

**RAADGEVER  
PRAKTIJKKENNIS**

**ONTVOCH-  
TIGING**

**ALLES, WAT U  
MOET WETEN!**

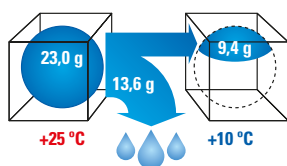
 **TROTEC**  
AT WORK.

# LUCHTVOCHTIGHEID - ABSOLUUT RELATIEF



## LUCHTONTVOCHTIGING

### PRAKTISCHE INFORMATIE OVER DE VERSCHILLENDE SYSTEMEN EN DE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN ERVAN



#### Waterdampgehalte van de lucht:

Bij 25 °C luchttemperatuur kan een kubieke meter lucht max. 23 g water opnemen, dit komt overeen met 100 % luchtvochtigheid.

Koelt deze lucht door contact met koude oppervlakken af tot 10 °C, dan kan er nog maar 9,4 g worden opgenomen.

Het overtollige vocht condenseert dan op koelere oppervlakken tot water.

Een optimaal ruimteklimaat is niet alleen de basis voor comfort, maar ook voor het behoud van de waarde van vochtgevoelige meubels en ter bescherming tegen vochtschade, schimmelvorming of corrosie.

Twee factoren zijn van doorslaggevend belang voor deze klimaatomstandigheden: de ruimte-temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid.

Zoals te zien in de behaaglijkeheidsgrafiek bovenaan pagina 3, voelen we ons binnen een klimaatcorridor van 20 tot 22 °C bij 40 tot 60 % relatieve luchtvochtigheid het meest behaaglijk. Klimaatomstandigheden buiten deze waarden worden door de meeste mensen als onaangenaam ervaren.

Bovendien kunnen door een te hoge luchtvochtigheid allerlei vormen van schade ontstaan. De eerste herkenbare alarmsignalen zijn meestal klamme kleding, muffe lucht en vlekkerige wanden (weervlekken) of spuitende aardappels in kelderruimten.

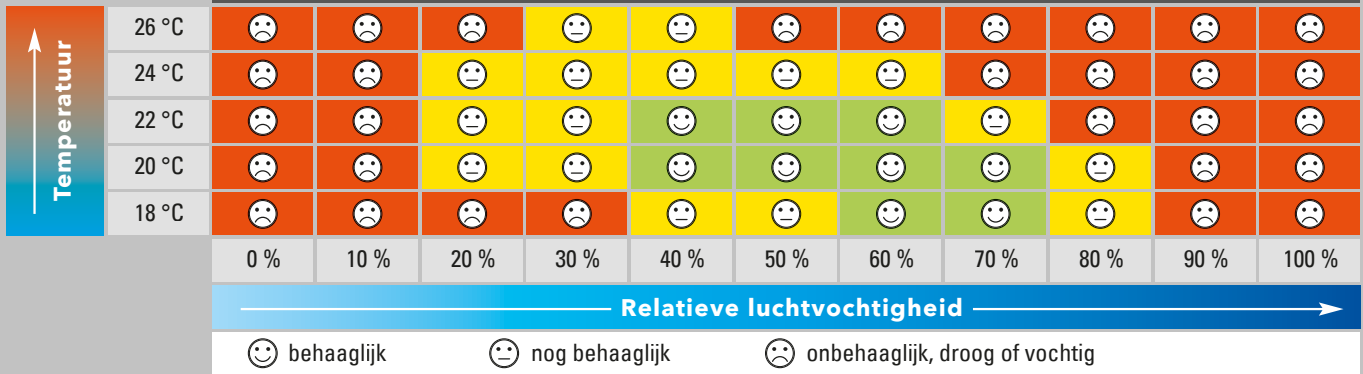
Wist u bijvoorbeeld dat schimmels al bij 70 % luchtvochtigheid kunnen ontstaan - en roest al bij 60 %?

Zonder regulering kan de luchtvochtigheid in binnenruimtes sterk schommelen en bereikt deze zelden uit zichzelf optimale waarden - ook afhankelijk van de tijd van het jaar en de klimatologische omstandigheden buiten.

**Invloed van de ruimtetemperatuur op de wateropnamecapaciteit van de ruimtelucht**

Ruimtetemperatuur		25 °C	20 °C	15 °C	10 °C	5 °C
VOORBEELD 1 rel. luchtvochtigheid constant	Relatieve luchtvochtigheid	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %
	Watergehalte van de ruimtelucht	18,4 g/m <sup>3</sup>	13,8 g/m <sup>3</sup>	10,2 g/m <sup>3</sup>	7,5 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>
VOORBEELD 2 Watergehalte constant	Watergehalte van de ruimtelucht	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>
	Relatieve luchtvochtigheid	23,5 %	31,3 %	42,1 %	57,5 %	80 %

## BEHAAGLIJKHEIDSGRAFIEK (volgens Leusden en Freymark)



## OM TE BEGINNEN DE THEORIE

Om uw ruimtes optimaal droog te kunnen houden, is het nuttig een basisbegrip van de luchtvochtigheids-thematiek te hebben. Lucht kan niet onbegrensd water opnemen - er is een verzadigingsgrens, oftewel een maximale hoeveelheid waterdamp die door de lucht absoluut kan worden opgenomen - dit is de absolute luchtvochtigheid, die wordt aangegeven in gram water per kubieke meter lucht.

Daarvan uitgaande wordt het waterdampaan-deel dat daadwerkelijk in de lucht is opgelost, in verhouding tot de hoeveelheid waterdamp die de lucht bij de heersende temperatuur absoluut maximaal zou kunnen opnemen, aangeduid als "relatieve luchtvochtigheid" (RV).

Als de ruimtelucht dus bijvoorbeeld een relatieve luchtvochtigheid van 50 % heeft, dan is er precies de helft van de voor de actuele temperatuur maximaal mogelijke hoeveelheid water in opgelost.

### Allemaal een kwestie van temperatuur

De wateropnamecapaciteit van de lucht is dus altijd afhankelijk van de heersende luchttemperatuur. Hoe kouder de lucht, des te minder water deze kan opnemen. Dit is in de tabel op pagina 2 te zien aan vijf temperatuurwaarden.

In voorbeeld 1 bedraagt de relatieve luchtvochtigheid altijd constant 80 %, terwijl het absolute watergehalte in de lucht afhankelijk van de temperatuur aanzienlijk schommelt.

In voorbeeld 2 is de absoluut in de lucht opgenomen hoeveelheid water altijd gelijk, waar

door bij een dalende temperatuur de relatieve luchtvochtigheid steeds hoger wordt.

Toegegeven: dit is complexe materie - en het wordt zelfs nog gecompliceerder als je bedenkt dat corrosie, rot of schimmelvorming uitsluitend door de **relatieve** luchtvochtigheid worden beïnvloed en nooit door het **absolute** watergehalte in de lucht.

