

Baggrund

Naturlige kølemidler – aktuelle udviklinger og trends

af Monika Witt, bestyrelsesformand for eurammon,
det europæiske initiativ for naturlige kølemidler

Når der skal tages beslutning om, hvilket kølemiddel der skal anvendes i et køle- eller airconditionanlæg, er sikkerhed, omkostninger og miljøbeskyttelse de vigtigste kriterier. Men på baggrund af stadigt stigende energipriser spiller et anlægs energiforbrug også en stadig vigtigere rolle. Ideelt set bør det anvendte kølemiddel være i besiddelse af fremragende termodynamiske egenskaber, en høj, kemisk stabilitet og gode fysiske egenskaber. Desuden bør det ikke have nogen, eller kun meget ringe indflydelse på miljøet, og derudover skal det være billigt og nemt at få fat i overalt.

Desværre findes der ikke noget kølemiddel, der opfylder alle disse krav. I praksis afhænger beslutningen om det bedst egnede kølemiddel af en række forskellige faktorer. Herunder spiller anvendelsesområdet og brugerens krav en rolle lige så vel som opstillingsstedet og miljøaspekterne. Men den afgørende indflydelse på energiforbruget har imidlertid først og fremmest dimensioneringen af hele køleanlægget under hensyntagen til delastbetingelser, da et køleanlægs effektivitet påvirkes kraftigere af det samlede koncept end af valg af kølemiddel. Alligevel viser en række aktuelle projekter, at anlæg netop arbejder effektivt og miljøvenligt, når de anvender naturlige kølemidler.

Ammoniakkøling er overbevisende med den største energieffektivitet

Ammoniak er det kølemiddel, der har de dokumenterbart bedste, termodynamiske egenskaber. Det er det eneste naturlige kølemiddel, som industrien, på grund af det høje effektivitet, aldrig ville give afkald på. Også fra et økologisk synspunkt er ammoniak uovervindeligt: Det bidrager hverken til nedbrydningen af ozonlaget eller til den globale opvarmning (ODP og GWP = 0), og TEWI-balancen er også fordelagtig på grund af ammoniakanlægs høje COP.

For industrianlæg med en kapacitet på mere end 500 kW er ammoniak uovertruffen hvad angår energi- og omkostningseffektivitet. Også i mindre målestok anvendes ammoniak i

stigende grad. Således anvendes ammoniak i stigende grad i systemer med en kapacitet på mindre end 500 kW, hvor ammoniakmængden kan reduceres i kombination med valg af det rigtige kølemedium. Netop her, på området for systemer med små påfyldningsmængder, forskes der for tiden intensivt. Målet for udviklingen er blandt andet små, semihermetiske og hermetiske kompressorer med en effekt under 100 kW. Også udviklingen af varmevekslere med reduceret påfyldningsmængde bevæger sig i denne retning. For også at muliggøre brugen af DX-anlæg beskæftiger forskellige forskningsprojekter sig derudover med en forenklet oliestyling med opløselige olier.

Desuden anvendes der i dag i stigende grad ammoniak på områder, hvor der hidtil har været anvendt syntetiske kølemidler. Således er for eksempel alle store messehallen i Tyskland blevet udstyret med ammoniak-væskekølere til luftkonditioneringen. Banker, forsikringselskaber og kontorbygninger luftkonditioneres også i stigende grad med ammoniak-væskekøleanlæg for at opnå energibesparelser. Selv moderne lufthavne anvender oftere og oftere ammoniak-anlæg, efter at risikoanalyser har påvist, at der ikke foreligger større farepotentiale for offentligheden eller for lufthavnens ansatte ved anvendelse af ammoniak end ved løsninger med syntetiske kølemidler. Derfor blev ikke kun den renoverede lufthavn i Düsseldorf, men også den nye terminal 5 i Heathrow samt Zürich lufthavn udstyret med ammoniak-anlæg. Også fragtterminalen i Christchurch-lufthavnen i New Zealand, sparer energi ved anvendelse af ammoniak til køling.

Spar energi og penge med kuldioxid

Interessen for CO₂-køleanlæg er i de sidste ti år steget jævnt over hele verden. Det skyldes på den ene side, at Nestlé som globalt agerende koncern kontinuerligt har drevet udviklingen af NH₃/CO₂-kaskade-køleanlæg frem og bevist deres energieffektivitet med anlæg i Europa, USA og Japan. Andre virksomheder følger deres eksempel. Oven i købet er denne trend i nogle lande blevet fremmet med statslige tilskud. Således giver for eksempel Holland klare skattelettelser til CO₂-anlæg, og i Skandinavien er beskatningen af syntetiske kølemidler blevet forhøjet. CO₂ er også særligt velegnet til varmegenvinding eller til varmepumpeapplikationer. I Asien er disse applikationer allerede meget udbredt, og det må forudses, at andre lande vil følge efter.

