

Dauwpuntmonitoring voorkomt productiestilstand en product afkeur

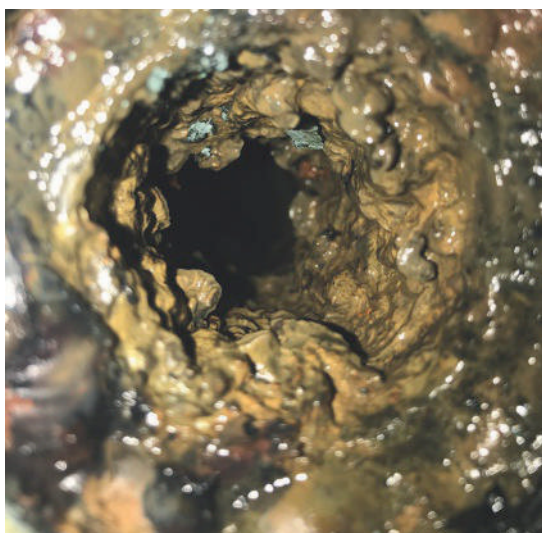
# Vocht: de sluipmoordenaar in iedere persluchtinstallatie

Perslucht wordt in heel veel verschillende bedrijfstakken toegepast. Vaak wordt er vanuit gegaan dat de lucht die door het leidingsysteem stroomt schoon en droog is. Maar niets is minder waar. Naast aangezogen stof- en vuildeeltjes is vooral vocht een veel voorkomende bedreiging. Dit niet alleen voor de juiste werking en levensduur van de persluchtinstallatie zelf, maar ook voor de processen en componenten die met perslucht worden aangestuurd. Een juiste beheersing van het vochtgehalte, gecombineerd met nauwkeurige meting/monitoring van het drukdauwpunt is dan ook van levensbelang.

Frank Senteur



*Jarenlang te veel vocht in de perslucht resulteert in dit schrikbeeld. Het veroorzaakt roestvorming, putcorrosie en complete leidingen kunnen er zelfs verstopt door raken.*



*De combinatie van kalk, roest, vuil en bacteriën is uiteraard niet ideaal voor de werking van pneumatische systemen en zeker niet binnen de food- en farma-industrie, waar dit regelrecht kan leiden tot product afkeur en productiestilstand.*

**H**oe en hoeveel vocht in persluchtsystemen ontstaat, hoe je dit kunt voorkomen en hoe je het vochtgehalte meet/bewaakt, staat centraal in dit in twee delen gepubliceerde artikel. Het kwam tot stand in samenwerking met Compressed Air Challenge Instructeur Frank Moskowitz en Pascal van Putten, CEO van VPInstruments uit Delft.

## Vuil- en waterdeeltjes

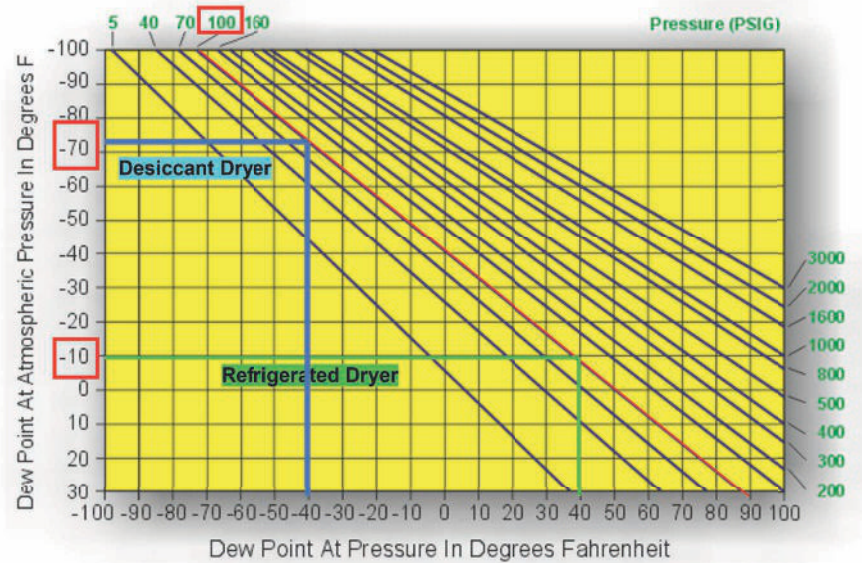
Perslucht kan door verschillende oorzaken verontreinigd raken. In de door compressoren aangezogen omgevingslucht zitten om te beginnen stof-, water- en vuildeeltjes, maar ook bacteriën. Veel daarvan passeren zonder problemen de inlaatfilters en komen zo onbelemmerd in het persluchtsysteem terecht. Daarnaast kunnen er zowel via het compressorblok als de omgeving oliedeeltjes en koolwaterstoffen in de perslucht terechtkomen. Schoon en droog is perslucht die een compressor produceert dus nooit. Vandaar dat er zowel voor als achter de compressor een compleet arsenaal aan filters, water/olie afscheiders en drogers wordt toegepast om perslucht met de gewenste kwaliteit te produceren.

