

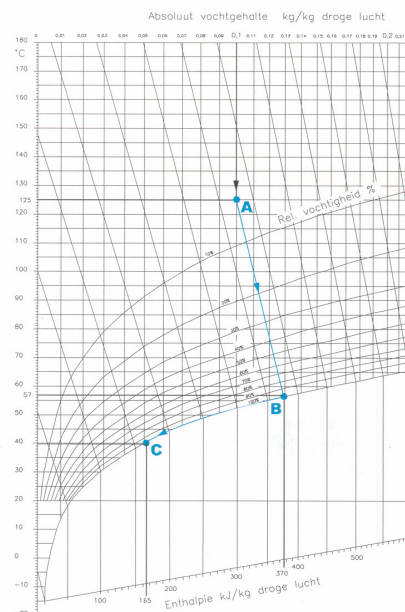
## Bestrijding van luchtverontreiniging : Directe koeler / condensors

### Koelen en condenseren in directe koeler / condensors.

Wanneer een luchtstroom wordt gebruikt als transportmiddel voor waterdamp, zoals dat gebeurt in drogers, dan ontstaat er hete aflucht met een bepaald waterdampgehalte. Aangezien deze met waterdamp en geurstoffen beladen aflucht doorgaans niet in de omgeving mag worden afgevoerd, dient er een aflucht behandeling plaats te vinden, waarvan de basis wordt gevormd door het afkoelen van de dampstroom, waarbij condensatie optreedt van de waterdamp. In een directe koeler / condensor wordt de aflucht in direct contact gebracht met koelwater. Er zal dan een klein deel van het koelwater gaan verdampen in de lucht, waardoor het vochtgehalte van de lucht toeneemt en de temperatuur daalt. Zie figuur 1. De aflucht ondergaat met A als vertrekpunt een z.g. adiabatise toestandsverandering. Deze verandering wordt gekenmerkt door een constante warmte inhoud; er vindt geen externe warmte-uitwisseling plaats. Eenmaal gekomen op punt B, is de lucht verzadigd met water-damp en zal de aflucht, wanneer voldoende koud koelwater wordt toegevoerd, zich van punt B naar het gewenste eindpunt C gaan bewegen. Dit traject noemen we het condensatie traject; er condenseert waterdamp en de warmte inhoud neemt af. Het traject: A naar B wordt in het Angelsaksische vakjargon ook wel het quench traject genoemd. Deze toestandsveranderingen verlopen volgens de wetmatigheden van de psychrometrie (= de leer van het gedrag van vochtige lucht) en zijn rond 1923 vastgelegd door de fysicus Mollier in het alom bekende diagram met zijn naam: het Mollier-diagram.



Tweetraps koeler / condensor



**Figuur 1.**  
 Mollier-diagram. A = vertrekpunt, B = verzadigingspunt, C = eindpunt.  
 A-B = adiabatise verzadigingstraject, B-C = koel-en condensatietraject.

**Waarom directe koeler / condensors?  
Multifunctionele inzetbaarheid.**

In een directe koeler / condensor vindt warmte- en massaoverdracht plaats tussen de twee fasen: de aflucht en het koelwater.

Zou men een indirecte warmtewisselaar toepassen dan treedt slechts warmte overdracht op en dat met een relatief hoge overdrachtsweerstand vanwege de slechte warmtegeleiding van lucht.

Een indirecte koeling is derhalve minder effectief en de investering veel hoger dan van een directe koeling.

Verder vraagt de praktijk om betrouwbare en onderhoudsvrije apparaten en aangezien de aflucht meestal vaste stof bevat, meegesleurd uit de droger, zijn vervuiling en verstopping van de warmtewisselaar beslist niet denkbeeldig.

Tenslotte biedt de directe koeler / condensor de mogelijkheid om simultaan bepaalde verontreinigingen uit de aflucht te halen, zoals ammoniak en zwaveldioxyde.

De directe koeler / condensor is hierdoor een multifunctioneel luchtzuiveringsapparaat.

**Uitvoeringsvormen van de directe koeler / condensor.**

Er zijn in principe twee uitvoeringen( zie figuur 2.): de gepakte koeler / condensor en de sproeikoeler / condensor.

