

# ELEKTRONICA-INDUSTRIE

Het belang van luchtvochtigheid bij  
productie en opslag

Luchtbevochtiging en luchtontvochtiging

 **condair**

# De noodzaak van lucht ontvochtiging in de elektronica-industrie

De opslag van elektronische componenten en eindproducten is een veeleisend “proces” omdat de verschillende afzonderlijke workflows zeer gevoelig zijn.

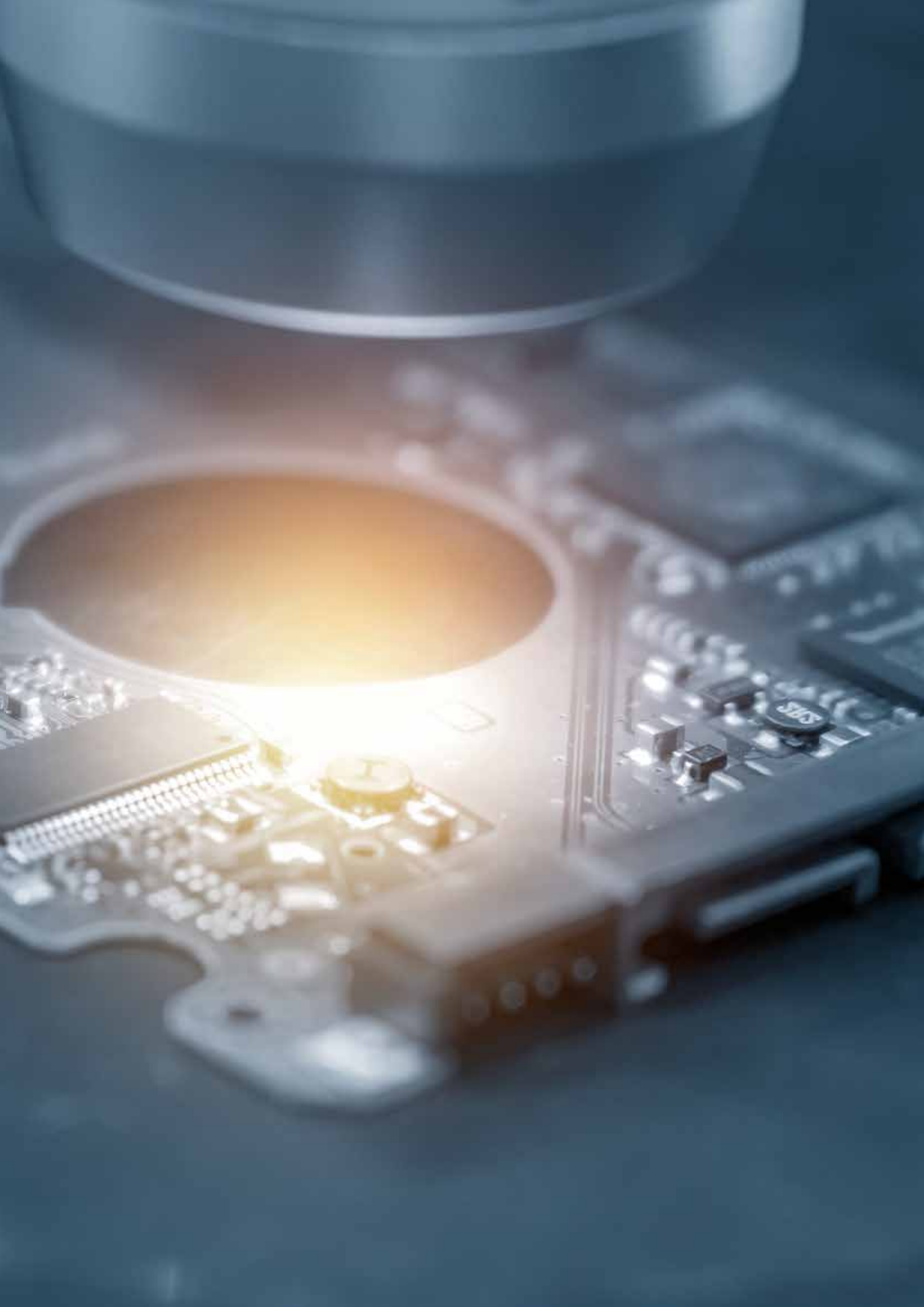
De bijzondere gevoeligheid ontstaat vooral wanneer grote hoeveelheden elektronische componenten worden opgeslagen, vaak gedurende lange perioden. Want hoe langer ze worden opgeslagen, hoe groter het risico dat zelfs kleine ongunstige opslagomstandigheden ze beschadigen en onbruikbaar maken voor later gebruik.