In dit artikel focussen we ons op vocht dat in verschillende gedaanten (damp, water) altijd voorkomt in perslucht. Vochtige perslucht is een bron van veel problemen. Het kan in leidingen bevriezen en roestvorming en putcorrosie binnenin leidingen veroorzaken. Ook kan door vocht het voor veel componenten belangrijke smeermiddel worden weggespoeld wat resulteert in versnelde gereedschapslijtage en schade aan kleppen en cilinders. Het is in de praktijk geen uitzondering dat bedrijven maandelijks vijf- tot tienduizend euro extra kosten moeten maken voor het vervangen van gereedschappen als gevolg van waterschade. Vaak wordt dit echter niet opgemerkt, mede

omdat de aanschaf van nieuwe gereedschappen veelal op een andere kostenpost in de boekhouding terecht komt. Vocht is daarnaast bijvoorbeeld ook funest voor de kwaliteit van coatingprocessen en kan bij het verfspuiten in de automobiellindustrie resulteren in afkeur en hoge herstellkosten. Ook is vochtige lucht een dankbare voedingsbodem voor bacteriën wat met name in de food en farma industrieën kan leiden tot product afkeur en productiestilstand, met miljoenen euro's aan product- en productieverlies tot gevolg. Dauwpuntmetingen zijn in industriële omgevingen de enige manier om het vochtgehalte in perslucht te meten en corrosieschade en productafkeur door watervervuiling te voorkomen. Echter worden in veel bedrijven bij het persluchtsysteem slechts basisgrootheden gemeten zoals druk, flow en (opgenomen) vermogen. Zelden neemt men ook de zo belangrijke vierde meting erbij, namelijk die van het dauwpunt, terwijl deze juist heel veel problemen en kosten kan voorkomen.

### Vochtgehalte en dauwpunt

Het dauwpunt van een gas, lucht bijvoorbeeld, wordt uitgedrukt in graden Celcius en is een maatstaf voor de hoeveelheid waterdamp in het gas/de lucht. Daalt de temperatuur van het gas/de lucht tot onder het dauwpunt, dan gaat de waterdamp over in (condens) water. Bij perslucht spreken we over drukdauwpunt omdat we het hebben over het meten van de dauwpunttemperatuur van gassen bij een druk die hoger is dan de atmosferische druk. Veelal is dat een factor 6 à 8 hoger. Dit is belangrijk om te weten omdat door het veranderen van de druk van een gas ook de dauwpunttemperatuur verandert. In de tabel bij dit artikel is dat goed te zien. Des te lager de druk, des te lager is het dauwpunt. Dat blijkt ook uit het volgende voorbeeld, waarbij atmosferische lucht met een relatieve luchtvochtigheid van 30 tot 50% wordt gecomprimeerd naar een druk van 7 bar. Door die compressie raakt de zo ontstane perslucht 100% verzadigd. Dit betekent dat de actuele persluchttemperatuur (circa 10 graden boven de omgevingsdruk aan de uitlaat van de compressor) op dat moment het dauwpunt is. Bij iedere afkoeling zal het vocht in deze lucht onmiddellijk condenseren. Voor het berekenen van het dauwpunt wordt de dampdruk gemeten, welke waarde vervolgens wordt omgerekend naar liters per kubieke meter perslucht. We nemen als voorbeeld een compressor die bij 7 bar zo'n 2,8 m<sup>3</sup>/min aan perslucht produceert.



Bij een 40-urige werkweek is dat totaal 6.720 m<sup>3</sup>. Is de persluchttemperatuur achter de nakoeler bijvoorbeeld 27°C dan is de ongedroogde perslucht 100% verzadigd (druk-dauwpunt 27 °C). Door afkoeling naar een omgevingstemperatuur van 21°C ontstaat in de perslucht van dit voorbeeld al zo'n 6 liter condenswater per week. Is sprake van 24/7 productie, dan is dat per week zelfs meer dan 25 liter water.

