

Achtergrond

Natuurlijke koudemiddelen - actuele ontwikkelingen en trends

door Monika Witt, CEO van eurammon;
het Europees initiatief voor natuurlijke koudemiddelen

Bij de beslissing welk koudemiddel in een koel- of airconditioningsinstallatie moet worden gebruikt zijn veiligheid, kosten en de bescherming van het milieu de belangrijkste criteria. Tegen de achtergrond van de voortdurend stijgende energieprijzen speelt echter ook het energieverbruik van een installatie een steeds belangrijkere rol. Idealiter moet het gebruikte koudemiddel uitstekende thermodynamische eigenschappen hebben alsmede een hoge chemische stabiliteit en een goede fysieke eigenschappen. Bovendien moet het geen of slechts een geringe invloed op het milieu hebben en ook goedkoop en wereldwijd beschikbaar zijn.

Maar er is echter geen koudemiddel dat aan al deze eisen voldoet. In de praktijk is de keuze voor het meest geschikte koudemiddel afhankelijk van een reeks verschillende factoren. Daarnaast spelen het inzetgebied en de eisen van de exploitant een rol, net als de locatie en de milieuaspecten. Vooral de interpretatie van het gehele koelsysteem heeft een beslissende invloed op het energieverbruik, rekening houdend met de deellastomstandigheden, omdat de efficiëntie van een koelsysteem sterker wordt beïnvloed door het totale ontwerp dan door de keuze van het koudemiddel. Uit een aantal recente projecten blijkt dat installaties efficiënt en milieuvriendelijk werken als ze gebruikmaken van natuurlijke koudemiddelen.

Ammoniakkoeling overtuigt met de hoogste energie-efficiëntie

Ammoniak is het koudemiddel met de aantoonbaar beste thermodynamische eigenschappen. Het is het enige natuurlijke koudemiddel waarvan de industrie vanwege de hoge efficiëntie nooit afstand wilde doen. Ook uit ecologisch oogpunt is ammoniak onovertroffen: het draagt niet bij tot de aantasting van de ozonlaag, noch tot de opwarming van de aarde (ODP en GWP = 0) en ook de TEWI-balans is gunstig vanwege het hoge COP van ammoniakinstallaties.

Bij industriële installaties met een capaciteit van meer dan 500 kW is ammoniak met betrekking tot energiezuinigheid en kostenefficiëntie onovertroffen. En ook op een kleinere schaal wordt ammoniak in toenemende mate gebruikt. Zo wordt ammoniak nu steeds meer gebruikt voor systemen met een capaciteit van minder dan 500 kW waarvoor de hoeveelheid ammoniak in combinatie met de keuze van de juiste koudedragers te verminderen is. Vooral op dit gebied van systemen met kleine hoeveelheden wordt momenteel intensief onderzoek gedaan. Het doel van de ontwikkeling zijn onder andere kleine, semihermetische en hermetische compressoren met een capaciteit van minder dan 100 kW. Ook de ontwikkeling van warmtewisselaars met een gereduceerde inhoud gaan in deze richting. Om ook DX-systemen mogelijk te maken, lopen er verschillende onderzoeksprojecten met een vereenvoudigd oliebeheer met oplosbare olie.

Bovendien wordt ammoniak nu ook steeds meer gebruikt in gebieden waar tot nu toe synthetische koudemiddelen heersten. Zo worden bijna alle grote beursgebouwen in Duitsland met ammoniak-vloeistofkoelers voor de airconditioning uitgerust. Ook voor de airconditioning in bankgebouwen, verzekeringsmaatschappijen en kantoorgebouwen worden steeds vaker energiezuinige ammoniak-vloeistofkoelers gebruikt. Ook luchthavens maken in toenemende mate gebruik van moderne ammoniakinstallaties nadat risicoanalyses geen hoger potentieel risico hebben aangetoond voor het publiek of medewerkers van de luchthaven dan bij oplossingen met synthetische koudemiddelen. Zo is niet alleen de vernieuwde luchthaven van Düsseldorf maar ook de nieuwe terminal 5 van London Heathrow en de luchthaven van Zürich met een ammoniakinstallatie uitgerust. Ook de vrachthaven van de luchthaven van Christchurch in Nieuw-Zeeland bespaart energie door het gebruik van ammoniak voor koeling.