Om dergelijke schade aan gevoelige printplaten en componenten te voorkomen, is het plaatsen in vochtbarrièrezakken of conventioneel bakken een beproefde methode, maar het is ook erg tijdrovend en duur. Op maat gemaakte, nauwkeurig gecontroleerde luchtontvochtiging is daarom een van de factoren die van groot belang zijn voor de veilige en succesvolle opslag van componenten en kan bedrijven behoeden voor kostbare schade.

Vochtigheid die niet continu wordt gecontroleerd en niet laag genoeg is, kan bijvoorbeeld de volgende problemen veroorzaken:

Het risico op beschadiging en oxidatie van de opgeslagen materialen begint bij een relatieve luchtvochtigheid (RV) van ongeveer 50%. Vanaf dat punt neemt de kans toe dat zuurstof en condensaat in de lucht reageren met de materialen - en daarmee het risico dat de materiaalkwaliteit van de onderdelen en mogelijk hun functionaliteit wordt aangetast. Met toenemende vochtigheid in ruimtes waar elektronische onderdelen worden opgeslagen, neemt ook het risico op diffusie toe: Het hygroscopische materiaal van de elektronische onderdelen trekt condens aan en vermengt zich ermee. Ook hier kunnen zowel het materiaal als de functionaliteit aanzienlijke schade oplopen.

Vochtigheidsregeling en -beheer zijn daarom essentieel voor een succesvolle opslag van elektronische componenten: Daarom is het des te belangrijker dat operators kunnen terugvallen op oplossingen waar ze honderd procent op kunnen vertrouwen!



# Praktijk voorbeeld: Droge opslag voor elektronische onderdelen

Om de opslagcapaciteit te vergroten en gedecentraliseerde droogkasten te combineren, besloot een industriële productieonderneming een nieuw opslagsysteem met meerdere niveaus te creëren.

De daar opgeslagen SMD-apparaten (surface mounted devices) zijn onderhevig aan een vochtgevoelighedsniveau (MSL) en moeten daarom permanent worden opgeslagen in een omgeving waar de lucht een relatieve vochtigheid heeft van  $\leq 5\%$  bij een temperatuur van ongeveer  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Door deze zeer lage vereiste relatieve luchtvochtigheid worden er zeer hoge eisen gesteld aan de omgeving in de opslagruimte, vooral in de zomermaanden.

In deze periode heeft de warme lucht het hoogste vochtgehalte. De grootste vochtbelasting tijdens de opslag is het gevolg van het proces waarbij de opslagruimte tot 250 keer per dag wordt betreden en van de constante toevoer van buitenlucht, die wordt gebruikt om een lichte overdruk in de ruimte te creëren om infiltratie tegen te gaan.

In de opslagruimte van  $70\text{ m}^3$  heeft de droogmiddeldroger die wordt gebruikt voor het drogen van de lucht een totale luchtcapaciteit van  $1.400\text{ m}^3/\text{u}$ . Er wordt constant  $10\%$  buitenlucht toegevoegd aan de recirculatielucht (afvoerlucht uit de opslagruimte) met een debiet van  $1.260\text{ m}^3/\text{u}$ . Tijdens dit proces wordt het deel van de buitenlucht voorgekoeld en voorgedroogd van  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  en  $45\%$  RV tot  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  en bijna  $100\%$  RV. Dit proces voor het

