

Memo: Onderbouwing uitvoering drukkamer bij luchtwassers

Inleiding

Er is in de praktijk onduidelijkheid over het al of niet moeten hanteren van een minimale afstand tussen ventilator(en) en het aanstroomoppervlak van het filterpakket van een luchtwasser. In artikel 4.826 onder b sub 2 van het Besluit activiteiten leefomgeving staat: “de afstand tussen de ventilatoren die de lucht uit het huisvestingssysteem zuigen en de eerste reinigingsstap ten minste 3 m en, als de ventilatoren na het filterpakket zijn geplaatst, de afstand tussen de laatste reinigingsstap en de ventilatoren ten minste 1 m.” De regels voor luchtwassystemen staan nader uitgelegd in een webpagina op de website van IPLO: [Wet- en regelgeving luchtwassers | Informatiepunt Leefomgeving](#). Dit is de opvolger van het ‘Technisch Informatiedocument Luchtwassystemen voor de veehouderij’ dat voorheen als afzonderlijk document beschikbaar was. In deze informatie is beschreven dat de drukkamer lang genoeg moet zijn. Daarbij is aangegeven dat de afstand tussen de ventilatoren en de eerste zuiveringsstap 3 meter of meer moet zijn. Op de pagina [Drukkamer van het luchtwassysteem | Informatiepunt Leefomgeving](#) staat dit verder uitgelegd met afbeeldingen van enkele situaties.

Wat betreft de lengte van de drukkamer is de vraag of deze minimale afstand voor alle type luchtwassers wel relevant is om te hanteren. Op de webpagina [Drukkamer van het luchtwassysteem | Informatiepunt Leefomgeving](#) staat ook aangegeven dat er situaties kunnen zijn om een kortere afstand dan 3 meter toe te staan (op basis van maatwerk).

In deze memo wordt uiteengezet waarop deze norm tot stand is gekomen en wanneer hier eventueel van kan worden afgeweken onder voorwaarden.

Minimale afstand van 3 meter tussen ventilator(en) en aanstroomoppervlak van filterpakket van een luchtwasser niet altijd noodzakelijk

Voor een goede werking van een luchtwasser is het van belang dat de te wassen ventilatielucht egaal over het aanstroomoppervlak van het filterpakket van een luchtwasser wordt verdeeld. Hierbij is het van belang dat het aanstroomoppervlak van het filterpakket egaal wordt belast met te wassen ventilatielucht uitgedrukt in m³ ventilatielucht per m² aanstroomoppervlak per uur. Bij plaatsing van ventilatoren voor een luchtwasser ontstaat de kans dat de luchtstroom uit een ventilator op een kleiner oppervlak wordt gericht dan gewenst. Dit zal vooral plaats kunnen vinden bij op maximale capaciteit draaien van de ventilator(en). De uitstroomsnelheid direct na de waaierbladen in de ventilator is bij maximale ventilatiecapaciteit al gauw ca. 10 meter per seconde zijn. Als deze luchtstroom met deze snelheid direct op een filterpakket wordt gericht, kan bij een korte afstand tussen aanstroomoppervlak en ventilator een hogere luchtbelasting op een kleiner deel van het filterpakket ontstaan. Hierdoor neemt de verblijftijd in dit deel af waardoor het oplossen van ammoniak in het waswater afneemt. Als dit plaats vindt daalt het rendement van de luchtwasser en dus het reduceren van de ammoniakemissie.

Om dit te voorkomen is in de voorwaarden voor de uitvoering van luchtwassers een minimale afstand van 3 meter vanaf de ventilator(en) tot het aanstroomoppervlak van een luchtwasser of eerste reinigingsstap voorgeschreven. Daarbij is uitgegaan van luchtwassers welke van een zogenaamd dwarsstroom filterpakket zijn uitgevoerd. Daarbij wordt de ventilatielucht horizontaal door een filterpakket geleid en het waswater van boven naar beneden door het filterpakket stroomt. De luchtstroom is daarbij vanuit de ventilator(en) direct op het filterpakket gericht.

Nadien zijn er (met name biologische combi) luchtwassers ontwikkeld met een zogenaamd tegenstroom principe. Hierbij wordt de ventilatielucht vanuit de onderzijde door het filterpakket naar boven gedrukt. De ventilatoren bevinden zich dan op een andere plaats ten opzichte van het aanstroomoppervlak van het filterpakket dan bij een dwarsstroomluchtwasser. Hierbij wordt de ventilatielucht dus niet direct op het aanstroomoppervlak uitgeblazen. Hierdoor is er sprake van een andere benadering van de voorwaarden voor de gewenste afstand tussen aanstroomoppervlak en ventilator(en).