Met kooldioxide energie en geld besparen

De interesse voor CO₂-koelinstallaties is de laatste tien jaar wereldwijd aanzienlijk toegenomen. Dit is er enerzijds op terug te voeren dat Nestlé als internationaal opererend concern de ontwikkeling van NH₃/CO₂-cascadekoelsystemen constant heeft nagestreefd en de energie-efficiëntie met installaties in Europa, de VS en Japan bewezen heeft. Andere bedrijven volgden dit voorbeeld. Bovendien is deze trend in een aantal landen door overheidssubsidies bevorderd. Zo geldt in Nederland bijvoorbeeld een aanzienlijke belastingvermindering voor CO₂-installaties en in Scandinavië is de belastingheffing op synthetische koudemiddelen verhoogd. CO₂ is met name zeer geschikt voor de warmteterugwinning en voor warmtepompen. In Azië worden deze toepassingen al op brede schaal ingezet en verwacht wordt dat andere landen zullen volgen.

Hoeveel energie met behulp van CO₂ als koudemiddel kan worden bespaard is vooral een kwestie van omgevingstemperatuur. Zo is een CO₂-systeem van een door synthetische koelmiddelen aangedreven installatie zeer efficiënt als het wordt gebruikt in het subkritische gebied. Maar ook in het superkritische gebied, kan het systeem qua efficiëntie moet goed resultaat geoptimaliseerd worden. Dit is bevestigd door de Coca Cola Company die voor haar 550-liter koelkast zowel CO₂ als R134a gebruikt. Resultaat: De met CO₂ aangedreven installaties verbruiken 20 tot 30 procent minder energie.

In de trans- of superkritische modus (temperaturen > 31,2°C) zijn CO₂-systemen over het algemeen minder efficiënt dan installaties met synthetische koudemiddelen. Toch zijn CO₂-koelinstallaties over het hele jaar gezien vaak energie-efficiënter dan installaties met synthetische koudemiddelen omdat de meeste systemen vooral in het gematigd bereik, het grootste deel van het jaar in het subkritische bereik worden gebruikt.

Klimaatneutraal koelen - met koolwaterstof

Koolwaterstoffen, zoals butaan, propaan en propeen, zijn ideaal als koudemiddel. Butaan wordt bijvoorbeeld met succes gebruikt voor meer dan 300 miljoen huishoudelijke koelkasten. Daarnaast wordt butaan steeds vaker gebruikt voor kleine commerciële koelsystemen. Zo heeft bijvoorbeeld het drankconcern Pepsi de efficiëntie vergeleken van kleine drankkoelers met een koelmiddelinhoud tot 150 gram en hieruit kwam naar voren dat apparaten met butaan tot 27 procent minder energie verbruiken dan apparaten die R134a gebruiken. Sindsdien gaat de voorkeur van de drankproducent uit naar koelers met butaan, en ze staan daarin niet alleen: Ook het bedrijf Ben & Jerry gebruikt voor het eerste butaan in de VS hun ijsvriezers en ze waren er erg tevreden over.

Propaan heeft zeer vergelijkbare thermodynamische eigenschappen als R22. Sommige landen in Azië hebben daarom in centrale airconditioningsinstallaties R22 vervangen door propaan en berichten van 10 tot 30 procent minder energieverbruik, bij slechts geringe wijzigingen aan de installaties. Ook Unilever heeft de voordelen van propaan als koudemiddel erkend: al tijdens de Olympische Spelen van 2000 in Brisbane en Sydney heeft het bedrijf een veldonderzoek uitgevoerd met ijsvriezers van 360 liter. De gebruikte apparaten vergeleken het gebruik van propaan tegenover het gebruik van R404A. De propaanvriezers bespaarden gemiddeld ongeveer 9 procent energie.