*In deze tabel kan worden afgelezen wat het verschil in drukdauwpunt van gekoelde lucht is bij respectievelijk een druk van circa 7 bar (100 PSIG) en normale atmosferische druk.*

### Mechanische problemen

Veel vochtproblemen zijn te herleiden tot mechanische problemen. Een voorbeeld is het vollopen van een waterafscheider of een gecombineerde olie/waterafscheider na de compressor. Meestal is dit een systeem met een vlotterbal die de afvoer automatisch opent als het water boven een bepaald niveau komt. Maar niet zelden loopt de vlotter vast. Als dat niet wordt ontdekt door de technische dienst, stroomt water linea recta het persluchtsysteem in. Zit er een buffervat achter de compressor en staat daar geen droger voor, dan verzamelt condens en water zich voor een groot deel onderin dit vat. Wordt dit vocht niet geregeld afgetapt, dan leidt dit tot corrosie in zowel het buffervat als de systemen erachter. Ook kunnen er na verloop van tijd serieuze problemen ontstaan door kalkafzetting. Aanbevolen wordt dan ook om het buffervat minimaal 1x/dag af te tappen en vaker als sprake is van compressoren die in



*Normaal gesproken zit er achter de compressor een waterafscheider of een gecombineerde olie/waterafscheider. Vaak is dit een systeem met een vlotterbal die automatisch de afvoer opent als het water boven een bepaald niveau komt.*



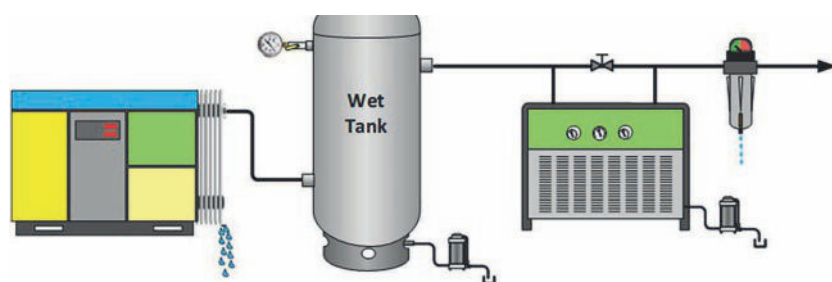
*Vaak gaat men ervan uit dat de vlotter van een waterafscheider altijd goed functioneert. Niet zelden loopt deze na verloop van tijd echter vast. Regelmatig controleren is dan ook vereist, anders stroomt water linea recta het persluchtsysteem in.*



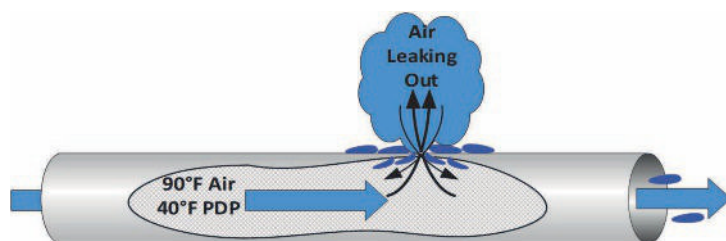
vollast draaien. Investeren in een vlotterafvoer, een timerafvoer of -nog beter- een elektronisch condens afvoersysteem, voorkomt problemen. Maar dan moeten die systemen wél geregeld op juiste werking worden gecontroleerd. Problemen met condensvocht kunnen behalve door vastzittende vlotterballen ook door dichtgeslibde koelementen van nakoelers en oliekoelers ontstaan. Door te weinig koeling wordt namelijk minder vocht afgescheiden bij de nakoeler waarmee er meer vocht in het systeem wordt gebracht. Zonder dauwpuntmeting kom je daar nooit achter en wereldwijd zijn er in de praktijk honderdduizenden en misschien wel miljoenen bedrijven waarbij water in het leidingsysteem wordt veroorzaakt door mechanische storingen.



Behalve klemmende vlotterballen zorgen dichtgeslibde radiatoren van nakoelers en oliekoelers ervoor dat de temperatuur van de perslucht stijgt waardoor er meer vocht in het systeem wordt gebracht



Een andere 'sluipmoordenaar' is het verschil tussen het drukdauwpunt (bijv. 10 °C) en een lagere omgevingstemperatuur van het leidingnet na de waterafscheider en koeldroger (bijvoorbeeld 4,5 °C). Die 5,5 graad daling in temperatuur betekent dat er iedere week 23 liter vocht extra in het systeem terecht komt.