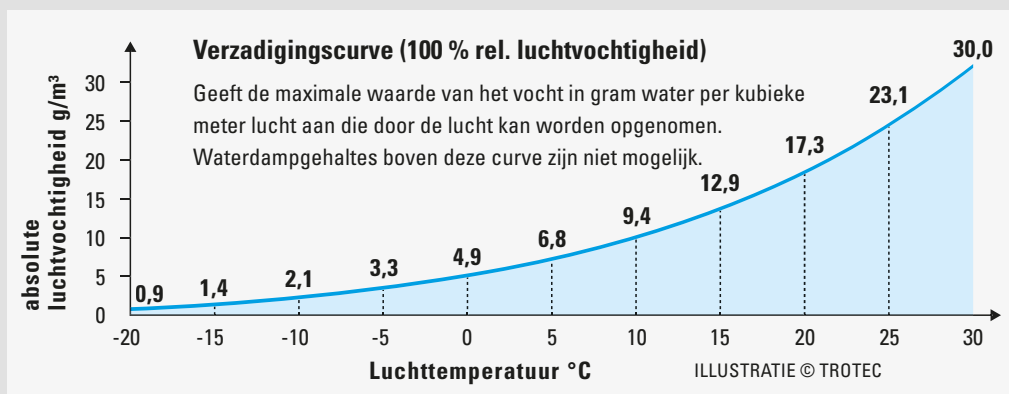
### Alleen relatief is absoluut relevant

Terwijl in voorbeeld 2 dus bij een ruimtetemperatuur van 5 °C en een watergehalte van 5,4 g/m<sup>3</sup> een relatieve luchtvochtigheid van 80 % heerst, waarbij schimmels kunnen ontstaan en metaal corrodeert, zou hetzelfde watergehalte bij een ruimtetemperatuur van 25 °C nog slechts 23,5 % relatieve luchtvochtigheid representeren en daarmee een veel te droogruimte-klimaat betekenen, dat de luchtwegen irriteert.

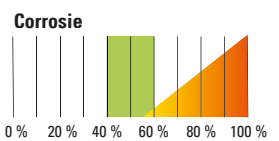
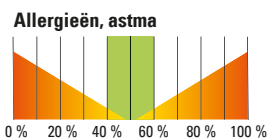
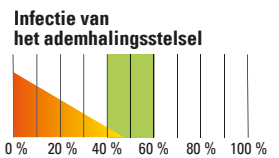
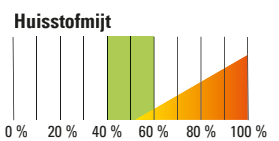
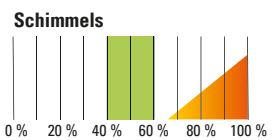
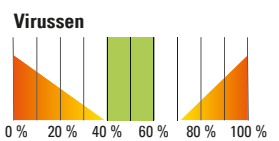
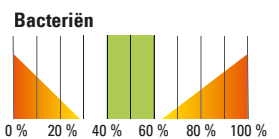
Schimmels en roest zouden bij dit klimaat daarentegen geen kans hebben, terwijl de ruimtelucht nog hetzelfde watergehalte van 5,4 g/m<sup>3</sup> zou bevatten.

**Het gaat dus altijd uitsluitend om de gecontroleerde regeling van de relatieve luchtvochtigheid. Hoeveel vocht er absoluut uit de lucht wordt gehaald, speelt geen rol - alleen hoe hoog de relatieve luchtvochtigheid is!**

Een elementair begrip van deze natuurkundige samenhangen is mede bepalend voor het realiseren van een effectieve luchtontvochtigingsoplossing voor uw taakstelling.



Invloed van de relatieve luchtvochtigheid op menselijk-biologische wisselwerkingen:



■ Gezonde en aangename ruimteluchtvochtigheid  
■ Ontwikkeling van biologische organismen en wisselwerkingen met mens of omgeving

Weergaven volgens het Scofield-Sterling-diagram

# DAUWPUNT VERSUS HYGROSCOPIE



Bovenstaande afbeelding toont de inhoud van een typische navulzak voor passieve luchtontvochtiging met granulaat. Deze wegwerpzakken bevatten als droogmiddel meestal sterk hygroscopische zouten zoals calciumchloride, die door adsorptie vocht aan de ruimtelucht kunnen onttrekken.

De kosten-baten-verhouding van dergelijke oplossingen is vergeleken met elektrische ontvochtigers met regeneratie van warme lucht extreem slecht.



Droogmiddelzakjes worden hoofdzakelijk gebruikt als tijdelijke transportbescherming tegen vochtschade, bijvoorbeeld voor schoenen, elektronica, koffers, tassen, maar ook geneesmiddelen.

## LUCHTONTVOCHTIGINGSMETHODES

### TWEE TECHNIEKEN - ÉÉN DOEL: GECONTROLEERDE REDUCTIE VAN TE HOGE LUCHTVOCHTIGHEID

Voordat we u laten kennismaken met de beide methodes voor luchtontvochtiging, moeten we eerst een mythe de wereld uit helpen:

#### Verwarmen maakt warmer, niet droger

Verwarmen behoort absoluut niet tot de luchtontvochtigingsmethodes! Het is waar dat warmere lucht meer water kan opnemen dan koude. De relatieve luchtvochtigheid zou zo door verhogen van de ruimtetemperatuur bij een gelijkblijvend watergehalte inderdaad dalen.

Maar hoe warmer de lucht, des te meer deze ook door koudere oppervlakten is omgeven, waarop het vocht weer condenseert. Want alleen door het opwarmen van de lucht verdwijnt er immers geen vocht - het watergehalte van de lucht blijft hetzelfde.

Om het vocht dus effectief duurzaam aan de ruimtelucht te kunnen onttrekken, komt als technische oplossing alleen luchtontvochtiging door condensatie of adsorptie in aanmerking.

#### Condensatie versus adsorptie

Alle apparaten die als koudemiddeldroger, condensdroger, condensatieluchtontvochtiger of elektrische en ook als Peltier-ontvochtiger, worden aangeboden op de markt, zijn gebaseerd op het condensatieprincipe.

Er zijn echter ook technieken die gebruik maken van adsorptiedroging. Hiertoe behoort ook het nog vaak aangeprezen granulaat. Maar een echt effectieve, merkbare, permanente luchtontvochtiging wordt bij dit proces alleen bereikt door elektrische apparaten met regeneratie van warme lucht, beter bekend als adsorptiedrogers.

#### Allemaal een kwestie van techniek

Ook al zijn er vele apparaatnamen op de markt, het gaat doorgaans altijd om een van deze twee apparaatgroepen, waarvan de naam al aangeeft welke luchtontvochtigingstechniek is ingebouwd.

Afgezien van het granulaat is de procedure bij alle elektrische apparaten hetzelfde: omgevingslucht voor ontvochtiging eerst met een ventilator aanzuigen, om hieraan dan in het apparaat vocht te onttrekken, zodat er weer drogere lucht aan de ruimte kan worden afgegeven, die zich voortdurend met de vochtigere ruimtelucht mengt, tot het gewenste luchtvochtigheidsniveau wordt bereikt.

De ontvochtigingsmethoden, toepassingsgebieden en -grenzen van beide apparaatgroepen vertonen echter aanzienlijke verschillen.

## CONDENSATIE

Zoals al te zien was in de verzadigingscurve op pagina 3, is de wateropnamecapaciteit van de lucht uitsluitend afhankelijk van de temperatuur. Hoe lager de temperatuur, des te minder water de lucht kan binden.

Maar wat gebeurt er als de met water verrijkte lucht plotseling afkoelt, bijvoorbeeld doordat deze in aanraking komt met een kouder oppervlak?

In dat geval wordt de verzadigingsgrens van 100 % relatieve luchtvochtigheid overschreden, de lucht kan het overtollige vocht niet meer binden, waardoor het op het koudere oppervlak condenseert tot water.

