

# Perslucht en groei van micro-organismen

*Tony Beeckmans*

*Segment Mgr. Food & Beverage - Pharma*

---

Klanten en gebruikers van perslucht, zeker in geval van meer kritische toepassingen, zijn gewoonlijk het beste in staat om de vereiste kwaliteit en zuiverheid van voorzieningen zoals perslucht te specificeren. Zij zijn derhalve verantwoordelijk voor het verstrekken van de juiste specificaties van persluchtapparatuur aan de leverancier. De leverancier is op zijn beurt verantwoordelijk voor het leveren van apparatuur die voldoet aan de vereiste zuiverheid.

Bij hygiënekritische toepassingen zoals voedingsmiddelen en drank wordt vaak een drukdauwpunt (PDP) voor perslucht van  $-40\text{ °F/°C}$  opgegeven.

Men moet begrijpen dat de energiebehoefte voor het bereiken van lage dauwpunten in een persluchtinstallatie een aanzienlijk deel van de totale energiekosten kan uitmaken. In principe geldt: hoe lager het vereiste dauwpunt, hoe hoger de energiebehoefte.

Om energie te besparen in installaties, is onderzocht waarom voor hygiënekritische toepassingen zeer vaak een PDP van  $-40\text{ °F/°C}$ , ook wel Klasse 2 volgens ISO 8573-1 genoemd, wordt gespecificeerd. Levensmiddelenbedrijven gebruiken bijvoorbeeld perslucht met zowel direct als indirect contact.

Bij processen met lucht met direct contact wordt de perslucht gebruikt als deel van het product zelf, en/of het productieproces, inclusief verpakking en transport bij veilige voedselproductie. Bij processen met contactloze lucht, waarbij perslucht niet rechtstreeks in contact komt met het voedselproduct, kan het echter vrijkomen in de lokale atmosfeer bij de voedselbereiding, -verwerking of -opslag. De scheiding is niet altijd duidelijk.

Bij hygiënegevoelige toepassingen zoals in de levensmiddelen- en drankenindustrie, wordt geprobeerd het risico van groei van micro-organismen in het eindproduct te verkleinen en daarom ook potentiële bronnen van verontreiniging door voorzieningen zoals perslucht, te elimineren. Levensmiddelenbedrijven zijn tegenwoordig terecht bezorgd over voedselveiligheid

## Theorie van groei van micro-organismen en praktisch gebruik van perslucht

Literatuur die de mechanismen van groei van micro-organismen en schimmels beschrijft, stelt:

*Om de groei van micro-organismen te ondersteunen, is het noodzakelijk om voorwaarden te scheppen die de reproductie van organisme mogelijk maken. Alle micro-organismen hebben het volgende nodig om levensvatbaar te blijven en op kweek te groeien:*

- 1) *Voedingsstoffen*
- 2) *Juiste zuurgraad*
- 3) *Juiste temperatuur*
- 4) *Gassen*
- 5) *Vocht*

1) 2) en 4) worden in principe niet beïnvloed door het luchtcompressieproces, mits een olievrije compressor met nakoeler wordt gebruikt.

3) en 5) kunnen worden gekoppeld aan, of worden beïnvloed door, het samenpersen van atmosferische lucht.

### 3) Juiste temperatuur

Mesofiele bacteriën en schimmels hebben een optimale groei bij temperaturen tussen  $25\text{ °C}/77\text{ °F}$  en  $40\text{ °C}/104\text{ °F}$ . Thermofiele, of warmteminnende, micro-organismen groeien bij een temperatuur van meer dan  $45\text{ °C}/113\text{ °F}$  tot ongeveer  $90\text{ °C}/194\text{ °F}$ . Warmte is dodelijk voor micro-organismen, maar elke soort

heeft zijn eigen warmtetolerantie. Tijdens een thermisch vernietigingsproces, zoals pasteurisatie, is de mate van vernietiging logaritmisch, evenals de groeisnelheid. Zo worden bacteriën die aan warmte worden blootgesteld, gedood in een mate die evenredig is aan het aantal aanwezige organismen. Het proces is afhankelijk van zowel de blootstellingstemperatuur als de tijd die bij deze temperatuur nodig is om de gewenste mate van vernietiging te bereiken. De hoge temperatuur in olievrije compressie-elementen ( $>180\text{ °C}/356\text{ °F}$ ) is hoog genoeg om de aanwezige micro-organismen aanzienlijk te verminderen. De tijd dat de lucht deze hoge temperatuur in de compressoronderdelen heeft is echter te kort om als sterilisatie te worden beschouwd.

