungs und weisen ein hohes Treibhauspotential von über 1500 CO₂-Äquivalenten auf. Die CO₂-Äquivalenz (auch GWP-Wert genannt) gibt an, wie viel mehr Treibhauspotential das Kältemittel im Vergleich zu CO₂ enthält. Ein GWP-Wert von 1500 bedeutet demnach, dass das Kältemittel eine 1500 Mal höhere Treibhauswirkung als CO₂ besitzt.

Kältemittel, welche einen GWP-Wert über 1000 besitzen, unterliegen bereits heute den o.g. Mengenbeschränkungen. So ist der Preis des in Industrie und Gewerbe sehr verbreiteten Kältemittels R410a binnen eines Jahres um über 150 % gestiegen.⁴ Die Vor- und Nachteile von alternativen Kältemitteln für Rechenzentren, die einen GWP-Wert unter 750 besitzen, werden im Folgenden dargestellt. Das Papier unterscheidet hierbei zwischen synthetischen und natürlichen Kältemitteln.

Synthetische Kältemittel konform zur F-Gase-Verordnung

Der in der Einleitung beschriebene Phase-down hat zur Folge, dass Kältemittel mit einem GWP höher 750 ab dem Jahr 2025 Beschränkungen erleiden und somit starken Verteuerungen unterliegen. Das Berechnungsmodell der FGaseV ist auf das Jahr 2030 beschränkt. Ab diesem Jahr gilt eine Beschränkung des GWP von ca. 500. Da sich synthetische Kältemittel mit einem GWP unter 500 derzeit noch nicht etabliert haben, bezieht sich dieser Absatz auf Kältemittel mit einem GWP kleiner 750.

Vorteile gegenüber etablierten Kältemitteln:

Synthetische Kältemitteln mit einem GWP kleiner als 750 wie z.B. R1234ze und R1234yf können etablierte Kältemittel ersetzen. So können sie beispielsweise das bisherige Kältemittel R134a unter weitestgehender Erhaltung bestehender Kältekreisläufe substituieren.

Nachteile gegenüber etablierten Kältemitteln:

Synthetische Kältemittel mit einem GWP kleiner 750 sind – insbesondere verglichen mit Kältemitteln die einen GWP höher als 1500 besitzen – deutlich leistungsärmer. Dies bewirkt, dass leistungsgleiche Anlagen größer werden und dass der absolute Kältemittelinhalt im Kältekreislauf ansteigt.

Sie besitzen zudem die Eigenschaft leicht entzündbar zu sein.⁵ Entzündliche Kältemittel ab Sicherheitsgruppe A2/B2

⁴https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_06_2015_massnahmen_zur_verbesserung_der_marktdurchdringung.pdf

⁵ Die Entzündbarkeit und Toxizität eines Kältemittels wird in der Sicherheitsgruppe nach ISO 817 beschrieben und geht bei Kältemitteln von A1 bis B3. Wobei der Buchstabe für die Umweltgefährdung (A ungefährlich, B gefährlich) und die Ziffer für die Entzündbarkeit steht (1 für schwer entflammbar bis 3 hoch entzündlich)

müssen gesondert nach der BetrSichV⁶ betrachtet werden und benötigen in den meisten Fällen ein gesondertes Brandschutzkonzept.⁷

Natürliche Kältemittel konform zur F-Gase-Verordnung

Schon das erste eingesetzte Kältemittel überhaupt – Dimethylether – war ein natürliches Kältemittel, welches von Carl von Linde im Jahre 1873 genutzt wurde. Natürliche Kältemittel sind heutzutage in gewöhnlichen Anlagen generell eher selten zu finden. Grund ist, dass synthetische Kältemittel meist leistungsfähiger sind und die Entwicklung natürlicher Kältemittel weniger stark vorangetrieben wurde.

Vorteile gegenüber synthetischen Kältemitteln:

Natürliche Kältemittel haben einen GWP-Wert von null bis zehn. Das Treibhauspotential ist also bedeutend niedriger als bei nahezu allen synthetischen Kältemitteln.

Natürliche Kältemittel sind zudem stets und preisgünstig verfügbar. Die Gewinnung ist mit geringerem Energieeinsatz möglich als die Produktion von synthetischen Kältemitteln.

Bauprojekte in denen natürliche Kältemittel zum Einsatz kommen werden vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) mit bis zu 150.000 EUR Investitionsmitteln gefördert.

Nachteile gegenüber synthetischen Kältemitteln:

Natürliche Kältemittel sind mitunter hochentzündlich (z.B. Propan), sehr geruchsintensiv oder auch giftig, (z.B. Ammoniak).

Die Leistungsfähigkeit der natürlichen Kältemittel ist außerdem um ein Vielfaches geringer als jene von synthetischen Kältemitteln.⁸ Somit wird deutlich mehr Kältemittel benötigt, um eine den synthetischen Kältemitteln vergleichbare Kühlleistung zu erreichen.

Bislang können die natürlichen Kältemittel synthetische Kältemittel noch nicht vollständig ersetzen.