### Ook lucht moet weleens stoom afblazen

Omdat waterdamp bij deze temperatuurgrens tot water condenseert, wordt deze aangeduid als dauwpunt. Dit fenomeen kent u zeker van koude glazen flessen in de zomer, waarop zich condens vormt, of van beslagen ruiten in de winter en badkamerspiegels tijdens het douchen. Ook de nevelige morgendauw is een zichtbaar teken van vochtverzadigde koude lucht.

Als lucht afkoelt, kan ze dus minder waterdamp opnemen. Het overtollige vocht condenseert op de koelere oppervlakken.

Condensdrogers werken volgens dit natuurkundige principe - daarom worden ze ook wel vriesdrogers genoemd - door de erdoorheen stromende lucht tot onder het dauwpunt te koelen en het erin opgenomen vocht dan door condensatie op een koud oppervlak eraan te onttrekken.

Het marktaanbod bij koudemiddeldrogers reikt van krachtige condensdrogers met compressortechniek - zogeheten compressorkoudemiddeldrogers - tot de zeer compacte elektrische, resp. Peltier-luchtontvochtigers met een laag energieverbruik, maar een aanzienlijk lager rendement en beduidend slechtere energiebalans.

Met andere woorden, verbruiken vier keer zoveel energie als compressorapparaten voor het uit de lucht halen van één liter water.

## ADSORPTIE

Waar condensdrogers op basis van het dauwpunt ontvochtigen, gebruiken adsorptiedrogers het principe van sorptie. Hierbij wordt het dampdrukverschil tussen de vochtige lucht en een hygroscopisch sorptiemiddel voor het onttrekken van water uit de lucht gebruikt.

Ook ontvochtigingsgranulaten behoren tot deze categorie, hoewel deze hooguit geschikt zijn voor het drooghouden van zeer kleine gesloten binnenruimtes van verpakkingen.

### Granulaat - als permanente oplossing weinig adequaat

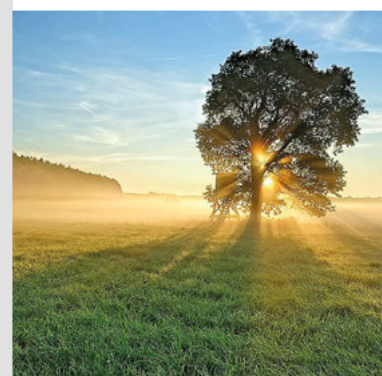
Het oorspronkelijke en meest belangrijke gebruiksdoel van deze zakjes is tijdelijke bescherming van vochtgevoelige goederen bij transport en opslag. Iedereen kent de kleine zakjes die zijn ingesloten bij verzonden tassen, elektronica, geneesmiddelen of kleding.

Als echt alternatief voor luchtontvochtigers zijn granulaten echter ongeschikt. Daarnaast zijn ze een oneconomische wegwerpoplossing, die vraagt om regelmatig opnieuw aanschaffen van verse granulaatzakken voor de houders, omdat het granulaat hier niet wordt geregenereerd. Net als een spons zuigt het droogmiddel permanent water op uit de lucht en zodra het zich volledig heeft volgezogen, moet het worden vervangen - op de lange termijn is dit dus een zeer duur en milieubelastend proces.

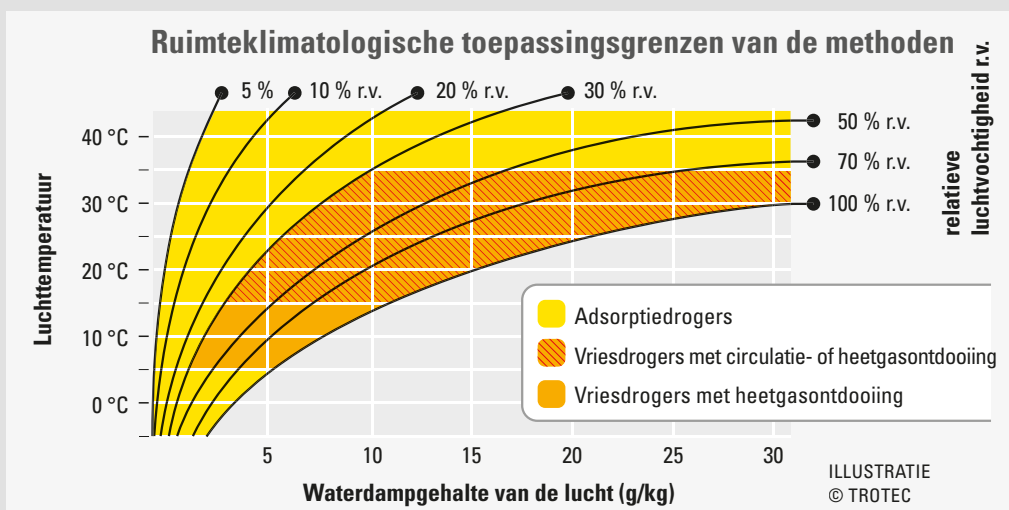
Bij elektrische apparaten met regeneratie van warme lucht gaat dit anders. Hierin draait een droogwiel, dat met sterk hygroscopische stoffen als silicagel of lithiumchloride gecoat is, dat de watermoleculen onttrekt aan de aangezogen en door het droogwiel stromende lucht.

Om ervoor te zorgen dat het droogwiel continu vocht kan opnemen, moet dit op een andere plek weer worden afgegeven, wat gebeurt via regeneratie van warme lucht: door een regeneratiedeel van het droogwiel wordt hete lucht geleid, die met behulp van warmte-energie de eerder in de rotor gebonden waterdamp weer uitdrijft uit de silicagel.

Hete douche, morgendauw of koude dranken: condensatie is alomtegenwoordig in het dagelijks leven. Vochtige lucht komt in aanraking met een koudere omgeving of oppervlakte en condenseert - het werkingsprincipe van vriesdrogers.



Ook kattengrit functioneert volgens het principe van adsorptie. Het extreem hygroscopische materiaal zuigt elke vorm van vocht op en moet regelmatig worden vervangen.





Vriesdroging live:  
Op de koude verdamper van de luchtontvochtiger wordt de doorgevoerde ruimtelucht tot onder het dauwpunt afgekoeld en water condenseert op lamellen en koudemiddelleiding.

## TECHNISCHE VERSCHILLEN EN WERKINGSWIJZE

### CONDENSROGERS MET COMPRESSORTECHNIEK

Omdat luchtontvochtiging meestal in de huiselijke omgeving plaatsvindt binnen een temperatuurbereik van 12 tot 25 °C, behoort de koudemiddeldroger door de uitstekende verhouding tussen prijs, capaciteit, rendement en energiezuinigheid tot de meest gebruikte luchtontvochtigers voor privégebruik en in de bouwsector.

Condensdrogers met compressor werken volgens het koelkastprincipe. Binnenin is een compressorkoelsysteem aan het werk, dat een koudemiddel door twee warmte-overdrachts-elementen leidt - condensor en verdamper.

#### **Een abrupte koudeschok maakt het mogelijk**

Door middel van een compressor en een expansieklep wordt het koudemiddel in dit gesloten circuit blootgesteld aan verschillende drukwaarden, waardoor het gas bij compressie aan de condensorzijde wordt verwarmd en bij ontspanning aan de verdamperzijde abrupt tot zeer ver onder de ruimtetemperatuur afkoelt.

