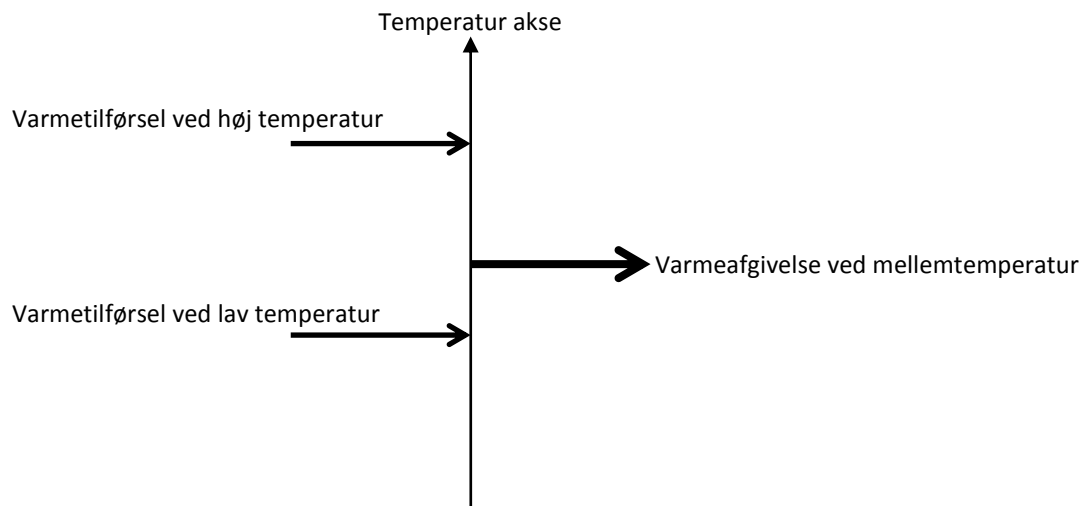


Mulige anvendelser af absorptionskøling

Absorptionskøling evner i grundprincippet at tage varme fra to temperaturniveauer (en lavtemperatur energikilde og en højtemperatur energikilde) og aflevere hele varmemængden ved en mellemtemperatur. For at processen skal være mulig skal denne mellemtemperatur ligge tættest på lavtemperatur energikilden

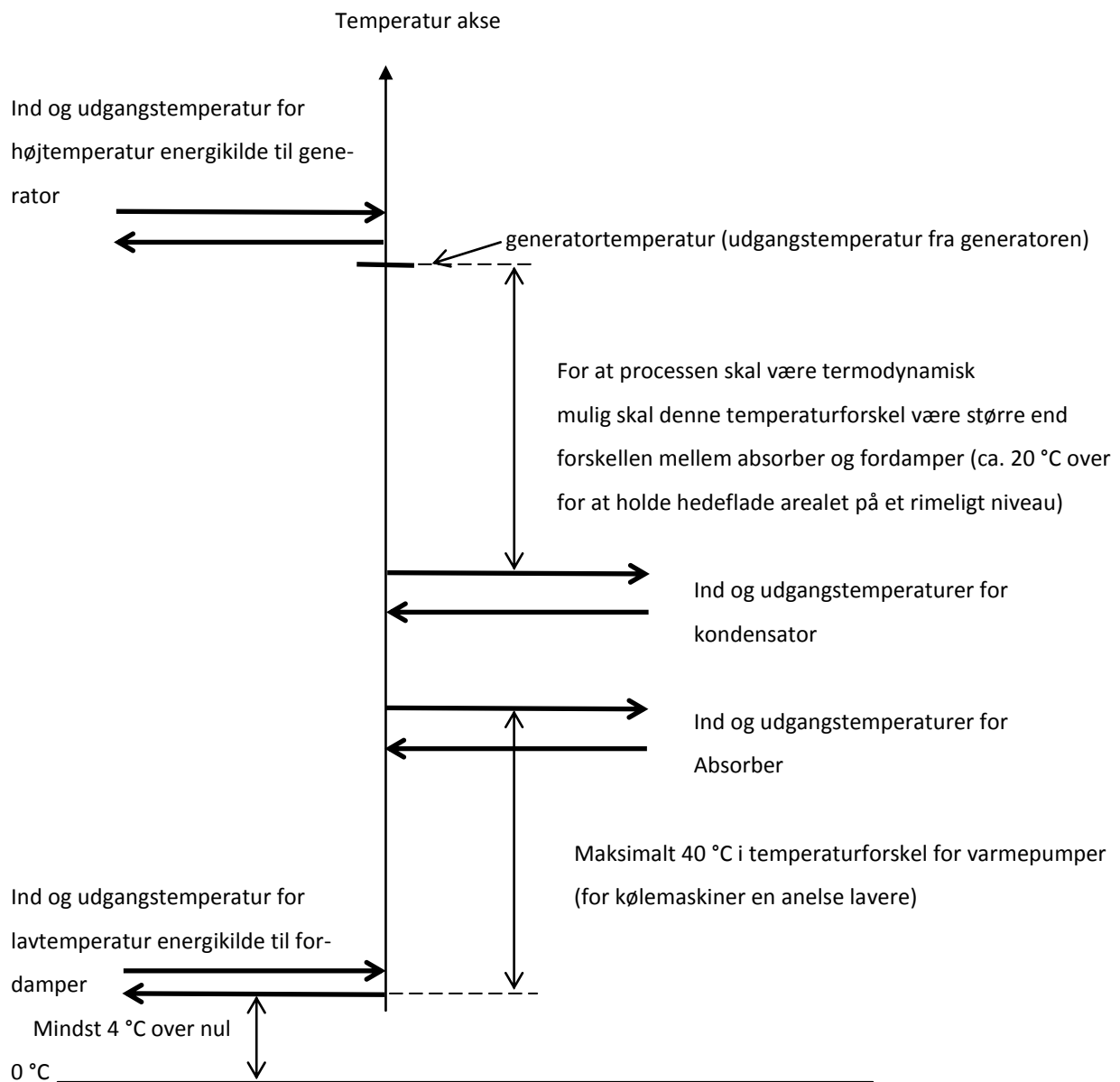
Grafisk fremstillet kan det se ud som følger :