In de gepakte koeler / condensor bevindt zich een contactlichaam dat een gedefinieerd uitwisselingsoppervlak heeft waar de aflucht en het koelwater elkaar volgens het z.g. film model ontmoeten.

In een sproeikoeler / condensor wordt het uitwisselingsoppervlak gevormd door de som van de oppervlakken van de zwevende koelwaterdruppeltjes.

Dit oppervlak is veel minder gedefinieerd omdat druppeltjes met elkaar botsen waardoor het uitwisselingsoppervlak kleiner wordt dan dat van de individuele druppels.

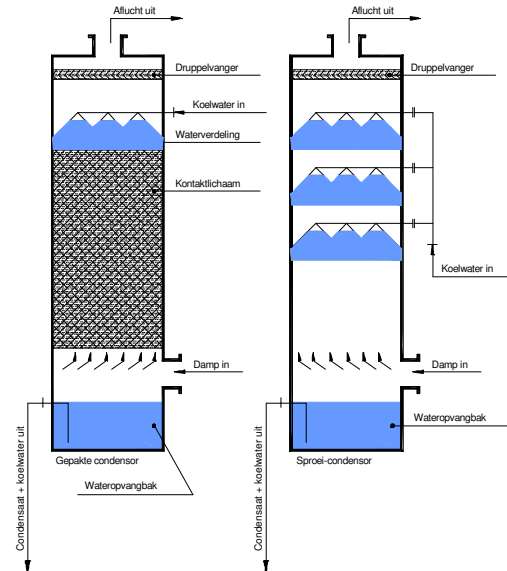
Bovendien komt een deel van het koelwater noodzakelijkerwijs tegen de wand van de koeler / condensor aan, stroomt vervolgens naar beneden en doet niet helemaal meer mee aan het uitwisselingsproces.

Contactlichamen bestaan uit keramische, metalen of kunststof lichaampjes, zoals die bekend zijn onder de namen:

Pall-ringen, Raschig-ringen, Berl-zadels etc. Ook worden wel gestructureerde pakkingen van kunststof of metaalfolie toegepast vlg. het systeem van Munters.

De uitwisselingsoppervlakken van deze contactlichamen lopen uiteen, afhankelijk van het toegepaste type, van : 50 - 350 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Bij de selectie ervan voor een bepaalde probleemstelling is het van belang te letten op de toelaatbare waterbelasting en de luchtweerstand, die de aflucht ondervindt in het contactlichaam bij de gegeven waterbelasting.



**Figuur 2.**  
De twee uitvoeringsvormen van de directe koeler / condensor.

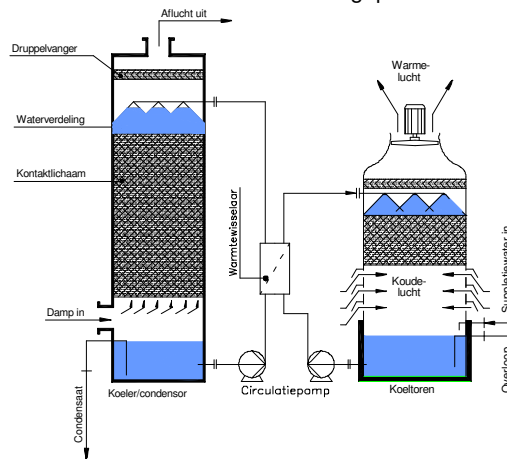
In de praktijk blijkt men vaak de voorkeur te geven aan een sproeikoeler / condensor omdat deze veel minder vervuilingsgevoelig is dan een gepakte uitvoering. Vaak bevat het koelwater kalkzouten, waardoor een contactlichaam langzaam kan gaan dichtgroeien door kalkafzetting.

**Waterbesparing en warmterecuperatie.**

In de praktijk is het waterverbruik van directe koeler / condensors nogal eens een probleem. Het koelwater is immers vervuild door bestanddelen uit de aflucht en kan niet zo maar geloosd worden. Ook niet vanwege de relatief hoge temperatuur.