Een afnemende temperatuur, met name onder  $18\text{ °C}/64\text{ °F}$ , vermindert daarentegen ook de groeiactiviteit. Activiteiten van micro-organismen komen nagenoeg tot stilstand rond het vriespunt van water. Onderzoeken hebben aangetoond dat de groei van micro-organismen (schimmels en bacteriën) ook als tot stilstand gekomen wordt beschouwd wanneer de temperatuur lager is dan  $-10\text{ °C}/14\text{ °F}$  tot  $-18\text{ °C}/0\text{ °F}$ , afhankelijk van het organisme. *(ref. 1)*

### 5) Vocht

Het hangt af van het specifieke type fungus of bacterie hoeveel water (damp) ze nodig hebben voor reproductie of groei, maar ze hebben allemaal een bepaalde vorm van water nodig om te reproduceren. Voor de meerderheid is een RV van 75% of meer vereist.

Sommige kunnen overleven en zich vermenigvuldigen bij  $> 50\%$  RV. Onder deze relatieve vochtigheid, of  $a_w < 0,5$  *(Ref. 2 wateractiviteit)*, is er gewoonlijk geen microbiële proliferatie.

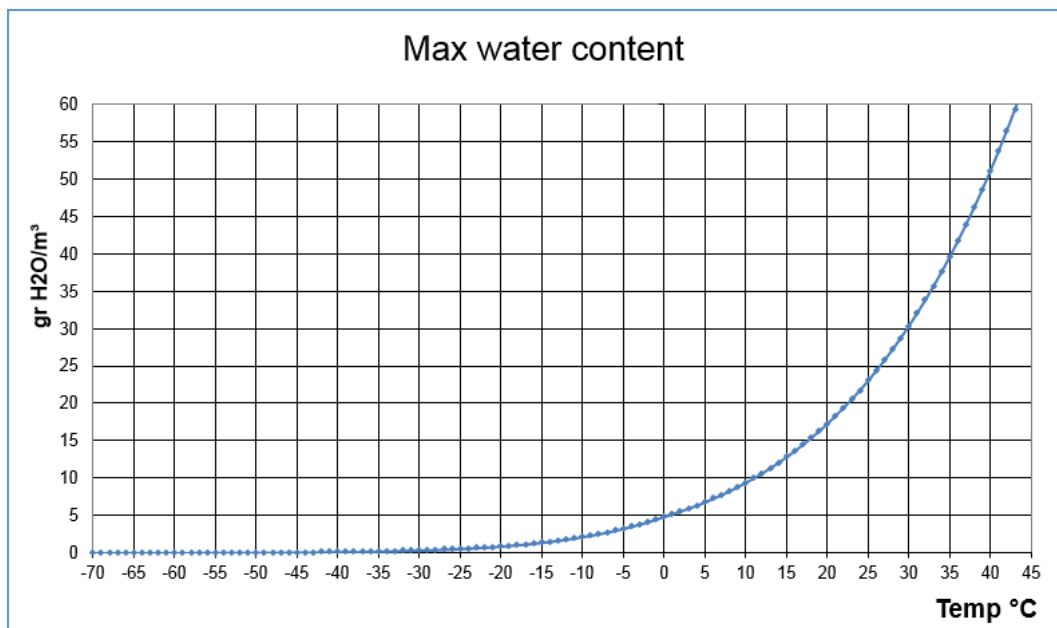
Met andere woorden, afnemende temperaturen en vocht, of relatieve vochtigheid, verminderen beide de kans om een levensvatbare atmosfeer voor micro-organismen te creëren.

### Definitie van dauwpunt

De dauwpunttemperatuur of het dauwpunt is de temperatuur waarbij een bepaalde concentratie waterdamp in de lucht dauw vormt of, met andere woorden, de temperatuur tot waar de lucht moet worden gekoeld om verzadiging te bereiken. Het is een maat voor vocht in de lucht.

Een dauwpunt wordt uitgedrukt als een temperatuur op de schaal  $\text{°C}$  of  $\text{°F}$  en kan ook worden gezien als het maximale watergehalte, in gr. of oz., voor een standaard hoeveelheid lucht bij die specifieke temperatuur.