⁶ BetrSichV = Betriebssicherheitsverordnung

⁷ Für gewöhnlich sind Brandschutzkonzepte notwendig, dabei muss ganz besonders auf die Kälteanlage eingegangen werden, wenn die Gefährdungskategorie „leicht entzündlich“ überschritten wird. In besonders gefährlichen Umgebungen müssen die Explosionsschutz-Regeln (EX-RL/ATEX) beachtet werden.

⁸ Die Leistungsfähigkeit von Kältemitteln wird als spezifische Enthalpie in KJ/kg angegeben.

Übersicht

In der nachfolgenden Tabelle sind in der Rechenzentrumsbranche übliche Kältemittel sowie gangbare Alternativen aufgeführt und nach verschiedenen Kriterien geordnet und bewertet:

Leistungsbereiche	2 – 40 kW	40 – 100 kW	100 – 500 kW	500 kW – 1 MW	> 1 MW
Typische Geräte	Kompaktgeräte / Umluftschränke mit Kälteerzeugung	Umluftklimaschränke mit Kälteerzeugung		Kaltwassergekühlte Umluft- klimaschränke mit zentraler Kaltwassererzeugung	
Typische Kältemittelmenge pro Gerät	≤ 2 kg	≤ 4 kg	≤ 8 kg	2 × 50 bis 150 kg	2 × >150 kg
Etablierte Kältemittel heute:					
Name, GWP & Sicherheitsgruppe	R407c: 2400 [A1]	R410a: 2088 [A1]	R410a: 2088 [A1]	R407c: 2400 [A1] R134a: 1430 [A1]	R134a: 1430 [A1]
Synthetische Alternativen (heute verfügbar):					
Name, GWP & Sicherheitsgruppe	R454c: 148 [A2L] R32: 675 [A2L] R454b: 466 [A2L]	R454c: 148 [A2L] R32: 675 [A2L] R454b: 466 [A2L]	R454c: 148 [A2L] R32: 675 [A2L] R454b: 466 [A2L]	R1234ze/zf: 4 [A2L] R513a: 631 [A1]	R1234ze: 4 [A2L] R513a: 631 [A1]
Energiemehrbedarf ggü. etablierten Kältemitteln	bis zu 10 %	bis zu 10 %	bis zu 10 %	bis zu 40 %	bis zu 40 %, teils bis zu 100 %
Kosten (Invest, Geräte) ggü. Kältemitteln heute	Gleich	+ 30 %	+ 30 %	+ 30 %	+ 30 %
Natürliche Kältemittel:					
Name, GWP & Sicherheitsgruppe	Wasser: 0 R290: 3 [A3]	Wasser: 0 R717: 0 [B2L]	R290: 3 [A3] R717: 0 [B2L]	R290: 3 [A3] R717: 0 [B2L]	R290: 3 [A3] R717: 0 [B2L]
Energiemehrbedarf ggü. etablierten Kältemitteln	bis zu 25 %	bis zu 25 %	bis zu 10 %	bis zu 10 %	bis zu 10 %
Kosten (Invest, Geräte) ggü. Kältemitteln heute	+30 % – 100 %	+30 % – 100 %	+30 %	+30 %	+30 %

Fazit

Für Rechenzentrumsanforderungen stehen die in die Diskussion um den klimaschädlichen Treibhauseffekt gekommenen synthetischen Kältemittel nur noch eine begrenzte Zeit und in abnehmenden Mengen zur Verfügung. Die Entwicklung anderer, alternativer Kältemittel wird allerdings nach Ansicht des Bitkom nicht in der Situation angemessenem und erforderlichem Maße vorangetrieben. Erst sehr wenige Rechenzentren arbeiten bereits mit den o.g. natürlichen Kältemitteln. Vor allem mittelgroße Rechenzentren mit einer Leistungsaufnahme von 50 bis 200 kW werden in naher Zukunft vor Herausforderungen stehen, technisch machbare und preislich interessante, vor allem aber umweltfreundliche Kältemittel zu finden und einzusetzen.

Größere Rechenzentren nutzen in aller Regel (direkte) freie Kühlung verbunden mit Verdunstungskühlung (Adiabatik) auf Basis von Wasser. Aber hier setzen Physik und Thermodynamik enge Grenzen, insbesondere wenn die mittleren Jahrestemperaturen in Deutschland weiter im bisherigen Umfang ansteigen.

Entscheidend ist es daher, jetzt das Augenmerk auf günstige und umweltschonende Kältemittel mit niedrigem Treibhauspotential zu richten. Mit diesem Argument müssen natürliche Kältemittel in den Fokus von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft gelangen und in die bereits vorhandenen technischen Möglichkeiten integriert werden. Die Gefahren wie Brennbarkeit, Geruchsintensivität und Toxizität gilt es in Zukunft beherrschbar zu machen, z.B. durch einen höheren Forschungs- und Entwicklungsaufwand.

Bitkom vertritt mehr als 2.700 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon gut 2.000 Direktmitglieder. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.