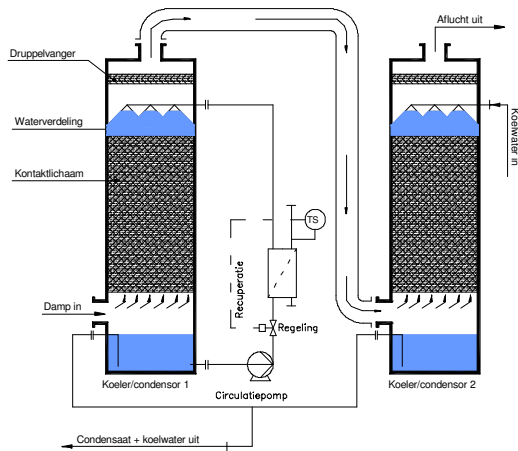
Om aan deze problematiek tegemoet te komen wordt de uitvoering zoals in figuur 3 weergegeven wel toegepast.

Het koelwater (= condensaat ) circuleert door de koeler / condensor en wordt in dit circuit indirect afgekoeld door een secundair koelsysteem, dat meestal bestaat uit een koeltoren - kringloop maar er worden ook wel luchtkoelers toegepast.



**Figuur 3.**

In het geval men warmte wil terugwinnen (warmte recuperatie) wordt de opstelling volgens figuur 4 wel toegepast.



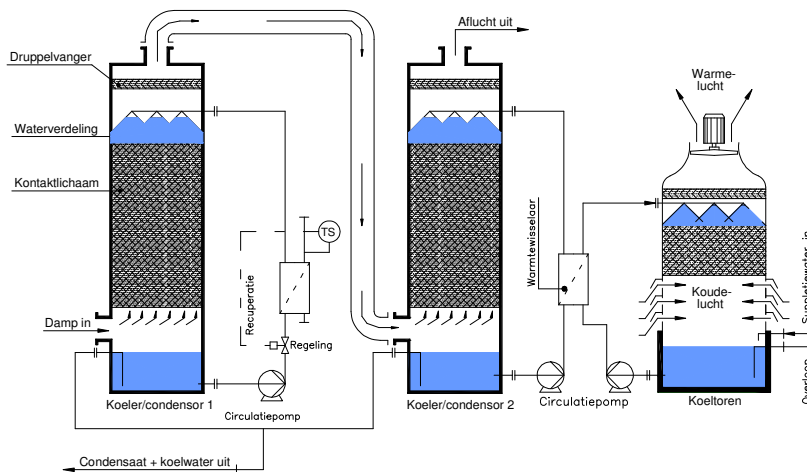
**Figuur 4.**

van fabricage processen van rubberproducten, van voedingsmiddelen bereiding, petfood en veevoer. Tenslotte is de rookgasbehandeling ook een veel voorkomend toepassingsgebied. Om de rookgasen te kunnen ontzwavelen met kalk of natronloog moeten ze eerst gequenched worden van ca. 200°C tot ca. 65°C.

### Geurbestrijding.

Afkoelen en condenseren van dampstromen heeft een zeer positief effect bij het bestrijden van geurverspreiding. Doordat veel uitgedreven geurstoffen bij het condensatie proces weer terugkeren in de waterfase blijkt het geurverwijderingseffect duidelijk aanwezig.

Deze opstelling kan men ook weer combineren met waterbesparing; zie figuur 5.



**Figuur 5.**

### Toepassingsgebieden.

Zoals reeds vermeld is de aflucht vrijwel altijd afkomstig van drogers. Vrij algemeen wordt grootschalig rioolwaterslib gedroogd in het kader van de afvalwaterzuivering. Na koelen en condenseren van de aflucht gaat deze meestal ter ontgeuring door een biofilter. De aflucht mag dan niet warmer zijn dan 40°C. Hetzelfde geldt voor de aflucht uit composteringprocessen van GFT - afval, kassenloof en champignonmest.

Dan komen verspreid nog de kleinere toepassingen voor zoals de afluchtbehandeling van fritesoovens,



Ammoniak-absorber/koeler/condensor met koeltoren ter behandeling van dampen uit het composteringsproces voor chamignonmest 80.000m<sup>3</sup>/h



Koeler/condensor in productie



Natte stofvanger/koeler/condensor/absorber ten behoeve van soja bonen verwerking. 30.000m<sup>3</sup>/h



Koeler/condensor in productie