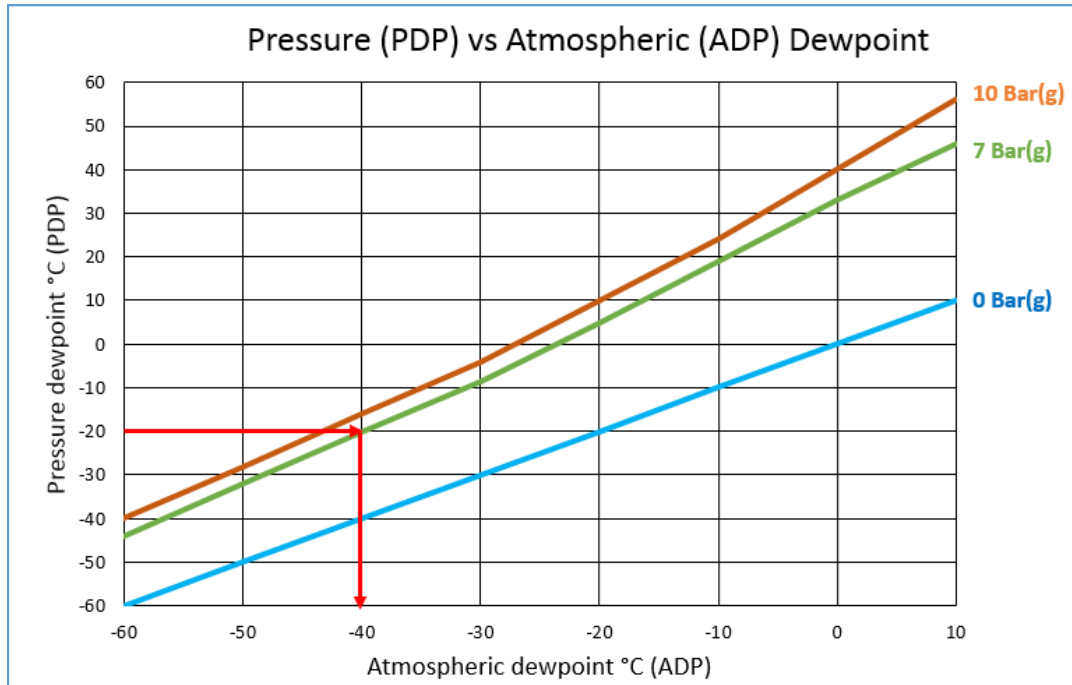
Het verschil tussen  $-40\text{ °C}/-40\text{ °F}$  en  $-20\text{ °C}/-4\text{ °F}$  kan aanzienlijk lijken op de temperatuurschaal, maar het absolute verschil in watergehalte in gr. of oz. is marginaal.



Er moet rekening mee worden gehouden dat bij het specificeren van perslucht, het PDP of drukdauwpunt zeer vaak gespecificeerd wordt. Dit betekent het maximale watergehalte in de perslucht, onder druk. Als de lucht na het uitzetten in contact komt met het product, wat meestal het geval is, zal het dauwpunt of watergehalte aanzienlijk lager zijn.

De huidige vochtigheid wordt verminderd met een factor:  $P(\text{absoluut}) / P(\text{atmosfeer})$ . (zie grafiek G1). In dit geval is het ADP (atmosferische dauwpunt) relevanter.

**Grafiek G1**



Voorbeeld: -20 °C/-4 °F PDP bij 7 barg/102 psig is gelijk aan -41 °C/-42 °F ADP

### Dauwpunt en relatie tot relatieve vochtigheid

Rekening houdend met 2 situaties:

1) Omgevingstemperatuur +20 °C/68 °F met een relatieve vochtigheid van 70%.

De atmosferische inlaatlucht heeft een watergehalte van 12 grH<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>.

De leidingdruk na de compressor en de droger is 7 bar(g) bij een PDP van -20 °C/-4 °F bij omgevingstemperatuur.

In dit geval is de relatieve vochtigheid van de perslucht in de leiding 5,1% met een watergehalte van 0,9 grH<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>. Na het uitzetten is de RV (ADP) slechts 0,64% met 0,11 grH<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>

2) Omgevingstemperatuur van -15 °C/5 °F, RV van 85% en perslucht met een drukdauwpunt van -30 °C/-22 °F.

De omgevingsinlaatlucht heeft een watergehalte van 1,18 gr/m<sup>3</sup>. In de perslucht na de droger bedraagt het watergehalte 0,34 gr/m<sup>3</sup> met een RV van 24%.

Omdat de omgevingstemperatuur ver onder het vriespunt van water ligt, is er dus geen vrij water en is de temperatuur ook te laag om de groei van de organismen te beïnvloeden.

Wanneer de omgevingstemperatuur stijgt, kunnen organismen in sommige gevallen de activiteit hervatten. Echter, als de temperatuur stijgt, daalt de relatieve luchtvochtigheid in het persluchtnet en blijft deze ver onder de levensvatbare atmosferische omstandigheden van RV<40%.