Bij de verdamper wordt de temperatuur als het ware in één klap afgeremd - de lucht wordt abrupt tot onder de dauwpunttemperatuur gekoeld, waardoor het in de lucht aanwezige vocht daar tot waterdruppels condenseert, die

dan in een opvangreservoir druppen. De koude, droge lucht wordt nu door de hete condensor geleid, neemt daar de warmte ervan op en stroomt vervolgens als droge warme lucht weer de ruimte in, waar er opnieuw vocht aan de lucht wordt toegevoegd.

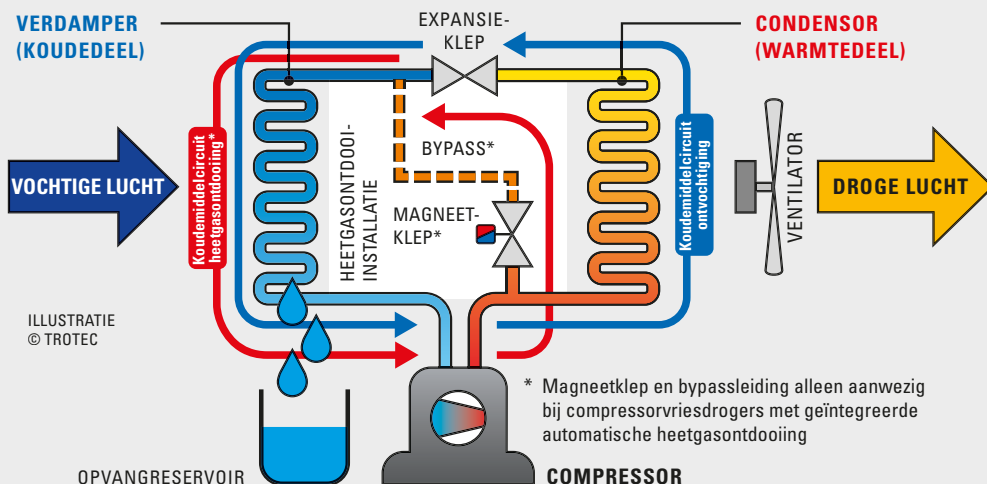
#### **Geen kans voor de ijstijd**

Afhankelijk van omgevingstemperatuur en luchtvochtigheid kan de verdamper zeer koud worden en kan zich bij ruimtetemperaturen onder 15 °C ijs vormen op het oppervlak.

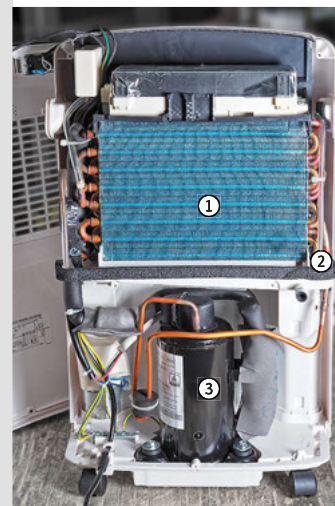
Een toenemende ijsvorming "verstopt" in zekere zin de lamellen en verlaagt zo de ontvochtigingscapaciteit van het apparaat.

Daarom beschikken alle condensdrogers over voorzieningen om het ijs regelmatig van de verdamper te verwijderen - meestal door middel van circulatielucht of heet gas, zie de ontdooiwijzen op pagina 7. Als dit proces van verwijderen van ijs door middel van circulatie- of heetgasontdooiing niet zou plaatsvinden, dan zou de verdamper (koudedeel) na verloop van tijd compleet dichtvriezen, tot een regelrechte "ijswand" elke doorstroming van lucht onmogelijk zou maken.

## Werkingsprincipe compressorvriesdrogers



ILLUSTRATIE  
© TROTEC



Een voor servicedoeleinden geopende compressorvriesdroger toont de boven in het apparaat geïntegreerde warmtewisselaar met voorste verdamper (1), op het koude oppervlak waarvan de lucht condenseert, en de daaronder liggende goot (2) voor het afvoeren van het opgevangen condensaat naar het wateropvangreservoir. Onderin het apparaat is de compressor (3) voor het comprimeren van het koudemiddel ingebouwd.

## ONTDOOIWIJZEN VAN COMPRESSORVRIESDROGERS

### CIRCULATIEONTDOOIING

Bij deze methode gebeurt het ontdooien meestal elektronisch tijd- of sensorgestuurd via circulatiebedrijf, daarom wordt het ook vaak elektronische of elektrische ontdooiing genoemd:

bij voortschrijdende ijsvorming op de verdamper wordt de compressor uitgeschakeld en het ontdooiproces ingeschakeld, terwijl de ventilator meestal blijft draaien en de verdamper met warme ruimtelucht omstroomt om het ijs te ontdooien.

Dit is een beproefd proces en het werkt in verwarmde omgevingen boven ca. 15 °C doorgaans goed.

Bij toepassing van dergelijke drogers in koelere omgevingen, onder 15 °C, ligt de oppervlakte-temperatuur van de verdamper onder 0 °C, wat zorgt voor een sterke ijsvorming op het oppervlak, die vervolgens bij apparaten met circulatie-ontdooiing vanwege de aanzienlijk langere ontdooitijd praktisch continu zou moeten worden ontdooid.

Met luchtontvochtigers die met circulatielucht worden ontdooid, kan in zo koude omgevingen een regulier ontvochtigingsbedrijf dus vrijwel niet meer plaatsvinden, omdat het apparaat bijna permanent bezig is met zijn eigen ontdooiing!

Daarom zijn vriesdrogers met circulatieontdooiing in warme ruimtes met gematigde luchttemperaturen boven 15 °C vanuit economisch oogpunt vrijwel altijd een goede keuze.

### HEETGASONTDOOIING

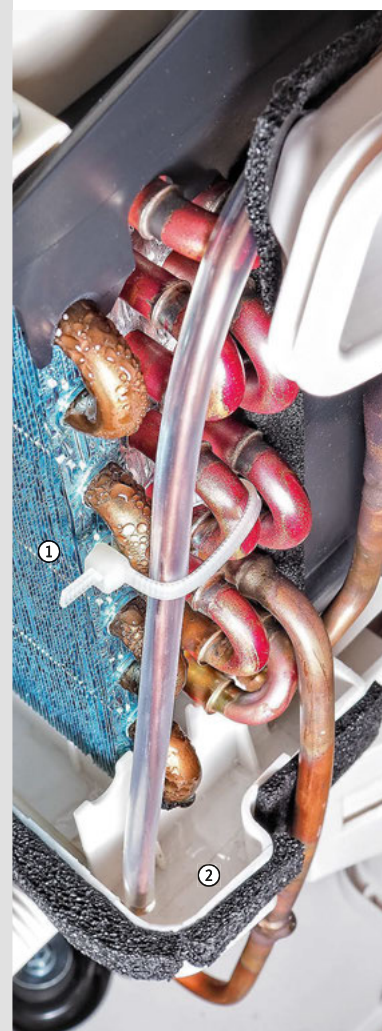
Luchtontvochtigers voor toepassing in koelere ruimtes zijn niet voorzien van circulatieontdooiing, maar van een heetgasontdooisysteem volgens de bypassmethode.