Via een leidinglek stroomt droge lucht met een hoge druk in de atmosfeer. Daardoor condenseert het vocht in de lucht dat via het lek terug de leiding in wil richting drogere lucht.

### Perslucht koelen

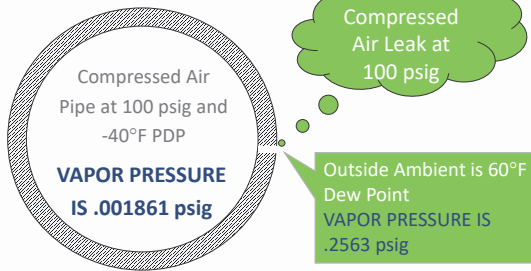
Een andere 'sluipmoordenaar' is onwetendheid rond de werking van koeldrogers in relatie tot de omgevingstemperatuur. Want als de koeldroger na de (natte) buffertank de lucht koelt naar een drukdauwpunt van (in werkelijkheid) 10 °C en (bijvoorbeeld in de winter en op koele avonden) daalt de omgevingstemperatuur van het leidingnet naar 4,5 °C, dan wordt daar vaak geen aandacht aan besteed. Maar als we dan gaan rekenen ontstaat er door die 5,5 graad daling in temperatuur in een week tijd (40 uur) zo'n 5,5 liter aan condenswater in het leidingsysteem. Bij 24/7 praten we dan zelfs over 23 liter per week, alleen omdat de omgevingstemperatuur ten opzichte van het drukdauwpunt 5,5 °C daalt. Met dauwpuntmeting achter de koeler kun je dit ontdekken en zo nodig maatregelen treffen. Veel bedrijven hebben overigens genoeg aan een koeldroger, maar daarbij zal men dus ook rekening moeten houden met de gemiddelde omgevingstemperatuur. Is in specifieke gevallen, bijvoorbeeld in de food- of farmasector of in de semiconductor industrie, zeer droge lucht vereist, dan is er behoefte aan een lager drukdauwpunt (-20 °C tot -70 °C), waarvoor adsorptiedrogers de meest geëigende oplossing zijn.

### Leidingproblemen

Veel bedrijven gaan er na het installeren van waterafscidders en persluchtdrogers vanuit dat het met het drukdauwpunt wel goed zit en dat het systeem gevrijwaard is van (condens)water. Als alles in het systeem goed is uitgerekend, goed werkt en het leidingsysteem lekt niet, dan zou dit een reële aanname kunnen zijn. Maar vaak werkt niet alles optimaal en een leidingsysteem is in feite nooit 100% dicht. Bovendien hebben we te maken met de fysische eigenschappen van water(damp). Dit zal zich namelijk altijd verplaatsen van een plek met een hoge naar een plek met een lage relatieve luchtvochtigheid, ongeacht de richting van de luchtstroom. Dat betekent dat bijvoorbeeld via een lek in de persluchtleiding vocht in het systeem kan komen. Perslucht die door een leidinglek naar buiten stroomt expandeert snel, waardoor warmte uit de omgeving wordt onttrokken en de leiding ter plaatse wordt gekoeld. Daardoor ontstaat condenswater op de leiding dat zich via het lek een weg zoekt naar de drogere lucht in de leiding. Dit heeft een negatief effect op het drukdauwpunt terwijl het vocht zich snel verder in het systeem zal verplaatsen om uiteindelijk in componenten en processen terecht te komen. Uiteindelijk zal al het vocht zich ergens gaan verzamelen. Dit gebeurt meestal op het laagste punt in de installatie omdat water nu eenmaal onderhevig is aan zwaartekracht. Denk hierbij dus aan het laagste punt in het leidingnetwerk of onderin buffervaten. Een andere belangrijke van invloed zijnde factor is de leidingdiameter. Des te kleiner de diameter, des te hoger is de snelheid waarmee perslucht door de leiding stroomt. Bevat deze lucht vocht, dan is de kans groot dat deze vanwege de hoge luchtsnelheid langs waterafscidders en zelfs door filters wordt geblazen en zo tot ver in het leidingnet

## Deterioration of dew point through leaks

Ficks law



Vapor Pressure Differential

Ratio (VPDR) for -40°F is  $.2563 / .001861 = 138$

**Moisture Driving Force Into Compressed Air is 138 Times!**  
**At a -100°F VPDR it would be 11,192!**

- Water & air will always seek to reach equilibrium.
- Any dryer will create an unstable gas that will aggressively seek water vapor.
- If entire compressed air supply is dried to -20 F or below, piping must be completely free leaks, or dewpoint will degrade.
- Maintaining such a dry air condition would involve welding every connection throughout the entire pipeline.