En mere uddybende beskrivelse er angivet i følgende hvor de reelle begrænsninger er beskrevet mere detaljeret.

1. Da kølemidlet er vand kan der ikke opereres med temperaturer under 0 °C. I praksis er det uden specielle foranstaltninger dog ikke realistisk at køre med udgangstemperaturer på det kølede vand fra fordamperen på under 4-6 °C da der skal være en rimelig margin mellem driftstemperatur og frysevagtstemperaturen der generer sikkerhedsstop.
2. Af hensyn til begrænsning af indre korrosion laver man normalt ikke driftstemperaturer på generatoren på over 150 °C.
3. Højere temperaturforskel mellem fordamper og absorber kræver højere LiBr koncentration. Den maksimale koncentration der kan tolereres svarer til ca. 40 °C i temperaturforskel. For at opnå den nødvendige LiBr koncentration uden for store hedeblader kræves der en temperaturforskel mellem kondensatorudgang og generator som typisk er 20 °C højere end temperaturforskellen mellem fordamper og absorber (udgangstemperaturer).
4. Varmeafgivelsen kommer desuden ikke fra ét sted, men i stedet fra to steder i processen som ikke nødvendigvis har samme temperaturniveau. Varmen genereres nemlig både i absorberen der absorberer dampene fra fordamperen (ca. 56 % af varmeafgivelsen) og kondensatoren der kondenserer dampene fra generatoren (ca. 44 % af varmeafgivelsen). Kølevandet til de to varmeafgivere er normalt koblet i serie så de fremstår som én kilde, men andre koblinger er også muligt. På varmepumper (højtemperatur maskiner som laver fjernvarme) er absorberen altid koblet før kondensatoren. På kølemaskiner (lavtemperatur maskiner som laver vand til køleformål) er koblingen normalt modsat.
5. Energimæssigt udgør lavtemperatur energikilden 70-75 % af højtemperatur energikilden. For dobbeltvirkende maskiner hvor den varme kondensator opvarmer den kolde generator dog 120-140 %. Da vands fordampningsvarme er dominerende i forhold varmekapaciteten (henført til nogle graders temperaturvariation) er dette forhold næsten uafhængigt af driftstemperaturer og belastning for en given maskine.
6. Absorptions varmepumpers interne el-forbrug består i det væsentlige i forsyning af to små pumper. For større maskiner (i MW størrelse og op efter) ligger el-forbruget på ca. 2 promille af køleeffekten. For helt små maskiner (100 kW) ligger forbruget dog på ca. 1 % af køleeffekten. Under alle omstændigheder et ret ubetydeligt forbrug som langt overgås af de effekter der kræves til pumper for at cirkulere vand fra de eksternt koblede kredse gennem maskinerne. Dette forbrug kan dog for varmepumper sidestilles med forbruget ved alternative måder at fremstille varme på.