Hierbij wordt het hete koudemiddelgas van het compressiecircuït actief gebruikt voor een snelle en effectieve ontdooiing. Bij beginnende ijsvorming gaat er automatisch een speciale magneetklep open, waardoor het hete gas uit de compressor in plaats van naar de condensor nu via de bypass rechtstreeks naar de verdamper wordt omgeleid. Na het ontdooien sluit deze klep weer en wordt de reguliere koudemiddelkringloop weer hersteld voor het luchtontvochtigingsbedrijf.

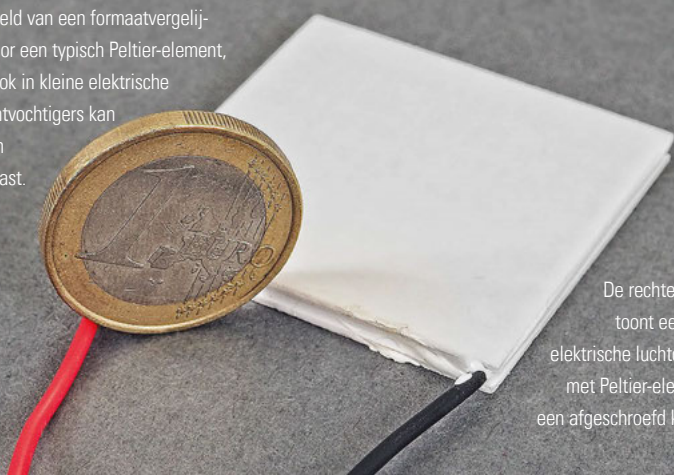
Vergeleken met circulatieontdooiing maakt de automatische heetgasontdooiing aanzienlijk kortere ontdooipauzes van slechts enkele minuten mogelijk, hetgeen een absolute voorwaarde is voor een effectieve luchtontvochtiging in zones met lage temperaturen, zoals onverwarmde ruimten. Per slot van rekening vindt de eigenlijke luchtontvochtiging alleen plaats tijdens de fase waarbij de droogapparatuur niet wordt ontdooid!

Voor de ontvochtiging van onverwarmde ruimten met temperaturen die soms ook lager zijn dan lager dan 15 °C, zijn luchtontvochtigers met heetgas-automaat altijd geschikter en effectiever inzetbaar dan apparaten met luchtcirculatie-ontdooiing met hetzelfde compressorvermogen. Bij omgevingtemperaturen van meer dan 15 °C benaderen het vermogen van ontvochtigers met heetgas- en ontdooi-automaat elkaar echter steeds meer, tot het bij temperaturen boven ca. 18 °C in principe identiek is.

**Conclusie:** vriesdrogers met heetgasontdooiing zijn flexibel inzetbare allrounders, omdat hun ontdooisysteem gebruikt kan worden in omgevingstemperatuurbereiken van 5 tot 35 °C. Daarom zijn deze apparaten variabel toepasbaar in zowel warme als koude ruimtes - 's zomers en 's winters. Apparaten met circulatieontdooiing kunnen daarentegen vanwege de gebruikte methode alleen economisch en energetisch zinvol worden toegepast in temperaturomgevingen van 15 tot 35 °C.



Voorbeeld van een formaatvergelijking voor een typisch Peltier-element, zoals ook in kleine elektrische luchtontvochtigers kan worden toegepast.



De rechter afbeelding toont een geopende elektrische luchtontvochtiger met Peltier-element achter een afgeschroefd koellichaam.



## CONDENSROGERS MET PELTIER-TECHNIEK ALIAS ELEKTRISCHE OF HALFGELEIDER-LUCHTONTVOCHTIGERS

Net als bij condensdrogers met compressor moet ook bij dit type ontvochtiger een oppervlak in het apparaat worden gecreëerd dat zo koud is dat de temperatuur ervan onder het dauwpunt van de lucht ligt en water erop kan condenseren.

Peltier-luchtontvochtigers gebruiken voor het ontvochtigen van de ruimtelucht echter geen compressorvriessysteem, maar een geïntegreerd element - soms ook TEC genoemd (thermoelectric cooler).

Deze compacte, thermo-elektrische omvormers zijn gebaseerd op het Peltier-effect waaraan ze hun naam te danken hebben en dat er bij stroming van lucht tussen beide plathelften van het element voor zorgt dat één kant van het element heel heet en de andere kant heel koud wordt - met een temperatuurverschil tot wel 70 °C tussen de koude en de warme kant.

Peltier-elementen zijn uiterst compact en worden bijvoorbeeld in mini-koelkasten, mobiele camping-koelboxen en voor het koelen van pc-elementen toegepast.

Bij Peltier-condensdrogers zuigt een in het apparaat gemonteerde ventilator de ruimtelucht aan en leidt deze langs de koude kant van het element, waar de lucht tot onder het dauwpunt

afkoelt, op het oppervlak condenseert en in een opvangreservoir druip.

De droge lucht wordt vervolgens langs de hete kant van het element geleid, neemt daar de warmte ervan op en stroomt dan als droge warme lucht weer de ruimte in.

Dankzij de gebruikte methode hebben condensdrogers met Peltier-techniek geen ontdooi-inrichting, daarom zijn ze zeer compacte en door het ontbreken van compressorgeruis ook zeer stille apparaten mee worden gemaakt.

Deze luchtontvochtigers hebben echter een relatief kleine actieradius en een in verhouding laag rendement, dat op dit moment slechts maximaal 25% van het rendement van een compressor is, zodat de thermo-elektrotechniek geen echt alternatief is voor de veel gebruikte koudecompressortechniek.

Daarom moeten vergelijkende prestatiewaarden - bijvoorbeeld liter per kWh, die vaak bij apparatuur van concurrenten worden opgegeven, voorzichtig worden geïnterpreteerd. Hier worden al snel appels met peren vergeleken, omdat Peltier-luchtontvochtigers niet opschaalbaar zijn en nooit de ontvochtigingscapaciteiten van koudemiddeldrogers kunnen bereiken. Meer dan een klein glas water (0,1 - 0,2 l) wordt in de praktijk binnen 24 uur niet bereikt.

Luchtontvochtigers met Peltier- en compressor-techniek kunnen slechts in beperkte mate met elkaar worden vergeleken, omdat de processen voor verschillende toepassingsgebieden zijn ontworpen.

Als jarenlange marktleider in de mobiele luchtontvochtiging zijn wij van mening dat Peltier-apparaten uitsluitend geschikt zijn voor gebruik in gesloten ruimten met zeer kleine afmetingen (2 - 10 m<sup>3</sup>) en zonder enige inbreng van vocht, bijvoorbeeld kleding- en schoenenkasten, voorraadkamers voor levensmiddelen of kleine toilet ruimten zonder ramen.

Voor een permanente luchtontvochtiging van volledige ruimten kunnen Peltier-apparaten echter niet worden gebruikt, ook al willen veel reclames ons dit doen geloven.