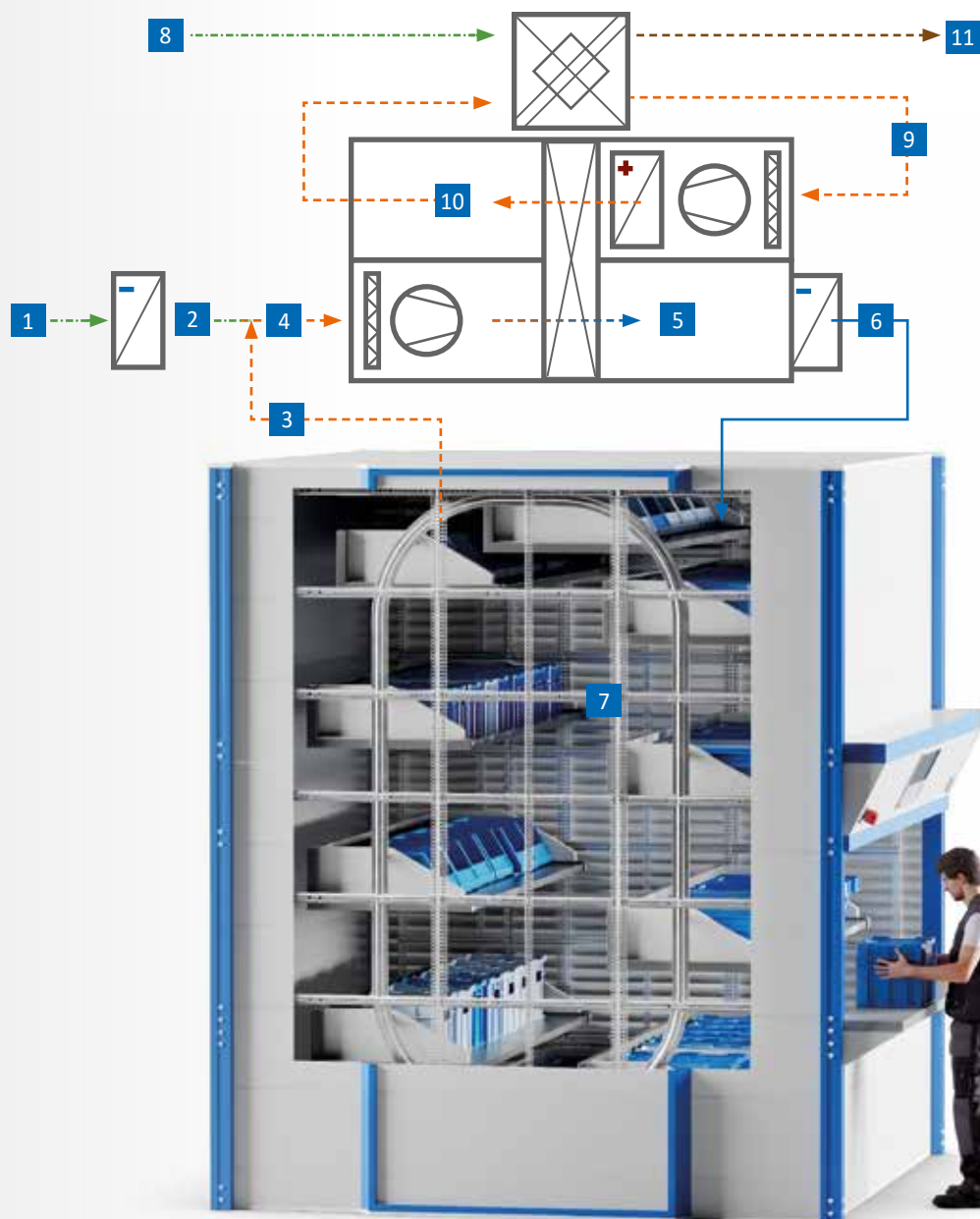
voorbehandelen van de buitenlucht absorbeert hoge zomerse vochtigheidspieken en is energie-efficiënter om te beheren via mechanische koeling dan via sorptie van de sorptiedroger.

Het mengen van recirculatielucht en buitenlucht resulteert in een luchtstroom met een temperatuur van  $14,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  en  $16\%$  RV. Deze stroomt in de adsorptiedroger waar het een temperatuur van  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  en een absolute vochtigheid van  $0,255\text{ g/kg}$  bereikt bij het verlaten van de droger. Dit komt overeen met een negatief droog dauwpunt van  $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De nu gedroogde lucht wordt vervolgens in een nakoeler gekoeld tot de doeltemperatuur van  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  voordat het in de opslagruimte wordt gebracht.

De adsorptiedroger wordt continu geregeld omdat de vochtbelasting sterk fluctueert afhankelijk van de frequentie van toegang en het vochtgehalte van de omgeving. Er zijn verschillende sensoren in het opslagsysteem die worden geëvalueerd op basis van de maximumwaarde en die de capaciteit van de adsorptiedroger bepalen en aanpassen. Daarnaast hebben de vochtigheid en temperatuur van de buitenlucht die door een cross-flow platenwarmtewisselaar stroomt een directe invloed op het regeneratieproces. Dit proces vereist een lagere hoeveelheid energie naarmate het vochtgehalte van de aangezogen buitenlucht lager is.