Belangrijk blijft dat de ventilatielucht zich zo egaal mogelijk verdeelt over het filterpakket. Voor een egale verdeling is het belangrijk dat de luchtdruk op het aanstroomoppervlak gering is ten opzichte van de luchtweerstand in het filterpakket. De luchtweerstand bepaald namelijk mede hoe de egale verdeling zal zijn. Om dit te bereiken is het belangrijk dat de ventilatielucht uit een ventilator zich zo snel mogelijk verdeelt over een groter oppervlak dan die van de ventilator zelf. Dit kan door een ventilator te voorzien van zowel in- als uitstroomringen op de randen van de ventilator. Deze ringen zorgen voor een geleiding van de lucht zodat deze ook zo makkelijk mogelijk vanuit een turbulente draaiende beweging wordt omgezet naar een meer egale voortbeweging over een veel groter oppervlak en daardoor lagere luchtsnelheid. Ventilatorfabrikanten hanteren als vuistregel dat dit plaatsvindt bij een afstand van 2,5 keer de diameter van een ventilator. De diameter van veel gebruikte hoge drukventilatoren bij luchtwassers is 80 cm. Dit betekent dat op een afstand van $2,5 \times 0,8 \text{ meter} = 2 \text{ meter}$ de ventilatielucht al egaal is verdeeld bij vrije uitstroming na de ventilator. Om deze vrije uitstroming mogelijk te maken, is het gewenst dat er voldoende ruimte is voor het filterpakket om de luchtstroom af te laten remmen. Het advies is om hiervoor uit te gaan van een luchtruimte voor het aanstroomoppervlak wat overeenkomt met dezelfde inhoud als die van het totale filterpakket. Bij tegenstroomluchtwassers is dit de vrije ruimte gerekend vanaf de onderzijde van het filterpakket tot het waswaterniveau in de wateropvangbak onder het filterpakket. De ventilatielucht wordt daarbij horizontaal onder het filterpakket geblazen. In de situatie dat de ventilator(en) de lucht horizontaal uitbla(ast)(zen), is het advies om uit te gaan dat de ventilator(en) ca. 15° omlaag gericht zijn richting het waswateroppervlak. De luchtbeweging zal dan eerst naar de achterzijde van de luchtwasser zijn en dan omhoog buigen richting de onderzijde van het filterpakket. Hierdoor ontstaat automatisch afremming van de luchtsnelheid in de drukkamer en zal de ventilatielucht egaler worden aangevoerd naar de onderzijde van het gehele aanstroomoppervlak van het filterpakket.

Bij een voorfiltering in de vorm van een waswaterregengordijn aan het begin van het filterpakket, zal de luchtstroming door de werveling, die in het begin nog iets groter zal kunnen zijn, intensief in contact komen met de ventilatielucht waardoor onder andere fijnstof ook goed wordt ingevangen.

Voorbeeldberekeningen lage luchtweerstand voor egale luchtverdeling

In de luchtwasser uitvoering van OW 2010.02 met een filterpakketdikte van 1,2 m en een maximale luchtbelasting van $2250 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ aanstroomoppervlak is de pakketbreedte veelal standaard 2,4 meter.

Dit betekent dat de maximale luchtbelasting per strekkende meter luchtwasser dan $(2,4 \text{ m} \times 2250 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}) : 1,2 \text{ m} = 5400 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ is. Dit is omgerekend $0,54 \text{ m}^3/\text{cm}^2/\text{uur}$. Dit is 54% van de norm die voor bouwkundige lichtkanalen wordt gerekend welke minimaal $1 \text{ cm}^2/\text{m}^3/\text{uur}$ is. Dit komt daarbij overeen met een maximale luchtsnelheid van 2,78 meter per seconde ($10.000 \text{ m}^3/\text{m}^2/3600 \text{ sec.}$). In de voorgaande uitvoering van de drukkamer onder het filterpakket is de luchtsnelheid dan 1,5 meter per seconde ($5400 \text{ m}^3/\text{m}^2/3600 \text{ sec.}$).

Uitgaande van een veel toegepaste biologische combi luchtwasser OW 2009.12 is de belasting bij 1,5 m filterpakketdikte en maximaal $4080 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ en 2,4 m pakketbreedte: $((2,4 \text{ m} \times 4080 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}) : 1,5 \text{ m} = 6528 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur} =) 0,65 \text{ m}^3/\text{cm}^2/\text{uur}$. Hierbij is de maximale luchtsnelheid 1,8 meter per seconde. Ook dit is ruim onder de norm voor bouwkundige lichtkanalen.

Bij de beschrijvingen van de uitvoering van de drukkamer zijn er geen normen gesteld aan het minimale inhoud/afmetingen van de drukkamer. Hierdoor kan er in de praktijk sprake zijn van hogere luchtsnelheden dan 2,78 meter per seconde ook al zijn deze meer dan 3 meter lang.