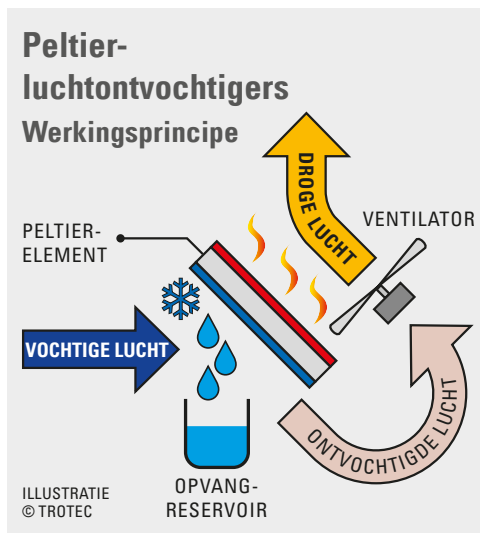


Uiterst compacte Peltier-luchtontvochtiger TTP 2 E van Trotec - even groot als een vel papier van A5-formaat en vrijwel geruisloos.

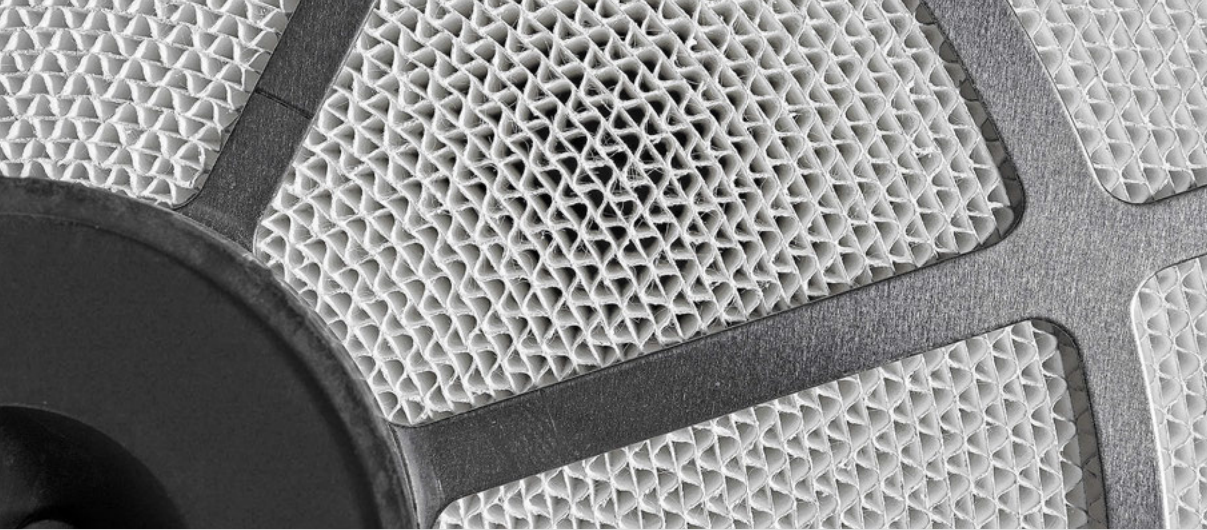
### Terzijde:

Om een Peltier-droger zo te "pimpen" dat hij over hetzelfde vermogen beschikt als een vriesdroger, zouden er, afhankelijk van de geadviseerde ontvochtigingscapaciteit - bijvoorbeeld 10 of 20 liter per 24 uur - 40 resp. 80 Peltier-elementen parallel in één enkel apparaat moeten worden gemonteerd!

Dat zou niet alleen de afmetingen van de ontvochtiger kolossaal vergroten, maar ook het energieverbruik. Als alternatief zou je natuurlijk ook 40 of 80 losse Peltier-apparaten over de ruimte kunnen verdelen. Dat zou in elk geval een blikvanger zijn ☺.







Detailaanzicht van het droogwiel van de comfort-adsorptiedroger TTR 57 E. De rotor is gecoat met silicagel, een droogmiddel met een zeer groot hygroscopisch oppervlak. In professionele adsorptiedroogaggregaten beschikt één gram van dit droogmiddel over een oppervlak van meer dan 700 vierkante meter. Daarmee heeft een hoeveelheid van minder dan 10 gram een even groot oppervlak als een compleet voetbalveld.

## ADSORPTIEDROGERS

### INDUSTRIËLE APPARATEN MET AFVOER VAN VOCHTIGE LUCHT

Professionele adsorptiedrogers worden meestal toegepast in commerciële en industriële omgevingen, waar ook bij lage temperaturen zeer grote hoeveelheden deels extreem droge lucht nodig zijn. Dit kan economisch en technisch alleen worden bereikt met adsorptiedrogers.

Adsorptiedrogers voor bedrijfsdoeleinden beschikken in vergelijking met oplossingen voor particuliere gebruikers over minder comfort-opties en zijn in plaats daarvan gericht op robuustheid, duurzaamheid, hoge standtijden en droge luchtcapaciteit. Niet in de laatste plaats vanwege het grote luchtdebiet wordt de vochtige lucht bij dergelijke apparaten niet meer in het apparaat gecondenseerd, maar in de vorm van hete waterdamp direct uitgeblazen en via een slang- of kanaalverbinding naar buiten geleid – zoals u dat bijvoorbeeld van uw centrifuge thuis kent.

Let er daarom bij de keuze voor een apparaat op dat u voor particuliere toepassingen geen industriële apparaten aanschaft, omdat deze niet over geïntegreerde wateropvangreservoirs beschikken.

### COMFORTAPPARATEN MET CONDENSOR

Deze voor particuliere toepassingen ontwikkelde apparaten functioneren volgens hetzelfde principe als adsorptiedrogers voor bedrijfsdoeleinden.

De aangezogen ruimtelucht wordt door het ontvochtigingsdeel van een roterend droogwiel geleid, dat gecoat is met een hygroscopisch sorptiemiddel, waarop het vocht uit de lucht zich afzet. De zo ontvochtigde droge lucht wordt vervolgens weer de ruimte in geblazen.

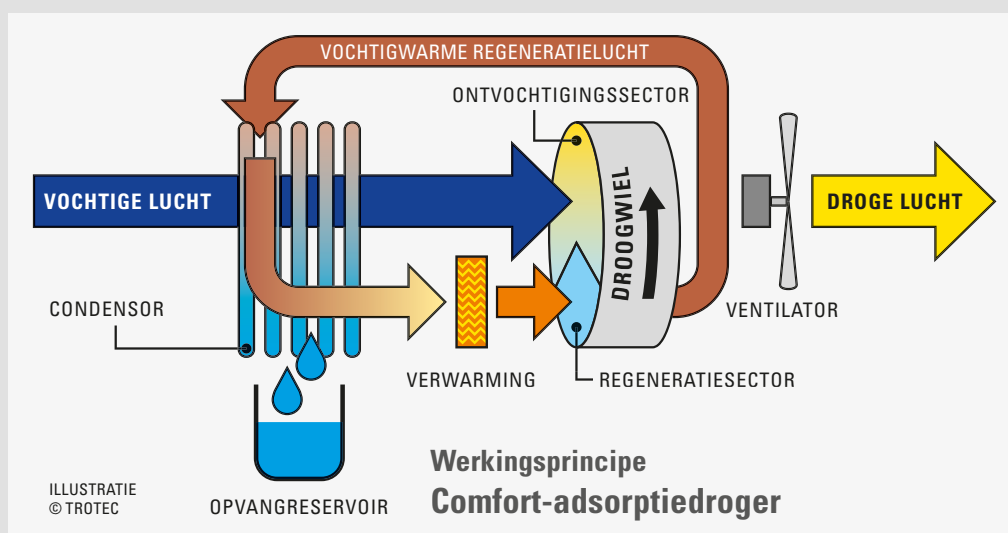
Om het droogwiel te bevrijden van het water, zodat het opnieuw vocht kan opnemen, stroomt er in een permanente kringloop door een aparte regeneratiesector van het droogwiel lucht die met een verwarmingselement is verwarmd, die het vocht van het droogwiel afhankelijk van de temperatuur kan opnemen en door een condensorelement leiden.