Het bijgaande diagram illustreert het systeemconcept van het bovengenoemde praktijkvoorbeeld; de bijbehorende luchthoeveelheden en -condities zijn duidelijk samengevat in de tabel.





Data punt		Lucht volume	Temperatuur	Relatieve	Absolute
		[m <sup>3</sup> /h]	[°C]	luchtvochtigheid [% RV]	luchtvochtigheid [g/kg]
1	Buitenluchtaandeel ODA	140	35	45	16
2	Voorgekoelde ODA	140	12	95	8.7
3	Opslagruimte recirculatielucht RCA	1,260	15	8.6	0.9
4	Mengpunt RCA & ODA	140 + 1,260	14.7	15.7	1.69
5	Droogproces	1,400	26	1	0.255
6	Nakoeling van toevoerlucht SUP	1,400	15	2	0.255
7	Binnenlucht IDA	1,400	15	≤ 5	≤ 0.5
8	ODA voor regeneratie	400	35	45	16
9	Regeneratielucht Aan HR	400	60	13	16
10	Vochtige lucht Uit vóór HR	400	90	4	21.1
11	Vochtige afvoerlucht na HR	400	58	18	21.1

# Waar vocht ongewenst is

Oxidatie van ijzer



Oxidatie van koper



Vergeleken met bijvoorbeeld ijzer is koper veel minder gevoelig voor roestvorming. Hoewel er bij koper ook corrosie kan optreden als het in contact komt met water of bij een hoge luchtvochtigheid, stopt dit meestal heel snel.

Er wordt een gesloten oxidelaag gevormd - de groenzwarte patina, die het koper eronder beschermt tegen verdere corrosie. Dit verhindert of belemmert echter in ernstige mate het verdere gebruik en de verwerking van koper tot hoogwaardige elektronische componenten.

Aan de andere kant zijn andere materialen zoals kunststoffen, kleefstoffen, soldeermaterialen en isolatie die worden gebruikt bij de productie van elektrische en elektronische componenten in sommige gevallen veel gevoeliger voor overmatig vocht en kunnen ze onherstelbare schade veroorzaken aan de afgewerkte componenten door oxidatie en diffusie.

Deze negatieve effecten treden minder snel op tijdens het eigenlijke productieproces, maar kunnen wel optreden tijdens de vaak zeer lange opslag van grondstoffen en afgewerkte producten.

# Invloed van de luchtvochtigheid op het soldeerresultaat

Reflow solderen van SMD-halfgeleidercomponenten die een (te) hoog vochtgehalte hebben opgenomen, kan leiden tot defecten en scheurtjes en tot loslating van de bevestigde materialen.

Naarmate de temperatuurbelasting tijdens het soldeerproces toeneemt, neemt ook de kans op delaminatie toe. Dit werd nog verhoogd door het verbod op loodsoldeer en de daarmee gepaard gaande noodzaak om te werken bij hogere temperaturen van meer dan 250 °C. De volumetoename door de plotse verdamping van het vocht opgeslagen op het oppervlak en in het substraat kan een popcorn effect veroorzaken.

Zelfs schijnbaar kleine afwijkingen in het soldeerprofiel kunnen leiden tot negatieve afwijkingen van het gewenste resultaat.

Adequaat preventief drogen vóór het soldeerproces is daarom absoluut noodzakelijk om de productkwaliteit te garanderen; het voorkomt ook anders noodzakelijke droogprocessen, die vaak lang duren, duur en schadelijk zijn!

Popcorn effect



# Vochtbarrièrezakken- of opslag in een droge omgeving?

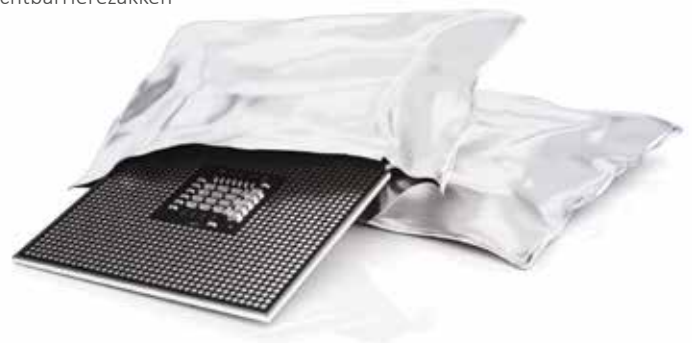
Het vochtgevoelighedsniveau (MSL) definieert de vochtgevoelighedsdrempel van elektrische componenten. De classificatie van MSL's, hoe ze te hanteren en te gebruiken zijn gedefinieerd in de IPC/JEDEC J-STD-020 en IPC/JEDEC J-STD-033 industriestandaarden.