Een luchtsnelheid van 1,8 m per seconde geeft een luchtweerstand van ca. 2 Pascal ($(1/2 \cdot \rho \cdot V^2)$: $0,5 \times \text{soortelijk gewicht lucht} \times \text{m/sec.} \times \text{luchtsnelheid in kwadraat}$: $0,5 \times 1,2 \times 1,8 \times 1,8$). De luchtweerstand bij maximale luchtbelasting is in het filterpakket minimaal ca. 20 Pascal. Dit betekent dat bij een egale luchtverdeling over het filterpakket het filterpakket zelf veel meer bepalend is voor de luchtverdeling dan de berekende luchtsnelheden onder het filterpakket. Ook al zou de luchtweerstand en hoeveelheid ventilatielucht over een deel van het aanstroomoppervlak iets hoger zijn dan op een ander deel, dan wordt door het grote verschil in luchtweerstand in het filterpakket ten opzichte van de weerstand in de drukkamer ervoor dit al snel genivelleerd. Lucht

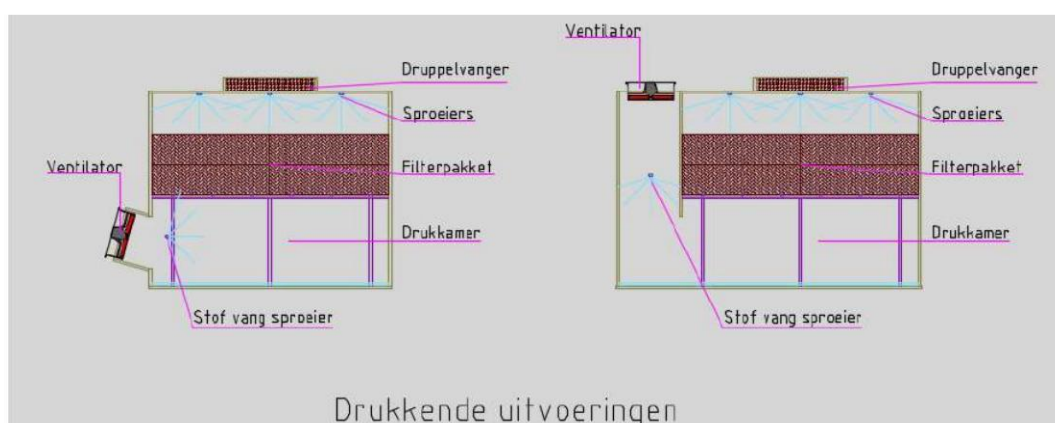
zoekt altijd de weg van de laagste weerstand. Dit betekent dat in het filterpakket de nivellering zal plaatsvinden waardoor de luchtbelasting in het filterpakket overal gelijk zal zijn. Om deze reden is het mogelijk om toch een goede egale luchtverdeling te krijgen over het gehele aanstroomoppervlak, zonder dat ervoor sprake is van een drukkamer met een minimale lengte van 3 meter voor het eerste reinigingspunt van een luchtwasser.

De voorwaarden hiervoor zijn:

1. Minimale afstand tussen ventilator en tegenover liggende wand van de drukkamer of wateroppervlak in de waswaterbak = $2,5 \times$ diameter van de grootste ventilator;
2. Minimale inhoud drukkamer onder filterpakket = inhoud van het filterpakket;
3. Minimale netto hoogte drukkamer = hoogte filterpakket luchtwasser in doorstroomrichting;
4. Ventilator minimaal horizontaal geplaatst en bij voorkeur ca. 15° omlaag gericht richting waswateroppervlak onder tegenstroom luchtwasser;
5. Plaatsen van instroom- en uitstroomringen op de ventilator(en).

Een minder goede luchtverdeling in het filterpakket wordt eerder veroorzaakt door een minder egale verdeling van het waswater over het gehele filterpakket en/of het ontstaan van vuilophoping in het filterpakket door bijvoorbeeld slijm-/stofophoping in delen van het filterpakket. Deze aspecten vergroten veel meer het verschil in luchtweerstand op de verschillende delen van een filterpakket dan de luchtverdeling in de drukkamer ervoor.

Om dit te voorkomen is het belangrijk dat er voldoende waswater per m^2 filterpakket per uur wordt verdeeld en er geen vuilophoping plaatsvindt in het filterpakket.



Drukkende uitvoeringen

Dwarsdoorsnede tegenstroom luchtwassers met ventilator(en) voor het filterpakket geplaatst. Op de linker tekening is de ventilator met een hoek van ca. 15° omlaag gericht richting de waswater opvangbak (in de tekening is het waswaterniveau niet ingetekend).

Plaats ventilatoren t.o.v. sproeiers voor afvang fijnstof

Op schematische tekeningen, zoals hierboven weergegeven worden de sproeiers voor de afvang van fijnstof geplaatst in de luchtstroom na de ventilatoren. Daarbij is de vraag of de werking van deze eerste reinigingsstap wel goed kan functioneren als de ventilatoren horizontaal zijn geplaatst zoals weergegeven in de schematische linker tekening.