## Energiezuinige oplossingen voor persluchtdroging

Voor lage dauwpunteisen kunnen verschillende technologieën worden gebruikt, zoals heatless adsorptiedrogers met een dubbele toren, warmteregenererende drogers met blower, compressiewarmte van een dubbele toren, compressiewarmte van een roterende trommel, koeldrogers, enz.

Sommige droogtechnologieën, ontworpen voor het bereiken van een vast en zeer laag dauwpunt, kunnen 10 tot 20% van het aangesloten compressorvermogen verbruiken.

De jaarlijkse energiekosten voor deze droogtechnologieën kunnen oplopen tot € 13.000,- per 100 kW geïnstalleerd compressorvermogen.

Een relatieve vochtigheid van maximaal 10 tot 20% is in de meeste gevallen laag genoeg voor een atmosfeer waarin het vermogen om te groeien en het vormen van een populatie organismen wordt vermeden.

Het gebruik van relatieve vochtigheid in de persluchtspecificatie in plaats van PDP op de temperatuurschaal kan bijdragen aan een hygiënisch veilige en energiezuinige installatie.

## Conclusie:

Bij het specificeren van een drukdauwpunt moet de norm met kennis en de juiste motivatie zorgvuldig worden bepaald.

Uitgaande van ISO 8573 is PDP klasse 4, 3 of 2 acceptabel, maar zijn de stappen tussen respectievelijk +3 °C, -20 °C en -40 °C groot, zeker gezien de energiebehoefte om bepaalde dauwpunten te bereiken. Het werkelijke watergehalte, dat de doorslaggevende factor zou moeten zijn, is voor temperaturen onder het vriespunt redelijk stabiel.

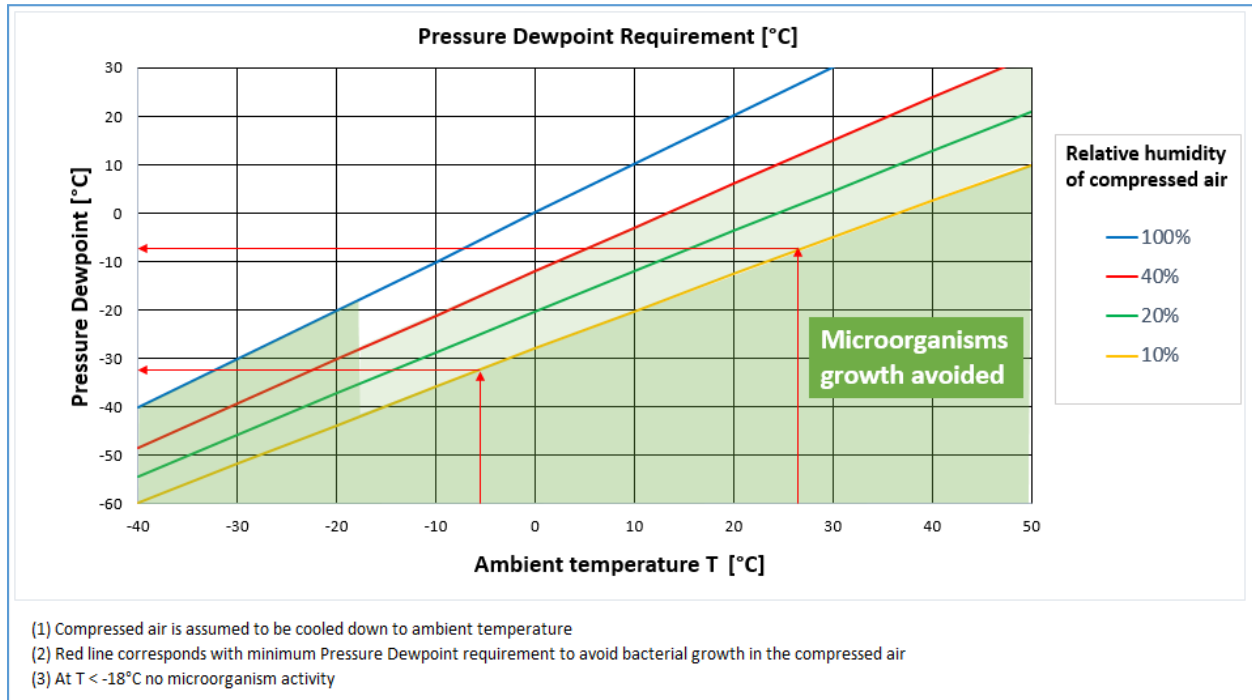
Er kunnen aanzienlijke energiebesparingen worden gerealiseerd, wanneer het juiste dauwpunt binnen de beschikbare droogtechnologieën wordt geselecteerd, zonder dat de voedselveiligheid in gevaar komt of een hygiënisch gevaarlijke situatie ontstaat.