Koolwaterstoffen hebben uitstekende thermodynamische eigenschappen waardoor de koel- en aircosystemen die hierdoor worden aangedreven zeer energiezuinig zijn. Ze zijn te

mengen met conventionele koelolie en de kritische temperatuur is relatief hoog. De ontvlambaarheid van koolwaterstoffen vereist weliswaar een hermetisch afgesloten systeem en explosiebescherming van de elektrische componenten, maar die componenten zijn beschikbaar en de veilige werking is nu goed onder controle te houden.. Vanwege het hoge energiebesparende potentieel van systemen met koolwaterstoffen hebben een aantal bedrijven aangekondigd bij nieuwe koelinstallaties met koolwaterstoffen te gaan werken.

Nu is er in Europa een capaciteitsbeperking voor koolwaterstoffen van 150 gram. Maar deze waarde is willekeurig vastgelegd dus het is wenselijk om de capaciteitsbeperking afhankelijk te maken van de geldende omstandigheden. Aanbevelingen voor een dergelijke locatieafhankelijk limiet kunnen bijvoorbeeld in het kader van een wetenschappelijk onderzoeksproject worden ontwikkeld en uitgewerkt. Zo kunnen naar verwachting grotere hoeveelheden worden goedgekeurd als de propaan zich hoog bovenop het dak van een gebouw of in grote, goed geventileerde ruimtes bevindt.

In de VS is men bereid de mening te herzien: het gebruik van koolwaterstoffen is tot nu toe beperkt tot het industriële bereik maar deze beperking wordt in de toekomst mogelijk opgeheven. De Amerikaanse milieuorganisatie EPA (Environmental Protection Agency), die vanwege productaansprakelijkheidswetten zeer kritisch is over stoffen die een risico vormen voor de veiligheid, heeft goedkeuring gegeven voor een praktijktest waarin 2000 met brandbare koudemiddelen aangedreven koelkasten zijn getest. Dit kan een doorbraak betekenen.

Koud water bespaart tot 25 procent

Koelen door verdamping van water wordt al jaren gebruikt. Wat echter in het menselijk lichaam van nature wordt gedaan door te zweten, is op industriële schaal een uitdaging. Want om tot voldoende koeling te komen is een enorme hoeveelheid waterdamp nodig en dat vereist het gebruik van turbocompressoren. Geschikt hiervoor zijn axiale compressors met een relatief kleine voetafdruk en veel stappen, of in serie geschakelde radiale compressors. Deze reageren gevoelig op belastingvariaties hetgeen een constant gebruik mogelijk maakt. Hier komt bij dat de werking in een diep vacuüm verloopt waardoor een volledig gesloten systeem nodig is. Tegenover deze hoge technische vereisten - in vergelijking met de R134a-vloeistofkoelmachines die nu beschikbaar zijn – staat echter een groot potentieel voor energiebesparing van ongeveer 25 procent. Om deze reden worden momenteel in Frankrijk en Dresden zowel prototypes van radiale als axiale compressoren onderzocht.

Lucht - snelle koeling bij lage energiekosten

Lucht is interessant als koudemiddel als temperaturen van verder onder -50°C moeten worden bereikt. Systemen met een gesloten luchtcirculatie overtuigen vooral door extreem hoge koelsnelheid (rapid cooling) bij lage energiekosten. Dat lucht als koelmiddel nog niet grootschalig wordt gebruikt, is te wijten aan de relatief hoge kosten voor het gehele systeem. Om de vereiste massastroomdichtheid te bereiken zijn dure turbocompressor-/expandersystemen en speciale glijdringafdichtingen nodig om lekkages te minimaliseren. Tegelijkertijd zijn luchtgekoelde systemen ook zeer compact. Om deze reden worden ze nu op scheepstankers gebruikt om gassen vloeibaar te maken omdat daar de beperkte benodigde ruimte de hoge kosten rechtvaardigt.