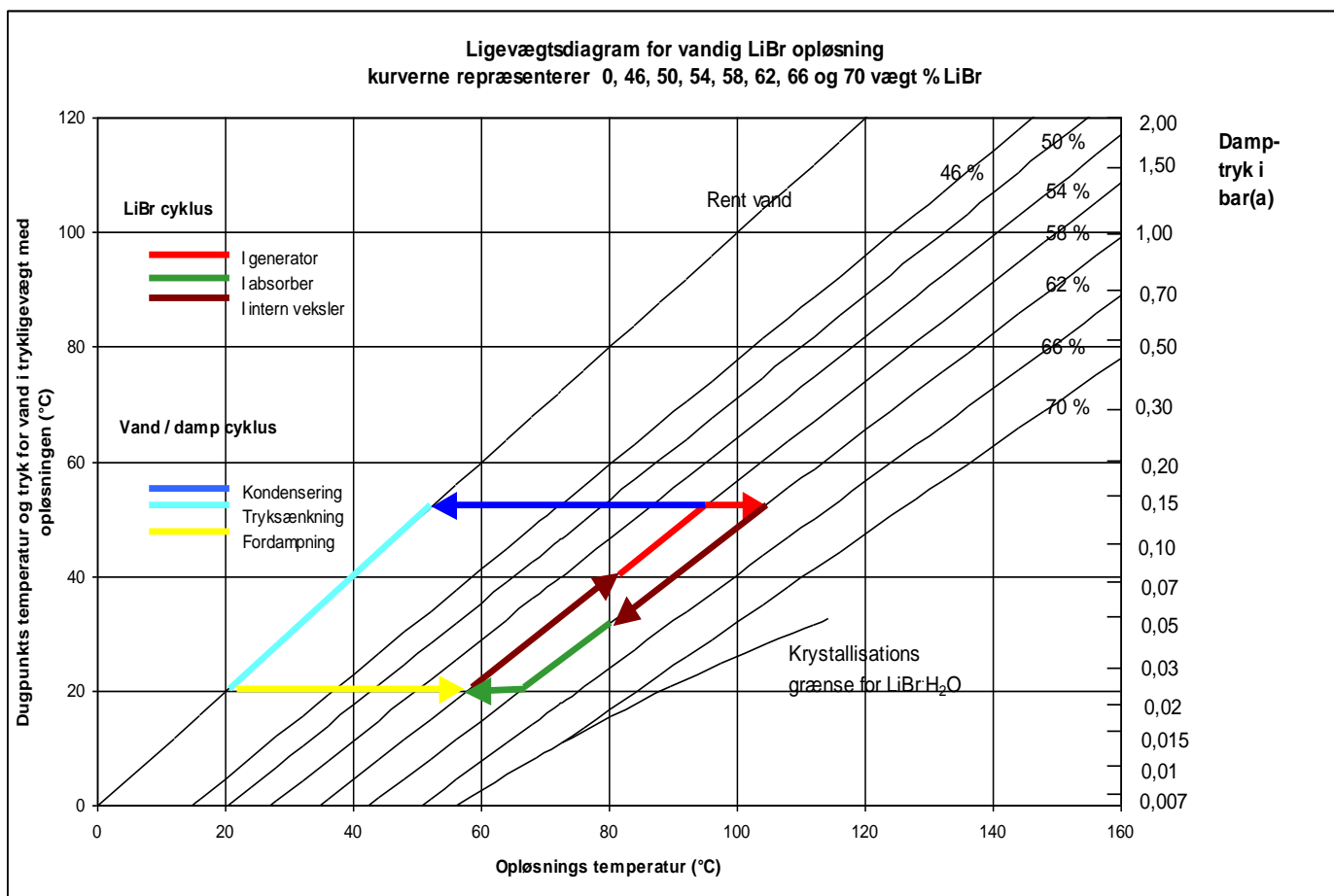
Der kan nu på næste side opstilles følgende mere fyldestgørende principskitse.



Absorptionskøling med vand som kølemiddel og Lithiumbromid som absorbant

Hvordan virker det

Hovedprincippet for teknikken er at Lithiumbromid er stærkt vandsugende. Damptrykket over en vandig opløsning af LiBr er altså meget lavere end for rent vand ved samme temperatur. Nedenstående diagram beskriver fænomenet.