De laatste opent de mogelijkheid dat- als SMD-halfgeleidercomponenten van de MSL-klassen tot 5a worden opgeslagen bij een omgevingsvochtigheid van  $\leq 5\%$  RV- deze procedure gelijk wordt gesteld aan opslag in luchtdichte en diffusiebestendige vochtbarrièrezakken (MBB) met een onbeperkte houdbaarheid en de componenten voor onbeperkte tijd kunnen worden opgeslagen.

Ook kan de levensduur van vochtgevoelige onderdelen worden gereset wanneer ze worden blootgesteld aan vochtige omgevingslucht.

Voor MSL klasse 4, 5 en 5a onderdelen met een blootstellingsduur van 8 uur of minder, kan daaropvolgende opslag in een droge omgeving van  $\leq 5\%$  RV en een opslagperiode gelijk aan 10 keer de blootstellingsduur van de vloerlevensduur resetten.

Vochtbarrièrezakken



# De juiste ontvochtigings-technologie kiezen

Zoals de brochure laat zien, zijn er verschillende uitdagingen waaraan luchtontvochtiging het hoofd moet bieden. Afhankelijk van het type productie, verdere verwerking en opslag van de grondstoffen varieert het spectrum van "hoge temperatuur met lage luchtvochtigheid" tot "lage temperatuur met lage luchtvochtigheid".

Een mogelijkheid voor luchtontvochtiging is het gebruik van ventilatie-units met geïntegreerde waterkoelers. Hierbij wordt de buitenlucht die in de ventilatie-eenheid wordt gezogen, in de koeler sterk afgekoeld, dus ontvochtigd en vervolgens in de ruimte gebracht. Bij benauwd weer is dit type ontvochtiging echter vaak alleen voldoende om pieken op te vangen. Bovendien komen de vochtigheidswaarden die kunnen worden bereikt vanuit economisch oogpunt vaak niet overeen met de vereiste doelcondities en moeten ze verder worden ontvochtigd. Om de bedrijfskosten voor luchtontvochtiging aanzienlijk te verlagen, worden meestal secundaire luchtontvochtigingsunits gebruikt. Deze ontvochtigen een vereiste gedeeltelijke lucht volumestroom of worden direct in de ruimte geïnstalleerd. Daar zuigen ze constant ruimtelucht aan die wordt gefilterd, ontvochtigd en dan als droge toevoerlucht terug de ruimte in wordt geblazen. Beide soorten ontvochtiging hebben voor- en nadelen en moeten voor elke toepassing worden getest en geëvalueerd. In het geval van directe installatie in

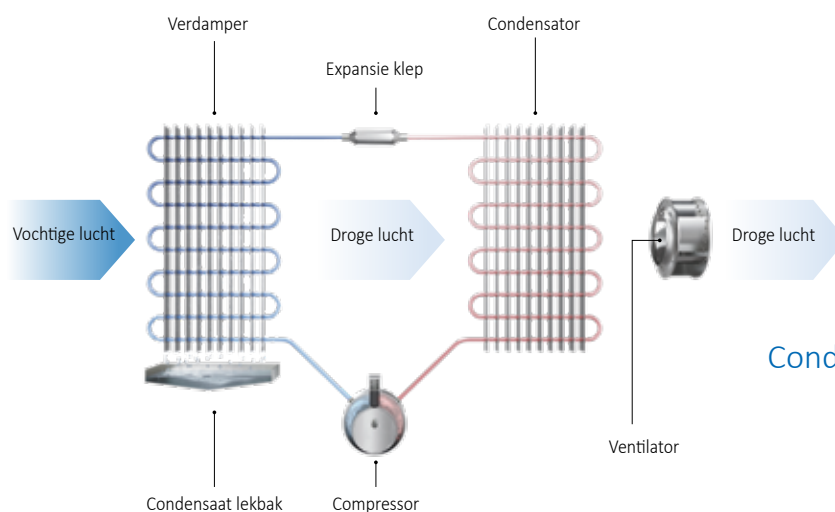
de ruimte moet naast de interne vochtbelasting ook rekening worden gehouden met de externe vochtbelasting, bijvoorbeeld van de mechanische ventilatie in de zomer. De luchtontvochtigers die hiervoor worden gebruikt zijn verkrijgbaar als condenserende luchtontvochtigers en adsorptiedrogers.

