

# Ventilatie en koeling in de zomerperiode

*Ing. H.H. Ellen, onderzoeker bedrijfsuitrusting en klimaat*

**Na twee zomers met hoge buitentemperaturen over lange(re) periodes is er veel aandacht voor koelinstallaties in de vleeskuikensector. Deze installaties maken gebruik van het koelende effect van het verdampen van water door het water te vernevelen in de stal. In dit artikel wordt ingegaan op de mogelijkheden van deze apparatuur, de voor- en nadelen en de aandachtspunten bij gebruik. Voor een goed inzicht in het gebruik is ook informatie opgenomen over theoretische achtergronden van het verdampen van water in lucht.**

## Eerst ventileren

Bij hoge temperaturen in de zomerperiode bestaat de schade op een pluimveebedrijf niet alleen uit de extra uitval. De schade begint al doordat de dieren minder voer opnemen en daardoor minder groeien. Om deze problemen te beperken moeten op tijd maatregelen worden genomen, in de vorm van:

- Een lagere bezetting
- De voersamenstelling aanpassen
- 'sNachts voeren
- Koel drinkwater geven

Het belangrijkste is dat de overtollige warmteproductie van de dieren wordt afgevoerd. Kippen en kalkoenen geven de warmte voornamelijk af via verdamping van vocht in de ademhalingslucht. Om verzadiging met vocht en/of warmte van de lucht in de directe omgeving van het dier te voorkomen moet deze dus zo snel mogelijk worden verwijderd. Hiervoor moet het ventilatiesysteem optimaal functioneren. Eventueel moeten hulpmiddelen worden ingezet (steunventilatoren, circulatieventilatoren). De meest effectieve methode is een gerichte luchtstroom op de dieren. Deze luchtstroom zorgt niet alleen voor voldoende verversing van de lucht, maar ook voor een koelend effect (figuur 1).

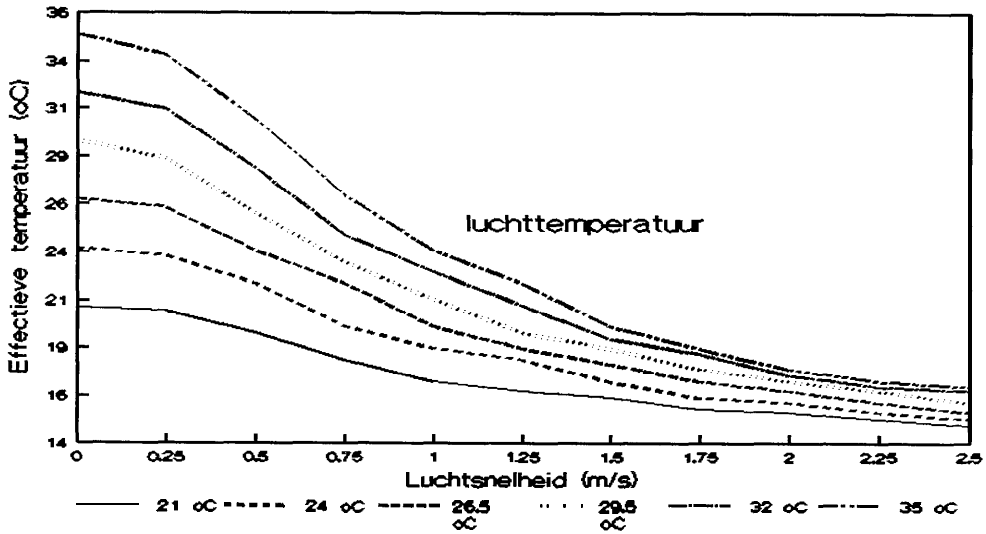
De lijnen in de figuur geven de omgevingstemperatuur aan. Door vanuit de luchtsnelheid te gaan naar de lijn van de omgevings-temperatuur kan de temperatuur die de dieren voelen worden opgezocht. Bijvoorbeeld: de omgevingstemperatuur is 30°C en de luchtsnelheid 0,5m/s. De temperatuur die de dieren 'voelen' is dan  $\pm 26,5^\circ\text{C}$ . Een koelend effect van 3,5°C.