Hvor meget energi, der kan spares ved anvendelse af CO₂ som kølemiddel, er først og fremmest et spørgsmål om den omgivende temperatur. Et CO₂-system er således et anlæg, der drives med syntetiske kølemidler klart overlegent med hensyn til effektivitet, når det anvendes i det subkritiske område. Men anlægget kan også i det overkritiske område optimeres med stor succes hvad angår effektivitet. Det er blandt andet blevet bekræftet af

Coca Cola Company, der til deres 550-liters køleskabe anvender både CO₂ og R134a. Resultat: De CO₂-drevne anlæg bruger 20 til 30 % mindre energi.

I trans- eller overkritisk tilstand (temperaturer > 31,2° C) er CO₂-systemer grundlæggende mindre effektive end anlæg med syntetiske kølemidler. Alligevel er CO₂-køleanlæg set over hele året ofte mere energieffektive end anlæg med syntetiske kølemidler, da de fleste systemer, primært i tempererede områder, den største del af året arbejder i det underkritiske område.

Klimaneutral køling – med kulbrinter

Kulbrinter som butan, propan og propen er fremragende som kølemidler. Butan anvendes for eksempel med stor succes i de mere end 300 millioner husholdningskøleskabe, der er i brug. Derudover anvendes butan i stigende grad i små, kommercielle køleanlæg. Således sammenlignede drikkevarekoncernen Pepsi effektiviteten for små drikkevarekølere med en kølemiddelmængde på op til 150 g, og fandt ud af, at kølere, der kører på butan forbruger op til 27 % mindre energi end dem, hvor der anvendes R134a. Siden da foretrækker drikkevareproducenten butan til disse kølere – og det er de ikke alene om: Også firmaet Ben & Jerry anvendte for første gang butan i USA til deres iscreme-frysere og blev meget tilfredse med det.

Propan har egenskaber, der er meget lig egenskaberne hos R22. Nogle lande i det asiatiske område har derfor i centrale klimaanlæg erstattet R22 med propan, og beretter om et 10 til 30 procent mindre energiforbrug, der kun kræver små, nødvendige ændringer af anlæggene. Unilever har også fået øjnene op for fordelene ved propan som kølemiddel: Allerede under de Olympiske Lege i 2000 i Brisbane og Sydney gennemførte virksomheden et feltstudie med 360-liters iscreme-frysere. De anvendte frysere blev brugt til en sammenligning af drift med propan og drift med R404A. Propan-fryserne sparede i gennemsnit cirka 9 % energi.

Kulbrinter har udmærkede termodynamiske egenskaber, hvilket betyder, at de køle- og klimaanlæg der anvender kulbrinter, er særligt energibesparende. De blandes godt med gængse køleoiler, og den kritiske temperatur ligger relativt høj. Kulbrinternes brændbarhed nødvendiggør ganske vist hermetisk tætte systemer og en eksplosionsbeskyttelse af elektriske komponenter, men komponenterne findes, og det er i dag nemt at opnå en sikker drift. På grund af det store energibesparelspotentiale for systemer med kulbrinter har en række koncerner derfor meddelt, at de vil anvende kulbrinter i nye køleanlæg.

Indtil videre eksisterer der i Europa en påfyldningsmængdebegrænsning for kulbrinter på 150 g. Denne værdi blev fastlagt vilkårligt, hvorfor det er ønskværdigt at gøre påfyldningsmængdebegrænsningen afhængig af de fremherskende betingelser. Anbefalinger af sådanne lokalitetsafhængige grænseværdier kunne for eksempel udarbejdes og udvikles i forbindelse med et videnskabeligt forskningsprojekt. På den måde kunne der antagelig godkendes større påfyldningsmængder, hvis propanpåfyldningen befinder sig højt oppe på taget af en bygning eller i store og velventilerede lokaler.

I USA er man tydeligvis klar til at tænke nyt: Selv om anvendelsen af kulbrinter indtil nu har været begrænset til det industrielle område, ophæves denne restriktion muligvis i fremtiden. De amerikanske miljømyndigheder EPA (Environmental Protection Agency), der på grund af produktansvarsloven agerer særdeles kritisk over for sikkerhedstruende stoffer, har for første gang godkendt et feltforsøg, hvor der testes op til 2.000 kummefrysere, der anvender brændbare kølemidler. Det kan betyde et gennembrud.