## Condenserende luchtontvochtigers

zijn gebruiksklare units voor standaard ontvochtigingsprocessen waarbij een relatieve vochtigheid tot 40% RV moet worden gehandhaafd bij een kamertemperatuur van ongeveer 5 tot 35 °C.

De units bevatten een koelmachine met compressor, verdamer en condensor. Zoals op de onderstaande afbeelding te zien is, zuigt de ventilator vochtige kamerlucht de unit in, filtert deze en voert deze vervolgens door de verdamer. In deze verdamer stroomt vloeibaar koelmiddel dat warmte aan de lucht onttrekt en daarbij verdampt. Hierdoor koelt de lucht zodanig af dat de temperatuur onder het dauwpunt daalt en er water uit de lucht condenseert. Hoe lager de temperatuur in de verdamer, hoe meer water er uit de lucht condenseert. Het water wordt opgevangen in een condensbak en afgevoerd naar de afvoer. Vervolgens stroomt de nu ontvochtigde maar koude lucht door de condensor van de koelmachine. Daar wordt het verwarmd door de condensatiewarmte en stroomt het terug de ruimte in als ontvochtigde toevoerlucht.

De continuïteit van dit proces betekent dat de ruimtelucht constant wordt ontvochtigd tot het gewenste doelniveau.



Condensatie-ontvochtiging—  
werkingsprincipe



## Adsorptie drogers

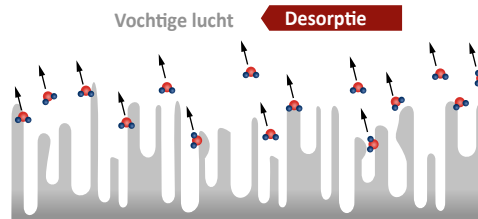
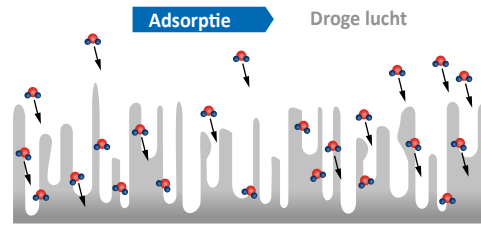
worden gebruikt wanneer een lage luchtvochtigheid van minder dan ongeveer 10% RV moet worden geproduceerd bij vaak zeer lage temperaturen. Aangezien het ontvochtigen van lucht door de temperatuur aanzienlijk onder het dauwpunt te laten zakken, bijvoorbeeld met een condenserende ontvochtiger, zowel te duur als te energie-intensief zou zijn, worden de eigenschappen van silicagel gebruikt bij het drogen met droogmiddelen.

Een adsorptiedroger bestaat uit een roterende warmtewisselaar, luchtfilters, twee ventilatoren voor het transport van de proceslucht en de regeneratielucht, een verwarming voor het verwarmen van de regeneratielucht en de bijbehorende regeling (zie onderstaande afbeelding).

De procesluchtventilator transporteert de te drogen lucht de unit in. Nadat de lucht door een luchtfilter is gegaan, bereikt de lucht de langzaam roterende sorptierotor. Deze bestaat voor meer dan 82% uit silicagel op een luchtdoorlatende honingraatstructuur van glasvezel.