Praktische methodes om een gerichte luchtstroom bij de dieren te bereiken zijn onder andere de zomerklep, inlaatventielen met gebogen klep, steunventilatoren in de luchtinlaatopening bij natuurlijke ventilatie en circulatieventilatoren.

## Koelen

Gerichte luchtstromen kunnen ervoor zorgen dat de dieren voldoende hun warmte kwijt kunnen, en daardoor de hoge temperatuur overleven. Door de hoge temperatuur echter nemen de dieren weinig voer op met als gevolg een groeistilstand. Om dit te voorkomen moet de staltemperatuur niet te hoog oplopen. Dit kan alleen door te koelen.

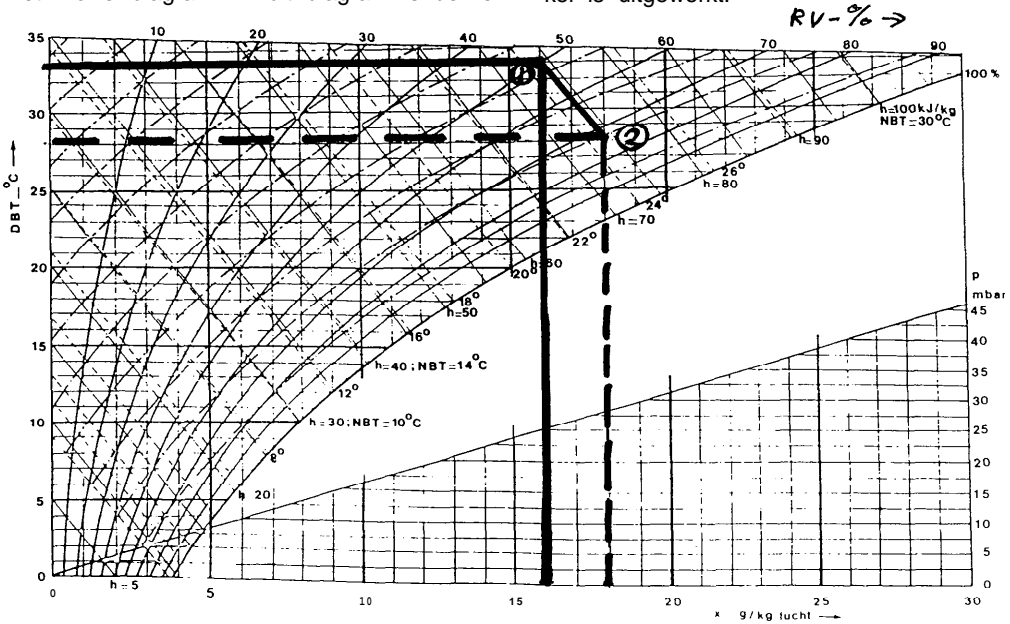
Afkoelen van lucht kan op twee manieren: door de lucht langs een koud oppervlak te laten stromen, of door water in de lucht te verdampen. Bij het koelen door water te vernevelen in de stal wordt deze laatste me-



Figuur 1: koelende werking luchtsnelheid (bron: Poultty Int. mei '91).

thode toegepast. Hierbij spelen de temperatuur, luchtvochtigheid en de warmte-inhoud van lucht een belangrijke rol. Deze drie *grootheden* zijn onder andere opgenomen in het Mollier-diagram. In dit diagram is de re-

latie vastgelegd tussen diverse *grootheden* die van belang zijn bij luchtbehandeling. In figuur 2 is een Mollier-diagram weergegeven, met daarin het voorbeeld dat in dit artikel is uitgewerkt.



Figuur 2: Mollier h x diagram voor vochtige lucht.