Er worden voor de afvang van fijnstof en voor het besproeien van het filterpakket van de luchtwassers geen eisen gesteld aan de hoeveelheid water wat moet worden gebruikt voor o.a. de fijnstofafvang in biologische combi luchtwassers.

In Duitsland zijn door het testcentrum van Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG e.V.) wel emissiemetingen uitgevoerd op biologische combi luchtwassers welke ook in Nederland worden toegepast. In o.a. het DLG-proefrapport 6397 zijn emissiemetingen uitgevoerd in de periode 2015/2016 in een pluimveestal voorzien van een biologische combi luchtwasser met een uitvoering zoals weergegeven in de bovenstaande linker tekening. Uit

deze officiële emissiemetingen bleek dat de fijnstofreductie PM10 ruim 80% was en die voor PM2,5 ruim 95% (blz. 15 en 16). De ammoniakemissiereductie was ruim 85%.

Hieruit is gebleken dat het dus mogelijk is om een hoge fijnstof reductie te behalen in een opstelling van de ventilatoren en sproeiers in horizontale richting direct onder het filterpakket gericht (zoals te zien op de linker tekening op blz. 3)

De uitvoering van de opstelling is wel uitgebreid vastgelegd in de specificaties waaraan de luchtwasseruitvoering moet voldoen. Deze zijn:

1. Gebruik van één full cone nozzles voor een egale verdeling van het waswater over het gehele uitstroomoppervlak per ventilator (blz. 8);
2. Afstand tussen middelpunt van de ventilator en de horizontaal sproeiende nozzle is minimaal 25 cm (blz. 8);
3. Ventilator(en) onder een hoek van ca. 15° omlaag gericht op de waswateroppervlak;
4. Per 25.000 m³/uur maximale ventilatiecapaciteit is de maximale sproeicapaciteit minimaal 1.800 liter per uur (omgerekend minimaal 72 ml per m³ per uur, blz. 8);
5. Bij een lagere ventilatiecapaciteit mag de sproeicapaciteit worden terug geregeld tot een niveau dat het sproeibeeld egaal blijft (ingeregeld door de leverancier en opgenomen in de opleveringsverklaring);
6. Alarmering bij een te laag waswaterdebiet door de aanvoerleiding naar de nozzles.

Op basis van deze voorwaarden is te stellen dat bij een uitvoering van horizontaal geplaatste ventilatoren in de drukkamer onder een tegenstroomluchtwasser een effectieve fijnstofafvang is te realiseren en te borgen.

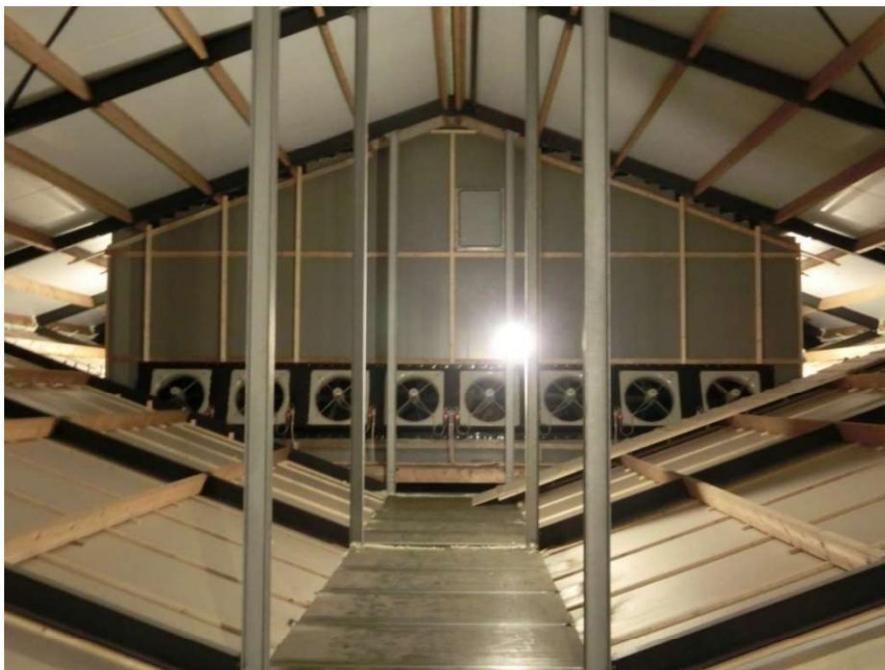


Foto van horizontale plaatsing ventilatoren onder de drukkamer van een tegenstroom luchtwasser



Foto plaatsing leiding met full cone nozzles voor een rij ventilatoren, ca. 15° omlaag gericht.