Dit wordt tegelijkertijd aan de buitenkant omstroomd door de koelere aanzuiglucht, waardoor het water in het condensorelement condenseert en in een waterreservoir wordt opgevangen. De regeneratielucht wordt dan in een continue kringloop weer naar het verwarmingselement geleid om opnieuw vocht op te nemen.



De afbeelding hierboven toont de binnenkant met droogwiel van de TTR 300 van Trotec. Deze industriële adsorptiedroger is weliswaar zeer compact, maar desondanks niet geschikt voor typische huishoudelijke toepassingen vanwege het ontbreken van een wateropvangreservoir.

Hiervoor zijn speciale comfort-adsorptiedrogers ontwikkeld, zoals de TTR 57 E met geïntegreerd wateropvangreservoir en uitspoelbaar luchtfilter:



# EEN LUCHTONTVOCHTIGER KIEZEN - WELKE METHODE VOOR WELK DOEL?

## KEUZEFACTOR RUIMTETEMPERATUUR

De gemiddelde luchttemperatuur in de droog te houden ruimte is het belangrijkste criterium bij de keuze voor de ideale luchtontvochtiger.

### Kracht onder 8

In onverwarmde kelders, vakantiehuisjes of koelere ruimtes tijdens de wintertijd met een gemiddelde ruimtetemperatuur onder 8 °C is het aan te bevelen adsorptiedrogers toe te passen. Het werkingsprincipe hiervan is in staat ook omgevingen met lage temperaturen permanent en effectief droog te houden.

Ook als de temperatuur af en toe tot 12 °C stijgt, werken deze apparaten nog naar tevredenheid, boven 12 °C wordt de energiebalans van deze apparaten echter te slecht om ze economisch zinvol te gebruiken voor ontvochtiging.

### Alleskunner van 5 tot 35 °C

Vanaf een gemiddelde ruimtetemperatuur van 8 °C zijn ook vriesdrogers in principe geschikt voor luchtontvochtiging.

Wanneer de temperaturen tijdens de wintermaanden permanent onder 15 °C dalen, moet hier in elk geval een apparaat met heetgasontdooiing worden gebruikt.

Deze alleskunnere zijn variabel in een zeer groot temperatuurbereik inzetbaar, terwijl vriesdrogers met circulatieontdooiing pas bij gemiddelde temperaturen boven 15 °C zinvol kunnen worden toegepast voor luchtontvochtiging - zie ook de grafiek op pagina 5.

## KEUZEFACTOR BEDRIJFSKOSTEN

Gaat om het kosten-bateneffect en de ontvochtigingscapaciteit in verhouding tot het energieverbruik, kan de condensdroger met compressortechniek in vrijwel alle toepassingsomgevingen de eerste plaats op eisen.

Peltier-condensdrogers zijn weliswaar voordeliger in aanschaf en hebben op het eerste gezicht een lager stroomverbruik, maar ze worden gekenmerkt door de aanzienlijk lagere ontvochtigingscapaciteit en tegelijk een ca. 400% hoger energieverbruik per liter ontvochtigd condens.

Voor adsorptiedrogers kan het energieverbruik bij dezelfde ontvochtigingscapaciteit in directe vergelijking met compressorvriesdrogers tot wel 100% hoger liggen. De bedrijfskosten spelen bij de beslissing voor een adsorptiedroger echter slechts een ondergeschikte rol, omdat er toepassingsvoorwaarden zijn die alleen met behulp van een adsorptiedroger kunnen worden gerealiseerd.

## KEUZEFACTOR REIKWIJDTE

### Compressorvriesdrogers - formidabel voor alle ruimtetor- maten

Hoe groter de droog te houden ruimte is, des te voordeliger wordt de toepassing van een compressorvriesdroger. Deze groep apparaten beschikt voor particuliere gebruikers over de grootste bandbreedte aan ventilator-condensor-combinaties van verschillend vermogen.

Voor het drooghouden van grote ruimtes moeten er ook grote hoeveelheden vochtige lucht kunnen worden toegevoerd aan de ontvochtiger, wat een krachtige ventilator vereist. En om deze hoeveelheden lucht effectief te kunnen ontvochtigen, moet de condensor van het apparaat even krachtig ontworpen zijn.

Let daarom bij de apparaatkeuze niet alleen op de door de fabrikant aangegeven geschiktheid voor ruimte-afmetingen, maar controleer de waarschijnlijkheid hiervan aan de hand van de specificaties met betrekking tot luchtcapaciteit, stroomverbruik en ontvochtiging. Eenvoudige stelregel: Veel liters bij weinig Watt bestaat niet, ook niet als vele aanbieder dit suggereren ☺.

### Peltier-luchtontvochtigers - specialisten voor zeer kleine volumes

Peltier-apparaten zijn geen klassieke ruimteluchtontvochtigers, omdat ze niet zo zeer zijn ontworpen voor het ontvochtigen van volledige ruimten, maar meer voor speciale toepassingsgebieden. Door de compacte constructie, het lage stroomverbruik en de stille werking is deze apparaatklasse vooral bedoeld voor gebruik in kleding- en schoenenkasten, voorraadkamers voor levensmiddelen of in beperkte mate ook voor kleine, raamloze sanitaire ruimten zonder grote vochthoeveelheden (geen douche), omdat Peltier-ontvochtigers eigenlijk alleen geschikt zijn voor omgevingen zonder extra externe vochttoevoer (zie "infiltratie" op pagina 11).

## Granulaat

Dergelijke droogmiddelen worden hoofdzakelijk gebruikt om vochtgevoelige goederen te beschermen tijdens transport en opslag. Iedereen kent de kleine zakjes die zijn ingesloten bij verzonden elektronica, tassen, koffers, schoenen of geneesmiddelen. Voor het drooghouden van dergelijke goederen in krappe verpakkingen zijn granulaatzakjes zeer geschikt.

Er worden echter ook grotere zakken inclusief opnamebox op de markt aangeboden als "luchtontvochtiger". Voor deze toepassing is granulaat om verschillende redenen ongeschikt.

Ten eerste is het effect ervan begrensd tot enkele kubieke meters omgevingslucht en alleen vaststelbaar in ruimtes zonder enige extra vochttoevoer van buitenaf (zie "Infiltratie" op pagina 11).

Ten tweede zijn granulaatontvochtigers in verhouding tot hun droogcapaciteit heel duur, omdat ze als wegwerpsysteem vereisen dat er regelmatig nieuwe granulaatzakken worden gekocht. Bovendien geeft granulaat bij waterverzadiging geen krimp: het houdt simpelweg op te werken. Geen waarschuwing vooraf, geen melding "Tank vol", geen droging meer ☹.

### Adsorptiedrogers - professionele techniek voor kleine, koele ruimtes

Met name in koele kelders, onverwarmde of slechts af en toe verwarmde binnenruimtes is deze apparaatklasse eigenlijk de enige optie.