De hoeveelheid vocht die lucht kan bevatten is afhankelijk van de temperatuur. Hoe hoger de temperatuur, hoe meer vocht opgenomen kan worden. Meestal is niet de maximale hoeveelheid vocht opgenomen, maar slechts een gedeelte. De in de lucht aanwezige hoeveelheid vocht wordt uitgedrukt in de Relatieve Vochtigheid (RV). De hoeveelheid vocht in de lucht (in de vorm van waterdamp) en de temperatuur bepalen samen de warmte-inhoud van de lucht. Als er geen energie wordt toe- of afgevoerd, blijft de energie-inhoud constant. Hiervan wordt gebruik gemaakt bij het afkoelen van lucht door er water in te vernevelen.

Door te zorgen voor kleine waterdruppels zal het water snel verdampen. Voor verdamping is veel energie nodig, meer dan voor het in temperatuur laten stijgen van het water. Omdat geen extra energie wordt toegevoerd, zal de benodigde energie komen uit de omringende lucht, met als gevolg dat deze in temperatuur zal dalen.

*Voorbeeld* (zie ook figuur 2): in lucht met een temperatuur van 33°C en een RV van 50% (situatie 1) wordt 2 gram water/kg verneveld. In de uitgangssituatie is 16 g water/kg lucht aanwezig, en is de energie-inhoud circa 74 kJ/kg. Dit wordt verhoogd tot 18 g/kg. De energie-inhoud van de lucht blijft hierbij circa 74 kJ/kg. Het resultaat is dat de lucht wordt afgekoeld tot een temperatuur van 28°C en de RV stijgt naar 73% (situatie 2). Bij 30°C, onder Nederlandse omstandigheden, weegt 1 m<sup>3</sup> lucht 1,16 kg.

### Voorwaarden

Om voldoende gebruik te kunnen maken van dit koelend effect, en om problemen te voorkomen, moet men met een aantal aspecten rekening houden:

- Voldoende verdamping

Alleen als alle ingebrachte water verdampt, wordt de maximale koelcapaciteit benut (in bovenstaand voorbeeld de 5°C). Of alle water verdampt hangt onder andere af van de druppelgrootte. Bij 'grote' waterdruppels bij eenzelfde hoeveelheid water, is het totale oppervlak van de deeltjes kleiner. Hierdoor verdampt het water minder gemakkelijk. Gevolg kan zijn dat niet alle druppels volledig verdampen en er natte plekken ontstaan. Ook de RV van de lucht heeft invloed op de mate van verdamping.

- Verdeling door de ruimte

De koeling treedt in principe alleen daar op waar het water verdampt. Door te zorgen voor luchtbeweging kunnen zowel het water als de afgekoelde lucht worden verspreid. Ook verversing van de lucht op de plaats van verneveling voorkomt het verzadigd raken van de lucht met water, met als gevolg condensvorming (natte plekken).

Luchtbeweging is natuurlijk aanwezig bij de luchtinlaat als er wordt geventileerd. Ze kan ook worden gecreëerd met circulatieventilatoren. In beide gevallen moet de luchtstroom niet naar beneden worden gericht. De kans op het neerslaan van de druppels op de vloer is anders te groot.

- (Maximale) vochtgehalte van de lucht  
Als de lucht veel vocht bevat, is het moeilijker om water te laten verdampen. Ook de hoeveelheid water die nog kan worden opgenomen is kleiner. Als de lucht in het voorbeeld een RV van circa 75% heeft, kan er geen 2 g/kg water meer bij.

### Grenswaarden

Met het vernevelen van water en het daardoor afkoelen van de binnenkomende lucht kan de staltemperatuur op een bepaalde waarde worden gehouden. Welke tempera-

tuur is afhankelijk van de hiervoor genoemde voorwaarden, en de uitvoering van het vernevelsysteem (onder andere de hoeveelheid water die wordt verneveld).