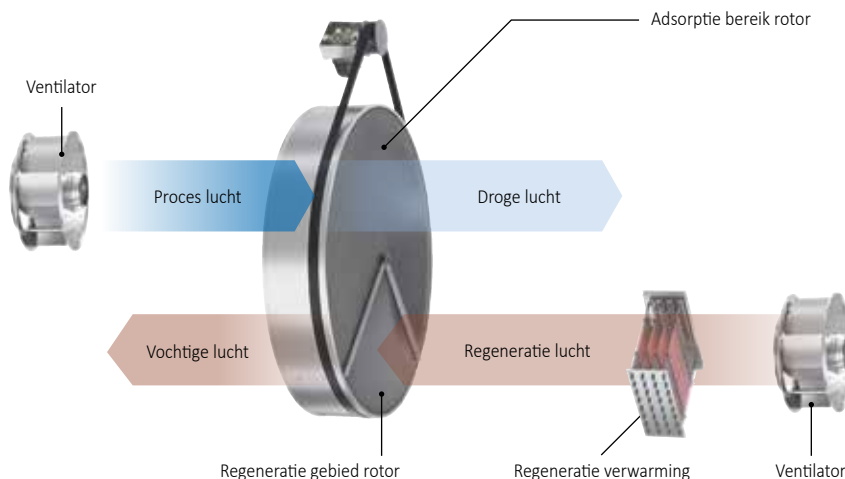
De silicagel is zeer hygroscopisch door zijn extreem grote binnenoppervlak van tot 800 m<sup>2</sup> per gram. Daarom kan het grote hoeveelheden water uit de proceslucht absorberen aan het oppervlak en opslaan in zijn binnenstructuur.

Wanneer de lucht door de sorptierotor stroomt, vinden er tegelijkertijd twee processen plaats: De proceslucht kan sterk worden ontvochtigd. Afhankelijk van de ontvochtigingsintensiteit kan de luchttemperatuur echter aanzienlijk stijgen.



Daarom is het vaak nodig om de nu ontvochtigde maar warme lucht af te koelen voordat deze naar de ruimte wordt teruggevoerd.

Om dit ontvochtigingsproces te laten werken, moet de sorptierotor continu worden geregenereerd: Het vocht dat is opgeslagen in de silicagel moet er dus constant uit worden verwijderd. Dit wordt gedaan met regeneratielucht die van de andere kant komt en in tegenstroom door de sorptierotor stroomt. De regeneratielucht wordt verwarmd en zo gedroogd tot een relatieve vochtigheid die zo laag is dat het water uit de silicagel kan worden verdreven en als damp in de lucht kan worden gebonden (desorptie). De nu vochtige regeneratielucht verlaat de sorptiedroger en wordt naar buiten geblazen, indien nodig na een extra warmteterugwinning. De media die worden gebruikt om de regeneratielucht te verwarmen zijn heet water, stoom, gasbranders of elektrische energie.



Adsorptie droging—  
werkingsprincipe

# Adsorptie drogers

## Condair DA series

Overall waar een zeer lage luchtvochtigheid vereist is, bijvoorbeeld in industriële droogprocessen of in processen met zeer lage temperaturen, worden de sorptiedrogers uit de Condair DA-serie gebruikt. De sorptierotor met silicagelcoating slijt vrijwel niet onder optimale bedrijfsomstandigheden en maakt een veilige werking tot temperaturen van -30 °C mogelijk. veilig werken tot temperaturen van -30 °C, waarbij zelfs de laagste vochtigheidsniveaus worden bereikt. De silicagel die als droogmedium wordt gebruikt, is niet-responsabel en niet-ontvlambaar.

Naast 30 standaardmodellen met ontvochtigingscapaciteiten van 0,6 tot 182 kg/u voor procesluchtdebieten van 120 tot 27.000 m<sup>3</sup>/u, zijn de DA-drogers ook verkrijgbaar in een reeks

speciale modellen. Zo kunnen bijvoorbeeld voor- en/of nakoelbatterijen en warmtewisselaar- of condensatiemodules al in de fabriek in de units worden geïnstalleerd. Vooral met de vaak noodzakelijke nakoeling van de gedroogde, maar dus verwarmde proceslucht moet in een vroeg stadium van het planningsproces rekening worden gehouden. Naast de selectie van verschillende regeneratieprocessen is er ook de optie om bestaande media zoals stoom of heet water te gebruiken.

Door deze te combineren met de elektrische regeneratieverwarming die in de unit is geïntegreerd, kan aanzienlijk worden bespaard op de bedrijfskosten, vooral bij grotere systemen.

Afhankelijk van de huidige bedrijfsomstandigheden worden alle processen in de sorptiedroger geregeld via de on-site ICA of optioneel via de PLC die in de unit is geïnstalleerd om de doelcondities van de toevoerlucht te bereiken.



### Condair DA 160 – 440

Compacte en efficiënte adsorptiedrogers in een resistente roestvrijstalen behuizing. Voor gebruik in kleinere ruimtes, zoals laboratoria, kelders en archieven.