Ook krachtige compressorvriesdrogers kunnen weliswaar in omgevingen met een temperatuur van ten minste 12 °C nog enigszins effectief worden toegepast, maar bij gemiddeld permanent onder 8 °C liggende ruimtetemperaturen bereiken adsorptiedrogers de voor het drooghouden vereiste ontvochtigingscapaciteit op een efficiënter niveau.

## Snel overzicht van toepassingsmogelijkheden op basis van type ontvochtiger

	Condensatie			Adsorptie	
	Peltier (elektrisch)	Compressor		Granulaat	Droogwiel
		Circulatie	Heetgas		
Drooghouden van zeer kleine arealen (< 10 m <sup>3</sup> ) zonder infiltratie (vochtinbrenging)	■	□	□	■	□
Drooghouden van ruimtes met temperaturen van 0 tot 8 °C	—	—	—	—	■
Drooghouden van ruimtes met temperaturen van 5 tot 35 °C	—	—	■	—	□
Drooghouden van ruimtes met temperaturen van 15 tot 35 °C	—	■	■	—	□
Bouwdroging	—	*	*	—	*
Waterschadesanering	—	—	*	—	*

— niet mogelijk; □ mogelijk; ■ aan te bevelen; \* alleen bedrijfsuitvoeringen, niet geschikt voor comfort-luchtontvochtigers

## NIET TE VERGETEN: INFILTRATIE

Het woord klinkt alsof het uit een spionageroman komt, maar hier doelen we niet op het binnenlaten van vijandige sujetten, maar van vochtige buitenlucht. Want met "infiltratie" wordt bij het berekenen van de capaciteit van luchtontvochtigers de toevoer van extra vocht van buitenaf aangeduid in de ruimte die moet worden ontvochtigd.

Daarom is de infiltratiefactor een belangrijk aspect bij het berekenen van de capaciteit van de ideale ontvochtiger. Per slot van rekening bevat niet alleen de lucht in de ruimte vocht. Ook van buiten dringt nog vocht binnen, bijvoorbeeld vanwege de staat van isolatie van het gebouw, door kieren in deuren of door het openen van deuren, ramen etc.

Wanneer u een ruimte van 20 °C bijvoorbeeld wilt ontvochtigen van 80 % naar 60 % relatieve luchtvochtigheid, dan moet het watergehalte dienovereenkomstig van 13,8 g/m<sup>3</sup> (80 % r.v.) naar 10,4 g/m<sup>3</sup> (60 % r.v.) worden gereduceerd, dus met 3,4 g per kubieke meter lucht.

Dat is bij een ruimte met een volume van 100 kubieke meter dus 340 g of ml, toch? Nee. Want er moet ook nog rekening worden gehouden met het van buiten toegevoerde vocht.

Wanneer we uitgaan van een buitenklimaat van 25 °C bij 70 % r.v., bedraagt het watergehalte van de buitenlucht 16,2 g/m<sup>3</sup>, dus 5,8 g meer dan binnen. Kort gezegd zou ook dit vocht zich graag bij de binnenruimtelucht mengen, wat echter maar ten dele mogelijk is, omdat de ruimte gesloten en goed geïsoleerd is. Hier komt de infiltratiefactor in het spel, die bijvoorbeeld voor goed geïsoleerde ruimtes bij 0,3 ligt.

Per uur zou er daarom 5,8 g/m<sup>3</sup> x 100 m<sup>3</sup> x infiltratiefactor 0,3 l/h = 174 g/h (0,174 l) vocht van buitenaf worden toegevoerd, wat overeen zou komen met een dagelijks te ontvochtigen hoeveelheid water van 4,176 liter per 24 uur (0,174 l x 24).

### "Vochtfabriek mens"

Maar ook van binnenuit wordt extra vocht toegevoegd. Net als bij infiltratie is dit een extra vochtbelasting. Eén enkele kamerplant voegt aan de ruimtelucht dagelijks al ca. 150 ml extra vocht toe. Dit is al meer dan een typisch Peltier-apparaat gemiddeld binnen 24 uur kan ontvochtigen. Maar de factor vochtbelasting wordt pas echt belangrijk als personen aanwezig zijn.

Elke slapende mens produceert per uur al ca. 50 ml vocht, alleen door afgifte via de huid aan de ruimtelucht. Bij een lichte, zittende activiteit is dat al 70 ml en bij huishoudelijk werk meer dan 100 ml. Daarom moet u bij de keuze voor een luchtontvochtiger beslist rekening houden met deze vochttoevoer.



Het moge duidelijk zijn dat in de slaapkamer geen Peltier-apparaat kan worden gebruikt voor het drooghouden, als twee slapende personen samen tijdens een nacht van acht uur al 800 ml extra vocht aan de ruimtelucht toevoegen en een Peltier-ontvochtiger bijvoorbeeld in de praktijk een ontvochtigingscapaciteit heeft van slechts maximaal 300 ml per 24 uur. De lucht zou 's ochtends vochtiger zijn dan de dag ervoor.

Als je daarbij nog bedenkt dat bij het koken bijvoorbeeld tot 2 liter en bij het douchen zelfs 2,5 liter water wordt afgegeven aan de omgevingslucht, dan wordt al snel duidelijk dat alle toepassingen met extra vochtbelasting voor Peltier-apparaten of granulaat een hopeloze onderneming zijn!

Houd bij de planning van uw behoefte dus altijd rekening met capaciteitsreserves voor de extra vochtbelasting.

Dat gaat het eenvoudigst met de toepassingsaanbevelingen van Trotec voor het betreffende apparaat, daarin zijn alle typische gebruiksparemeters al opgenomen.



Met het grootste assortiment aan luchtontvochtigers ter wereld kan Trotec u voor elke behoefte de optimale comfort-luchtontvochtiger aanbieden. Als voorbeeld van onze veelvoud aan apparaten, toont een typische formaatvergelijking van links naar rechts de condensdroger TTK 100 E, die bijvoorbeeld de totale dagcapaciteit van een Peltier-ontvochtiger al binnen 10 minuten realiseert, de ultracompacte TTP 2 E met Peltier-techniek en de adsorptiedroger TTR 57 voor koude, onverwarmde ruimten.

## Trotec C.V.

Kreekweg 22  
3133 AZ Vlaardingen  
Nederland

Tel. +31 103 135250  
Fax +31 103 135251

info-nl@trotec.com  
nl.trotec.com

### Praktische kennis luchtontvochtigers

Condensdroger of adsorptiedroger, compressiekoeling of Peltier-techniek, circulatie- of heetgasontdooiing? Wie zoekt naar het ideale apparaat voor een optimaal ruimteklimaat met ideale luchtvochtigheidswaarden, kan bij de talrijke opties en uiteenlopende processen makkelijk het overzicht verliezen.

Profiteer van het uitgebreide overzicht van verschillen tussen apparaten, werkingsprincipes en toepassingsmogelijkheden dat we u met deze brochure bieden.

Want de Trotec Group behoort bij professionele totaaloplossingen rondom klimaatbeheersing en meettechniek voor gebouwdiagnose internationaal tot een van de eerste adressen. Zowel voor industriële klanten als voor de particuliere gebruiker thuis.

Wij bieden u jarenlange branche-knowledge, hoogwaardige producten en uitgebreide service - alles uit één hand!

Heeft u nog vragen? We adviseren u graag persoonlijk en uitgebreid en verheugen ons op uw telefoontje of e-mail.