Vandkøling med et energibesparelsespotentiale på op til 25 procent

Køling ved fordampning af vand har været anvendt siden tidernes morgen. Det som for den menneskelige krops vedkommende sker helt naturligt i form af sved, er i industriel målestok en udfordring. For at opnå en tilstrækkelig køleeffekt skal der nemlig anvendes et enormt vanddampvolumen, og det kræver anvendelse af turbokompressorer. Der kan enten anvendes aksialkompressorer med relativt lille grundflade og mange trin, eller seriekoblede radialkompressorer. Disse kompressorer reagerer dog følsomt på belastningsudsving, således at der kræves en så konstant drift som muligt. Desuden bliver det endnu vanskeligere af, at driften foregår i dybt vakuum; det er derfor nødvendigt med et absolut tæt system. Over for disse høje, tekniske krav står dog – sammenlignet med de R134a-væskekøleanlæg, der findes i dag – et stort energibesparelsespotentiale på cirka 25 procent. Derfor forskes der for tiden i Frankrig og Dresden i prototyper af både radial- og aksialkompressorer.

Luft – hurtig køling med lave energiomkostninger

Luft er interessant som kølemiddel, når der skal opnås temperaturer på langt under -50°C . Systemer med lukkede luftkredsløb har især en overbevisende, og udtalt høj afkølingshastighed (rapid cooling) med lave energiomkostninger. At luft alligevel ikke er slået igennem som kølemiddel i stor skala, skyldes de relativt høje omkostninger til hele systemet. For at opnå den nødvendige massestrømsdensitet kræves der dyre turbokompressor-/ekspandersystemer og specielle glideringspakninger til minimering af lækager. Samtidig er

luftkølede systemer imidlertid meget kompakte. Derfor anvendes de i dag til gaskondensation på tankskibe, hvor det lille pladsbehov retfærdiggør de høje omkostninger.

Dobbelt fordel for miljøet og virksomhedens regnskab

Naturlige kølemidler er billige, til rådighed i ubegrænsede mængder, og kan allerede i dag dække næsten enhver køleapplikation. Desuden besidder de, sammenlignet med syntetiske kølemidler, et meget lille drivhuspotentiale (GWP). Alene derfor anbefales det at anvende dem. Mindst lige så vigtig er imidlertid deres store energieffektivitet, for mere end 80 procent af køle- og klimaanlægs drivhuspotentiale stammer ikke fra lækager men derimod fra anlæggenes energiforbrug. For tiden anvendes cirka 15 procent af den på verdensplan anvendte elektriske energi til frembringelse af kulde - det rummer et enormt besparelspotentiale. Foranstaltninger til besparelser på energiforbruget over hele køleanlæggets levetid får derfor stigende betydning og kan bidrage væsentligt til en aflastning af miljøet. På den baggrund udgør anvendelsen af naturlige kølemidler et dobbelt incitament for virksomheder – for ved at sænke deres energiforbrug sænker de ikke blot deres omkostninger, men de skåner samtidig også miljøet. Dermed taler alt for, både i økologisk og økonomisk henseende, at vi i fremtiden satser på naturlige kølemidler for at sikre både investeringer og miljø på langt sigt!

Anlæg

Ammoniak (NH₃)

Ammoniak har været anvendt med succes som kølemiddel i mere end 130 år i industrielle køleanlæg. Det er en farveløs gas, der er flydende under tryk, med en stikkende lugt. Som kølemiddel er ammoniak kendt under den køletekniske betegnelse R 717 (R = Refrigerant), og den fremstilles syntetisk til anvendelse i køleteknikken. Ammoniak har intet ozonnedbrydningspotentiale (ODP = 0) og ingen direkte drivhuseffekt (GWP = 0). Som følge af den høje energieffektivitet er bidraget til den indirekte drivhuseffekt også forholdsmæssigt lavt. Ammoniak er betinget brændbar. Den nødvendige antændingsenergi er dog 50 gange højere end for naturgas, og uden støtteflame fortsætter ammoniak ikke med at brænde. Ammoniakkens høje affinitet med luftfugtigheden har ført til klassificering som svært antændelig. Ammoniak er giftig, men har en karakteristisk, stikkende lugt med en høj advarselseffekt, og kan allerede ved en koncentration på 3 mg/m³ registreres i luften, hvilket betyder, at advarselsvirkningen indtræder længe før der opnås en sundhedsskadelig koncentration (> 1.750 mg/m³). Ammoniak er desuden lettere end luft, og stiger derfor hurtigt til vejrs.

Kuldioxid (CO₂)

Kuldioxid er kendt i køleteknikken under den køletekniske betegnelse R 744, hvor den har en lang tradition, der går helt tilbage til det 19. århundrede. Det er en farveløs gas, der er flydende under tryk, med en svagt syrlig lugt eller smag. Kuldioxid har intet ozonnedbrydningspotentiale (ODP = 0) og ved anvendelse som kølemiddel i lukkede kredsløb en ubetydelig direkte drivhuseffekt (GWP = 1). Den er ikke brændbar, kemisk inaktiv og tungere end luft. Kuldioxid virker først bedøvende og kvælende på mennesker ved høje koncentrationer. Da kuldioxids energieffektivitet er lavere end andre kølemidlers, er der i den senere tid arbejdet specielt på at optimere anlægsteknikken til specifikke applikationer, og der udvikles løbende mere effektive køleanlæg for at lukke dette hul. Kuldioxid forekommer naturligt i meget store mængder.