Micro-organismen hebben water nodig om te groeien in voedselproducten. De beheersing van het vochtgehalte in voedingsmiddelen is een van de oudste toegepaste bewaarmethoden. Levensmiddelenmicrobiologen beschrijven de watervereisten van micro-organismen in termen van de wateractiviteit (*aw*) van het voedsel of de omgeving. (Ref. 3)

Het is belangrijk onderscheid te maken tussen bacteriën en schimmels. Voor bacteriën is een minimale *aw* van 0,75 (RV 75%) algemeen acceptabel (*Staphylococcus aureus*). Voor schimmels wordt een minimale *aw* van 0,6 (RV 60%) beschouwd als een veilige limiet (*Xeromyces*) (Ref. 4).

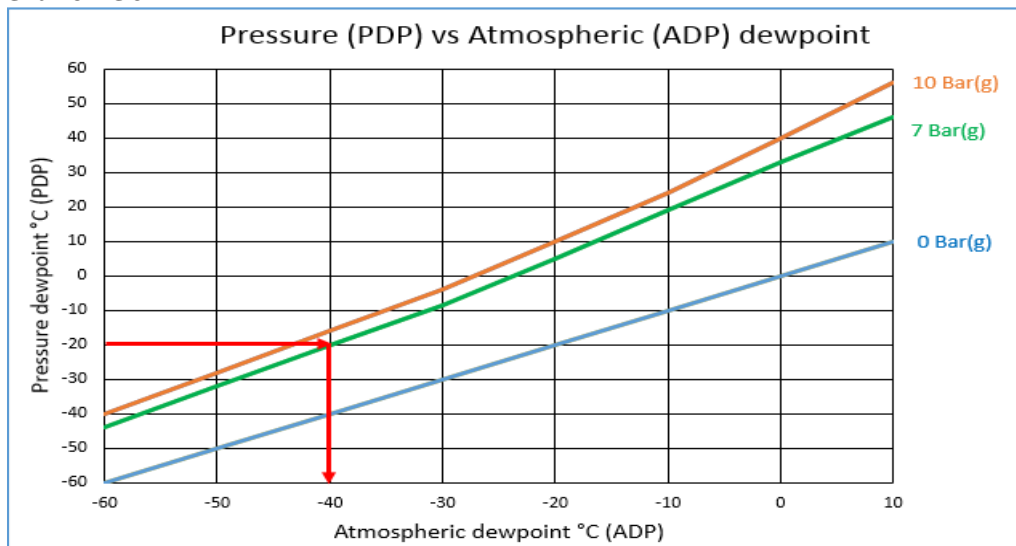
Een specificatie van PDP  $RV \leq 10\%$  of zelfs  $\leq 20\%$  kan daarom worden beschouwd als veilig op het gebied van voedsel en hygiëne. Op basis van de onderstaande grafiek (G2) kan het vereiste dauwpunt voor het realiseren van een specifieke *aw* (RV) in de perslucht bij een bepaalde omgevingstemperatuur worden berekend.

Grafiek G2



Voor het berekenen van het bijbehorende atmosferische dauwpunt (ADP) vanuit een drukdauwpunt (PDP) of omgekeerd, kan de onderstaande grafiek (G3) worden gebruikt.

Grafiek G3



#### Referenties

- 1) *The microbiological safety and quality of food*, Barbara M. Lund, A.C. Baird, Grahame W. Gould
- 2) *Wateractiviteit of aw is de partiële dampdruk van water in een stof gedeeld door de partiële dampdruk van water in de standaardtoestand. Op het gebied van voedingsmiddelenwetenschap wordt de standaardtoestand meestal gedefinieerd als de partiële dampdruk van zuiver water bij dezelfde temperatuur. Met deze specifieke definitie heeft puur gedistilleerd water een wateractiviteit van precies één. Naarmate de temperatuur stijgt, neemt de aw gewoonlijk toe, behalve in sommige producten met kristallijn zout of suiker. Substanties met een hogere aw ondersteunen vaak meer micro-organismen. Bacteriën vereisen doorgaans minimaal 0,91 en schimmels minimaal 0,7* Rockland, L.B.; Beuchat, L.R. (1987). *Water Activity: Theory and Applications to Food* (2e ed.). New York: Marcel Dekker.
- 3) *Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods - hoofdstuk 3*. FDA <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/094145.htm>
- 4) Prof. Zwietering in antwoord op de NEN Expertgroep medische gassen 2014