Som eksempel har rent vand ved 20 °C et damptryk på 0,0234 bar absolut. Det ses af diagrammet at man har ca. samme damptryk over en 58 % Lithiumbromid ved 57 °C eller en 62 % Lithiumbromid ved 66 °C. Det skal hertil bemærkes at damptrykket alene udgøres af vandet. Saltet (Lithiumbromiden) fordamper overhovedet ikke.

Ved de nævnte temperaturer er de 3 væsker altså i trykmæssig ligevægt. Er det rene vand derimod blot en anelse varmere (f.eks. 21 °C) vil der altså være uligevægt med følgende resultat.

Vandet vil fordampe ved 21 °C og blive absorberet til lithiumbromiden ved de højere temperaturer. Herved vil vandet optage fordampningsvarme ved de 21 °C og afgive kondenseringsvarmen plus lidt blandingsvarme ved de 57/66 °C. Samtidig optager lithiumbromiden så meget vanddamp at koncentrationen falder og de 62 % LiBr bliver til 58 % LiBr. Det er præcis hvad der sker i underdelen af kølemaskinen.

Efter af Lithiumbromiden har optaget vandet falder evnen til at opsuge mere vand og det må regenereres. Det sker ved at pumpe den fortyndede LiBr-opløsning (med f.eks. 58 % LiBr) gennem modstrømsvarmeveksleren og til overdelen hvor processen går baglæns.

I generatoren tilføres så meget varme så opløsningen koger og vandet drives ud. Den koncentrerede LiBr-opløsning (med f.eks. 62 % LiBr) løber tilbage til absorberer via modstrømsvarmeveksleren og ringen er sluttet. Vanddampen fra generatoren kondenseres i kondensatoren og løber via vandudlader tilbage til fordampere. På dets vej forkøles det ca. 80 °C kondensat dog med fjernvarmevand inden det når underdelens lave tryk. I kølemaskiner er temperaturforskellene dog så små at denne forkøling udelades

Øvrige kemikalier

Ud over LiBr og vand tilsættes Oktylalkohol og Lithiummolybdat.

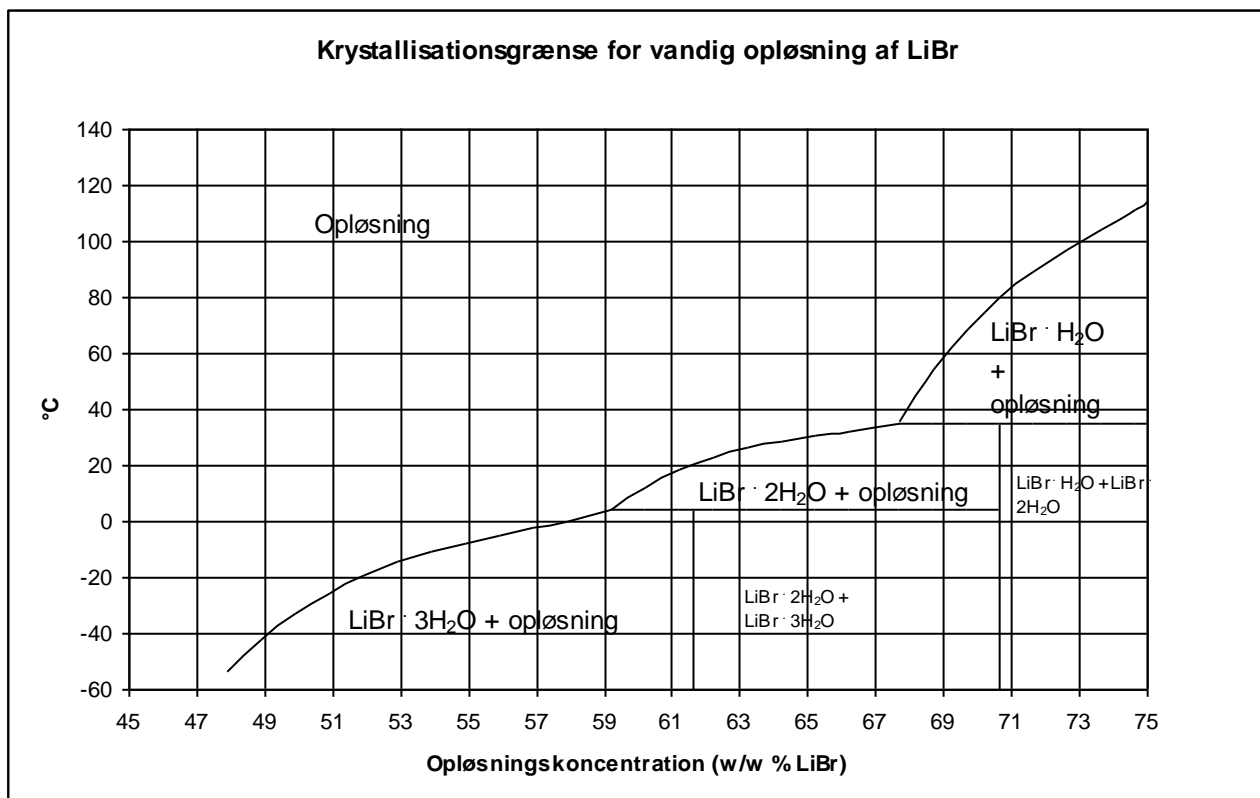
Alkoholen (kun ca. én promille af vand + LiBr) nedsætter overfladespændingen og giver dermed lidt bedre varmeovergangstal da det giver en bedre spredning af væskerne over røroverfladerne. Eller som englænderne mere beskrivende kalder det "Wetting agent".