Kulbrinter

Køleanlæg med kulbrinter som propan (C₃H₈), inden for køleteknikken også kendt under betegnelsen R 290, eller butan (C₄H₁₀), som er kendt under betegnelsen R 600a, har været anvendt i mange år. Kulbrinter er gasser, der er kondenseret under tryk, farve- og næsten lugtløse, der hverken har et ozonnedbrydningspotentiale (ODP = 0) eller en nævneværdig, direkte drivhuseffekt (GWP = 3). Takket være deres fremragende, termodynamiske egenskaber er kulbrinter særligt energibesparende kølemidler. De er tungere end luft og

virker i høje koncentrationer bedøvende og kvælende. Kulbrinter er brændbare og kan danne eksplosive blandinger sammen med luft. De foreliggende sikkerhedsanordninger sørger imidlertid for, at kølemiddeltab ligger tæt på nul. Kulbrinter er billige i indkøb over hele verden og anvendes, takket være deres ideelle, køletekniske egenskaber, især i anlæg med små påfyldningsmængder.

Kølemidlers ozonnedbrydnings- og drivhuseffektpotentiale

	Ozonnedbrydningspotentiale (ODP)	Global opvarmningspotentiale (GWP)
Ammoniak (NH ₃)	0	0
Kuldioxid (CO ₂)	0	1
Kulbrinter (propan C ₃ H ₈ , butan C ₄ H ₁₀)	0	3
Vand (H ₂ O)	0	0
Fluor-klor-kulstof (CFC)	1	4680–10720
Delvis halogeneret fluor-klor-kulstof (HCFC)	0,02–0,06	76–2270
Per-fluor-kulbrinte (PFC)	0	5820–12010
Delvis halogeneret fluor-kulbrinte (HFC)	0	122–14310

Ozonnedbrydningspotentiale (ODP)

Beskadigelsen af ozonlaget forårsages primært af klor-, fluor- eller bromandelen i forbindelser, der er i stand til at spalte ozonmolekyler (O₃) og dermed ødelægge ozonlaget. Ozonnedbrydningspotentialet (ODP) for en forbindelse angives som klorækvivalent (ODP for et klormolekyle = 1).

Global opvarmningspotentiale (GWP)

Drivhuseffekten opstår som følge af evnen hos nogle stoffer i atmosfæren til at tilbagekaste den varme som jorden afgiver, tilbage til jorden. Det direkte drivhuspotentiale (GWP) for en forbindelse måles som CO₂-ækvivalent (GWP for et CO₂-molekyle = 1).

Om eurammon

eurammon er et fælles europæisk initiativ fra virksomheder, institutioner og enkeltpersoner, der har engageret sig i en indsats for en øget anvendelse af naturlige kølemidler. Som kompetencecenter for anvendelsen af naturlige kølemidler inden for køleteknikken ser det som sin opgave at tilbyde en platform for informationer og udveksling af informationer, samt at øge kendskabet til og accepten af

naturlige kølemidler. Målet er at fremme anvendelsen af dem af hensyn til et sundt miljø og dermed videreudvikle et vedvarende arbejde inden for køleteknikken. eurammon informerer fagfolk, politikere og den brede offentlighed grundigt om alle aspekter af naturlige kølemidler og står til rådighed for alle interesserede som kompetent kontaktperson. eurammon stiller omfattende informationsmateriale til rådighed for brugere og planlæggere af køleprojekter og rådgiver dem i alle spørgsmål i forbindelse med projektering, godkendelse og drift af køleanlæg. Initiativet er grundlagt i 1996 og er åbent for europæiske virksomheder og institutioner inden for interesseområdet naturlige kølemidler, men også for enkeltpersoner, f.eks. inden for videnskab og forskning.

Internetadresse: www.eurammon.com

Kontakt:

Kontaktperson, eurammon

eurammon

Dr. Karin Jahn

Lyoner Straße 18

D-60528 Frankfurt

Tlf.: +49 (0)69 6603-1277

Fax: +49 (0)69 6603-2276

Mail: karin.jahn@eurammon.com

Kontaktperson, presse

FAKTOR 3 AG

Andreas Reich

Kattunbleiche 35

D-22041 Hamburg

Tlf.: +49 (0)40 679446-34

Fax: +49 (0)40 679446-11

Mail: eurammon@faktor3.de