Nominale droogcapaciteit\*\*  
0.6–1.4 kg/h.



### Condair DA 210 – 450

Krachtige en toch compacte adsorptiedrogers voor industriële en commerciële bedrijven. Robuust en servicevriendelijk ontwerp in een AISI304 roestvrijstalen behuizing.

Nominale droogcapaciteit\*\*  
0.6–2.2 kg/h.



### Condair DA 500 – 9400

De adsorptiedroger kan op verschillende manieren worden geconfigureerd om te voldoen aan de individuele behoeften van onze klanten, vooral voor gebruik in productieruimten en grote ruimten.

Nominale droogcapaciteit\*\*  
3.3–54 kg/h.

\*\*bij 20 °C – 60% RV

# Condenserende luchtontvochtigers

## Condair DC serie

Hoewel sorptiedrogers vanwege het systeem vooral worden gebruikt in de extreem gevoelige productieruimten in de elektronica-industrie, zijn er buiten de eigenlijke productie tal van ontvochtigingstaken die veilig en efficiënt kunnen worden opgelost met condenserende ontvochtigers.

Met de DC serie biedt Condair een breed scala aan industriële condenserende ontvochtigers in verschillende capaciteiten en modellen. Luchtontvochtiging door condensatie is gebaseerd op een koelproces. Er wordt een lage temperatuur gegenereerd door de koelmachine, die de waterdamp uit de lucht condenseert en zo de lucht ontvochtigt. Dergelijke ontvochtigers zijn met name geschikt voor een luchtvochtigheid tussen ongeveer 40% en 60% RV.

Condair condenserende luchtontvochtigers kunnen op verschillende manieren worden geconfigureerd om aan de individuele behoeften van onze klanten te voldoen.

Met ontvochtigingscapaciteiten van 75 tot 930 l/24 h bij luchtvolumestromen van 800 tot 8.500 m<sup>3</sup>/h bestrijken de tien standaardmodellen al een breed scala aan toepassingen.

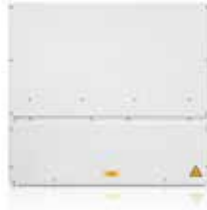
Ze kunnen vrij staan of geconfigureerd worden voor mobiel gebruik en kunnen zelfs aangesloten worden op het luchtkanaalnetwerk om een optimale verdeling van de gedroogde lucht te garanderen. Dit betekent dat de luchtvochtigheid in zeer grote objecten ook kan worden geregeld met slechts één of enkele apparaten. Daarnaast zijn er modellen en series voor wand-, achterwand- en plafondmontage, met externe warmteafvoer en voor lage temperaturen.

Speciale modellen met buitencondensoren zijn geschikt voor temperatuurgevoelige ruimtes. Hier wordt de condensatiewarmte van de ontvochtiger via een externe condensor afgevoerd zodat de kamertemperatuur niet wordt beïnvloed. Alle DC-ontvochtigers worden volledig automatisch aangestuurd via microprocessors om de gewenste werking te bereiken.



**Condair DC 50 – 200 W**  
Condensontvochtiger voor wandmontage

Nominale ontvochtigingscapaciteit\*  
49–190 L/dag



**Condair DC 50 – 200 R**  
Condensontvochtiger voor montage achter de wand

Nominale ontvochtigingscapaciteit\*  
49–190 L/dag



**Condair DC 50 – 200 C**  
Ceiling-mounted condensing dehumidifier

Nominale ontvochtigingscapaciteit\*  
49–190 L/dag



**Condair DC 75 – 100**  
Krachtige compacte condenserende luchtontvochtiger

Nominale ontvochtigingscapaciteit\*  
73.0–95.2 L/dag



**Condair DC-N**  
Condensontvochtiger met externe warmteafvoer

Nominale ontvochtigingscapaciteit\*  
263.1–939.3 L/dag



**Condair DC-LT**  
Condensontvochtiger voor lage temperaturen

Nominale ontvochtigingscapaciteit\*  
263.1–939.3 L/dag

\*bij 30 °C — 80% RV

**Nederland**

Condair B.V.  
Gyroscopeweg 21, 1042 AC, Amsterdam  
Tel: +31 (0)20 705 8200  
info@condair.nl - www.condair.nl

**België**

Condair N.V.  
De Vunt 13 bus 5, 3220, Holsbeek  
Tel: +32 (0)16 98 02 29  
info@condair.be - www.condair.be