Dubbel voordeel voor het milieu en de bedrijfsbalans

Natuurlijke koudemiddelen zijn goedkoop, in onbeperkte hoeveelheden beschikbaar en kunnen tegenwoordig bijna alle koeltoepassingen afdekken. Bovendien hebben ze in vergelijking met synthetische koudemiddelen een zeer laag broeikas-effect (GWP). Alleen om die reden wordt het gebruik al aanbevolen. Maar minstens zo belangrijk is de grote energie-efficiëntie, omdat meer dan 80 procent van het broeikas-effect van koel- en airconditioningsinstallaties niet door lekkages komt maar door het energieverbruik van de installaties. Momenteel wordt ongeveer 15 procent van de wereldwijd verbruikte elektrische energie gebruikt voor koeling - waaruit een enorm potentieel voor besparing ontstaat. Energiebesparende maatregelen gedurende de gehele levensduur van het koelsysteem worden steeds belangrijker en kunnen aanzienlijk bijdragen aan een ontlasting van het milieu. Tegen deze achtergrond biedt het gebruik van natuurlijke koudemiddelen voor bedrijven een dubbele stimulans - omdat door het verminderen van hun energieverbruik niet alleen de kosten worden verlaagd maar tegelijkertijd ook het milieu wordt beschermd.. Alles wijst erop dat we ons in de toekomst zowel uit ecologisch als uit economisch oogpunt moeten richten op natuurlijke koudemiddelen, om zowel de investeringen als ook het milieu langdurig te beschermen!

Bijlagen

Ammoniak (NH₃)

Ammoniak wordt als koelmiddel al meer dan 130 jaar met succes gebruikt in industriële koelsystemen. Het is een kleurloos, onder druk vloeibaar gemaakt gas met een penetrante geur. Als koudemiddel is ammoniak bekend onder de koeltechnische aanduiding R 717 (R = Refrigerant) en het wordt synthetisch vervaardigd voor gebruik in de koeltechniek. Ammoniak heeft geen ozonafbrekend vermogen (ODP = 0) en geen direct broeikas effect (GWP = 0). Vanwege de hoge energie-efficiëntie is ook de indirecte bijdrage aan het broeikas effect relatief klein. Ammoniak is beperkt brandbaar. De benodigde ontstekingsenergie is echter 50 keer hoger dan die van aardgas, en zonder vlam brandt ammoniak niet verder. De hoge affiniteit van ammoniak in de luchtvochtigheid heeft geleid tot de kwalificatie zeer ontvlambaar. Ammoniak is giftig, maar heeft een karakteristieke penetrante geur met een hoge waarschuwendende werking en is al in de lucht waarneembaar bij een concentratie van 3 mg/m³, wat betekent dat de waarschuwendende werking al lang optreedt is voordat er sprake is van een voor de gezondheid schadelijke concentratie (> 1750 mg/m³). Ammoniak is lichter dan lucht en stijgt sneller op.

Kooldioxide

Koolstofdioxide is in de koeltechniek bekend onder de koeltechnische aanduiding R 744 en kent een lange traditie die tot ver in de 19e eeuw reikt. Het is een kleurloos, onder druk vloeibaar gemaakt gas met een zwakke zure geur of smaak. Kooldioxide heeft geen ozonafbrekend vermogen (ODP = 0) en heeft in gebruik als koudemiddel in gesloten cycli een verwaarloosbaar direct broeikas effect (GWP = 1). Het is niet brandbaar, chemisch inactief en zwaarder dan lucht. Op mensen werkt kooldioxide alleen bij hoge concentraties verdovend en verstikkend. Kooldioxide is van nature in zeer grote hoeveelheden aanwezig.