Door het vernevelen stijgt de RV. Tot welke maximale waarde de RV mag stijgen bij welke temperatuur is op dit moment niet exact bekend. Juist bij de combinatie van een hoge temperatuur en een hoge RV hebben de dieren meer moeite om hun warmte kwijt te raken via de verdamping (zie ook hiervoor bij vochtgehalte van de lucht). Als bij een hoge RV nog meer water in de lucht wordt gebracht, is de kans op extra uitval juist groter. In de praktijk worden waarden aangehouden van circa 28°C staltemperatuur en een maximale RV van 75%. Een andere vuistregel die wordt toegepast is de som van de temperatuur en de RV samen. Deze zou niet hoger mogen worden dan 100. In tabel 1 staan waarden die in Frankrijk worden geadviseerd.

**Tabel 1: geadviseerde maximale RV bij bepaalde staltemperatuur.**

Staltemperatuur (°C)	Relatieve luchtvochtigheid (%)
36	50
34	57
32	63
30	70
28	74
26	75 - 78

Een speciale situatie is die bij een naderende onweersbui. Bij een gelijk blijvende temperatuur stijgt de RV buiten snel. Als op zo'n moment de koeling uitgezet wordt zal de temperatuur in de stal snel stijgen terwijl de

RV niet zal dalen. Dat dan de kans op extra uitval groter is, zal duidelijk zijn.

## Systemen

Op dit moment worden diverse merken vernevelaars aangeboden. Er zijn twee hoofdsystemen: vernevelaars gecombineerd met een circulatieventilator en vernevelaars die in de binnenkomende lucht worden geplaatst. Binnen beide systemen zijn veel verschillen in uitvoering tussen de diverse merken. Belangrijke onderdelen daarbij zijn onder andere:

- **Waterdruk**  
Deze varieert van 3 tot 120 bar. Ook is er een systeem dat het water verneveld met luchtondersteuning.
- **Druppelgrootte**  
Hoe kleiner de druppel, hoe groter het totale verdampend oppervlak per liter water. Er zijn systemen met druppels kleiner dan 10 µm (micron), maar ook van 30 - 50 µm. Belangrijk is of dit de gemiddelde of de maximale druppelgrootte is. De druppelgrootte wordt beïnvloed door de druk in het systeem en het type nozzel.
- **Watercapaciteit**  
De hoeveelheid water die de nozzels in de lucht kunnen brengen bepaalt mede de snelheid van afkoelen, maar ook de maximale koelcapaciteit. De capaciteit van de pomp moet zijn afgestemd op de capaciteit van alle nozzels samen.

Bovengenoemde onderdelen bepalen samen de koelcapaciteit van een installatie. In advertenties en brochures wordt deze aangegeven in een aantal °C (bijv. 5 - 8°C). Belangrijk is daarbij of dit is ten opzichte van de staltemperatuur, of ten opzichte van de buitentemperatuur.

Ook zijn er verschillen die met name de prijs van een systeem bepalen. Dit zijn onder

andere:

- Materialen

De leidingen van de systemen bestaan uit kunststof, koper, rvs of hogedrukslangen. De keuze van het materiaal is afhankelijk van het eventueel gebruiken van (agressieve) toevoegmiddelen. Het materiaal bepaalt welke druk kan worden toegepast. Voor de nozzels is het wel of niet aanwezig zijn van een terugslagklep belangrijk. Deze klep voorkomt het voor- en nadruppelen, omdat de nozzel wordt afgesloten beneden een bepaalde waterdruk. Zijn er geen terugslagkleppen aanwezig, dan moeten de openingen van de nozzel altijd boven de leiding uitkomen.

- Regeling

De systemen zijn voorzien van een eigen regelkast. Aansluiting van deze kast op een bestaande klimaatcomputer is meestal mogelijk.

Veel systemen zijn uitgevoerd met een puls-pauze regeling. Dit houdt in dat er binnen een bepaalde periode een tijd wel en een tijd niet wordt verneveld. Hiermee wordt verzadiging van de lucht voorkomen, of de hoeveelheid water die in de stal komt geregeld.

- Beveiliging

Door het uitschakelen van de pomp moet het systeem beveiligd zijn tegen bijvoorbeeld leidingbreuk of onvoldoende watervoorraad.