*Bij lekkage van zeer droge perslucht met een drukdauwpunt van -70 °C is de dampdruk van de lucht buiten de leiding ongeveer 11.000 keer hoger dan de dampdruk in de leiding. Van buitenaf komt daardoor heel snel vocht in het persluchtnet terecht.*

wordt verspreid. Gebruik van grotere leidingdiameters brengt meer rust in het systeem en zorgt voor een grotere effectiviteit van waterafscidders en filters.

### Evenwicht

Belangrijk gegeven is ook dat elke droger een onstabiel gas creëert dat zo snel mogelijk water wil opnemen om een equilibrium te vormen (wetten van Fick). Bijvoorbeeld bij perslucht met een drukdauwpunt van -40 °C en een druk van 7 bar, bedraagt de dampdruk in de leiding 0,00013 bar. Buiten de leiding is het dauwpunt van de (atmosferische) lucht bijvoorbeeld 16 °C met een dampdruk van 0,018 bar. De dampdruk buiten de leiding is in deze situatie dus 138 keer zo hoog als in de leiding. Dat betekent dat, in het streven om een evenwicht te vormen, vocht via een gat in de leiding in de perslucht terecht zal komen. Komt de perslucht uit een adsorptiedroger met een drukdauwpunt -70 °C, dan is de dampdruk buiten de leiding zelfs zo'n 11.000 keer hoger dan de dampdruk in de leiding. Van buitenaf komt zo dus nog veel en veel sneller vocht in het persluchtnet terecht. Wil men dit voorkomen in systemen met een zeer laag drukdauwpunt, dan zal men alle verbindingen in het leidingnet volledig gasdicht moeten maken door bijvoorbeeld alle leidingen integraal aan elkaar te lassen. In veel gevallen gebeurt dit echter niet, want veelal wordt gebruikgemaakt van knelfittingen, wat betekent dat men moet accepteren dat persluchtleidingen nooit hermetisch dicht zijn. Van buitenaf komt via lekken dus altijd vocht in het persluchtsysteem terecht.

### Onderhoud en monitoring

Wil men vochtproblemen voorkomen, zorg er dan allereerst voor dat mechanische problemen hier nooit de oorzaak van zijn. Mechanisch falen is door periodiek onderhoud immers goed te voorkomen. Controleer waterafscidders geregeld op juiste werking en tap buffertanks en filterhuizen geregeld af. Selecteer ook de juiste droger die voor de betreffende toepassing het benodigde drukdauwpunt realiseert. Niet meer, niet minder. Vaak kiest men 'uit veiligheid' een te droge lucht. Bedenk echter dat droge lucht ook

**“Belangrijk gegeven is ook dat elke droger een onstabiel gas creëert dat zo snel mogelijk water wil opnemen om een equilibrium te vormen”**

meer vocht aantrekt en in veel gevallen meer kost dan het oplevert. Spoor lekkages in het leidingnet ook periodiek op en verhelp ze. Zorg er tot slot voor dat dauwpunt gemonitord wordt. Bij zeer droge lucht wordt bovendien aangeraden dauwpunt niet alleen te meten in de persluchtruimte, bijvoorbeeld na de droger, maar ook op machineniveau. In deel 2 van dit artikel, dat in de volgende uitgave van Process Control wordt gepubliceerd, zal gedetailleerd worden behandeld waarmee en hoe het dauwpunt en andere belangrijke grootheden in persluchtinstallaties gemeen/gemonitord kunnen worden. Ook komt aan de orde wat de beste plekken zijn om deze metingen uit te voeren en hoe hiermee de basis kan worden gelegd voor een state-of-the-art persluchtinstallatie met optimale technische en economische eigenschappen. [www.vpinstruments.com](http://www.vpinstruments.com)

*Met dauwpuntmetingen kunnen problemen worden voorkomen en kosten worden bespaard. Hoe dauwpuntmeters werken en waar deze geplaatst moeten worden staat centraal in deel 2 van dit artikel dat in de volgende uitgave van Process Control wordt gepubliceerd.*