Koolwaterstoffen

Koelsystemen met koolwaterstoffen zoals propaan (R 290, C₃H₈) of isobutaan (R 600a, C₄H₁₀) worden wereldwijd al jaren gebruikt. Koolwaterstoffen zijn onder druk vloeibaar gemaakte, kleurloze en vrijwel reukloze gassen die noch beschikken over een ozonafbrekend vermogen (ODP = 0), noch over een noemenswaardig direct broeikas effect (GWP = 3). Dankzij de uitstekende thermodynamische eigenschappen van koolwaterstoffen zijn het zeer energie-efficiënte koudemiddelen. Koolwaterstoffen zijn brandbaar, op basis van bestaande veiligheidsvoorzieningen liggen de verliezen als koudemiddel dicht bij nul. Koolwaterstoffen zijn wereldwijd gunstig geprijsd beschikbaar en worden dankzij de ideale koeltechnische eigenschappen met name bij installaties met kleine vulhoeveelheid gebruikt.

Ozonlaagaantastend vermogen en het broeikas effect van koudemiddelen

	Ozonlaagaantastend vermogen (ODP)	Global Warming Potential (GWP)
Ammoniak (NH ₃)	0	0
Kooldioxide (CO ₂)	0	1
Koolwaterstoffen (propaan C ₃ H ₈ , propaan C ₃ H ₆ , isobutaan C ₄ H ₁₀)	0	3
Water (H ₂ O)	0	0
Chloorfluorkoolstoffen (CFK's)	1	4680–10.720

Gedeeltelijk gehalogeneerde fluorchloorkoolwaterstoffen (HCFK's)	0,02–0,06	76–2270
Perfluorkoolwaterstoffen (PFK's)	0	5820–12.010
Gedeeltelijk gehalogeneerde fluorkoolwaterstoffen (HFK's)	0	122–14.310
<p>Ozone Depletion Potential (ODP)</p> <p>De beschadiging van de ozonlaag wordt vooral veroorzaakt door chloor-, fluor- en broomdeeltjes in verbindingen die ozonmoleculen (O₃) kunnen splitsen waardoor de ozonlaag beschadigt. Het ozonlaagaantastend vermogen (ODP) van een verbinding wordt aangegeven als chloorequivalent (ODP van een chloormolecuul = 1).</p> <p>Global Warming Potential (GWP)</p> <p>Het broeikaseffect wordt veroorzaakt door het vermogen van stoffen in de atmosfeer om de stralingswarmte van de aarde terug te kaatsen naar de aarde. Het directe broeikaseffect (GWP) van een verbinding wordt als CO₂-equivalent gemeten (GWP van een CO₂-molecuul = 1).</p>		

Over eurammon

eurammon is opgezet in 1996 en een gezamenlijk initiatief van Europese bedrijven, instituten en personen die zich sterk maken voor een intensiever gebruik van natuurlijke koudemiddelen in het belang van een gezonde omgeving. eurammon ziet zichzelf als kennisbank voor het gebruik van natuurlijke koudemiddelen in de koudetechniek. eurammon ziet als opdracht een platform voor het uitwisselen van informatie te creëren. eurammon verschaft uitgebreide informatie over alle aspecten van natuurlijke koudemiddelen aan specialisten, zoals gebruikers en ontwerpers, en tegelijkertijd aan de politiek en het grote publiek. Derhalve staat eurammon ter beschikking als competent aanspreekpunt voor iedereen die geïnteresseerd is in dit onderwerp. Gebruikers en ontwerpers van koude-installaties kunnen zich ook tot eurammon richten voor advies met betrekking tot zaken zoals planning, licenties en koude-installaties in bedrijf.
 Internetpagina: www.eurammon.com

Contactadressen

Contact eurammon

eurammon
 Dr. Karin Jahn
 Lyoner Strasse 18
 D-60528 Frankfurt
 Duitsland
 Tel.: +49 (0)69 6603-1277
 Fax: +49 (0)69 6603-2276
 E-mail: karin.jahn@eurammon.com

Contact pers

FAKTOR 3 AG
 Andreas Reich
 Kattunbleiche 35
 D-22041 Hamburg
 Duitsland
 Tel.: +49 (0)40 679446-34
 Fax: +49 (0)40 679446-11
 E-mail: eurammon@faktor3.de