## Andere toepassingen

Vernevelsystemen zijn in eerste instantie gericht op het koelen, om daarmee schade door lagere voeropname (en groei) en eventueel extra uitval door hoge staltemperaturen te beperken. Daarnaast zijn er ook andere toepassingen, bijvoorbeeld:

### *Verhoging van de RV tijdens het begin van de mestperiode*

Vooral in stallen met centrale verwarming kan de RV in het begin van de mestperiode erg laag zijn. Waarden van 30% komen regelmatig voor. Over het algemeen wordt een RV van minimaal 60% geadviseerd. Of er positieve effecten zijn op onder andere de uitval is niet bekend vanuit onderzoek.

Door het verhogen van de RV mag de staltemperatuur verlaagd worden, omdat de dieren dat als gelijkwaardig ervaren. Hiermee is eventueel te besparen op de verwarmingskosten. Ook hierover zijn geen onderzoeksgegevens bekend. Aandachtspunt bij deze toepassing is de verdeling van het water, omdat er in deze periode nauwelijks of niet wordt geventileerd. De systemen met luchtondersteuning hebben hierbij een voordeel.

### *Verlaging van de stofconcentratie*

Uit onderzoek in de varkenshouderij in Denemarken blijkt dat door het vernevelen van water de stofconcentratie met 45-85% kan worden verlaagd. Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij start dit jaar, in samenwerking met het IMAG-DLO, met een onderzoek hiernaar in vleeskuikenstallen.

### *Gebruik van luchtwegverruimende middelen*

Een aantal pluimveehouders vernevelt luchtwegverruimende middelen (bijv. eucalyptusolie) in de stal als er bijvoorbeeld verkoudheid onder de dieren heerst. Bij gebruik hiervan moet wel opgelet worden voor verstopping van de nozzels!

### *Inweken en ontsmetten van de stal*

Door de nevelapparatuur continu te laten werken kan de RV op 100% worden gebracht, waardoor het water neerslaat op de wanden en de inrichting. Vastgekoekt vuil is

daarna sneller te verwijderen.

Na het reinigen worden veel stallen ontsmet met formaldehyde via een pulsfog. In water oplosbare middelen kunnen eventueel via de vernevelapparatuur worden toegepast (onder andere formaline). Voordeel is dat er niemand de stal in hoeft tijdens het ontsmetten. Een aandachtspunt is de verdeling van

het middel. Omdat er geen luchtbeweging is (geen ventilatie) op het moment van ontsmetten, moet de waternevel zich 'op eigen kracht' verdelen door de ruimte. Bij de systemen zonder ondersteuningsventilatoren zal uit een hygiënogram moeten blijken of het ontsmettingsmiddel zich over de hele stal heeft verdeeld.

### Conclusies

Naast de algemeen toepasbare maatregelen als tijdstip van voeren en zorgen voor voldoende luchtbeweging, is het mogelijk om met vernevelsystemen de schade door hoge (buiten)temperaturen te beperken. Door het verdampen van water daalt de temperatuur van de stallucht, of van de binnenkomende lucht. Hoeveel de temperatuur daalt hangt onder andere af van de grootte van de druppels. Deze grootte is weer afhankelijk van het merk nevelapparaat.

Bij alle apparatuur is niet duidelijk bij welke combinaties van temperatuur en RV de dieren nog voldoende hun overtollige warmte kunnen afgeven aan hun omgeving. Daarom vraagt het gebruik van nevelsystemen de nodige aandacht van de pluimveehouder.

Of nevelapparatuur ook kan worden ingezet voor andere doeleinden hangt eveneens af van het type. In hoeverre de investering in nevelapparatuur wordt goedge maakt door hogere opbrengsten (hogere groei, minder uitval, etc.) is niet aan te geven. Dit hangt sterk af van de buitentemperaturen tijdens de zomer, en het op dat moment aanwezig zijn van kuikens in het eind van de mestperiode. □