Lithiummolybdat eller inhibitor reducerer korrosionshastigheden.

Tre ting der skal undgås

Faren der traditionelt er betragtet som værst er frostsprængning af fordampere. Det er dog primært et problem for kølemaskiner der kører med fordampertemperaturer på få grader celsius. Maskiner er dog af samme grund udstyret med 2 flowvagter ud over temperaturføleren. Kommer maskinen i frysefare går den i nødstop og stopper begge interne pumper.

Hvis temperaturen mellem generator og kondensator bliver for stor kan koncentrationen blive meget høj. Bliver væsken herefter afkølet kan det størkne (krystallisere). Se nedenstående diagram krystallisationsgrænser for LiBr.



Problemet opstår dog sjældent og medfører normalt ikke skader på maskinerne.

Slutteligt skal man undgå luftindtrængning i maskinen da luft som selv i små mængder virker meget hæmmende på processen. Ved de lave damptryk der forekommer, vil selv små mængder luft give stor effekt da det hindrer vanddampen i at komme til primært absorbereren hvor luften vil ophobes efter som vandet absorberes i væsken. Luft i maskinen vil desuden også få den til at korrodere. Derfor fyldes maskinerne normalt med kvælstof i forbindelse med eventuelle reparationer.

Løbende vedligeholdelse af processen

Der er to ting som kan hæmme eller stoppe den beskrevne proces.

Det ene er som nævnt luft. Der er 2 kilder til luft (ikke kondenserbare gasser). Der ene er luft fra omgivelserne p.g.a. utætheder og det andet er brint som dannes ved reaktion mellem vand og jern som danner brint og rust. De ikke kondenserbare gasser fjernes en gang i mellem med vakuumpumpen som startes og stoppes manuelt.

Det andet som kan hæmme den beskrevne proces er LiBr i kølemidler (vandet). Ganske vist fordamper LiBr ikke og der er dråbefang mellem generator og kondensator, men efter lang tids drift vil mikroskopiske dråber som rives med vanddampen bringe LiBr til fordamperen og dermed udligne koncentrationsforskellen mellem fordamper og absorber. Dette problem løses normalt ved med passende mellemrum at dræne vand fra fordamperen til absorbereren ved at åbne en manuel ventil. Behovet for denne "nedblæsning" kan være svingende. Fra ugentlig til månedligt.

Desuden efterfyldning og kontrol af olien i vakuumpumpen

Egentlig service

Den egentlige service består typisk én gang om året at udtage en LiBr prøve (den fortyndede LiBr-opløsning) og analysere den for : Inhibitor, alkalinitet , jern og kobber. Er der for lidt inhibitor tilsættes lidt (op til 300 ppm) og er prøven for sur eller basisk tilsættes lidt LiOH eller HBr. Alkohol tilsættes efter lugt.

Desuden måles de 2 pumpe TRG værdi. Slid og dermed spillerum mellem aksel og glideleje giver vibrationer som generer en lille vekselspænding.

Maskinens principopbygning

