

Effectiviteit van emissiereducerende maatregelen rondom veehouderijbedrijven

A. Kraai
A. Bleeker

ECN-E--07-089

Verantwoording

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het VROM project 'Onderzoek naar effectiviteit van emissiereducerende maatregelen rondom veehouderijbedrijven'. Naar aanleiding van de eerste rapportage over de fijnstof concentraties vanuit intensieve veehouderijbedrijven, zoals uitgevoerd in het kader van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL), is de behoefte ontstaan om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van mogelijke emissiereducerende maatregelen die toegepast zouden kunnen worden bij de bestrijding van lokale knelpunten rondom veehouderijbedrijven.

Abstract

In this report a survey is made of the cost effectiveness of measures with the goal to reduce emissions of fine dust from livestock production. All these measures have their advantages and disadvantages. This report mainly focuses on the reduction of particulate matter, other environmental problems in agriculture as ammonia and odour can be combined to reduce with these measures. Different measures are compared for cost effectiveness in Euro per kg PM₁₀ reduction and also the reduction percentage. Oil sprinkling and electrostatic filter systems appear as cost effective where and the air quality in the air as well as in the stable is improved. These techniques can be combined with end-of-pipe techniques like air scrubbers or even better, combined scrubbers to reduce other emissions as ammonia and odour as well. Many techniques are still in a research phase; therefore estimations are made most of the times. More has to be measured to be more certain about the reduction percentages. Besides this issues like practical feasibility and animal welfare have to taken into account with every measure.

Inhoud

Lijst van tabellen	4
Lijst van figuren	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Literatuurstudie naar mogelijke maatregelen	8
2.1 Aanpak van de bron	8
2.1.1 Voer	8
2.1.2 Huisvestingsmaatregelen	8
2.1.3 Sanering	9
2.2 Aanpak luchtkwaliteit in stal	9
2.2.1 Vernevelen	9
2.2.2 Olie op dier	10
2.2.3 Elektrostatisch filter	10
2.3 Aanpak bij uitlaat	10
2.3.1 Lucht- en gecombineerde wassers	10
2.3.2 Filters	11
2.3.3 Watergordijnen	12
2.3.4 Barrières/Aanpassingen uitlaat	12
2.3.5 Groensingels	12
3. Discussie en conclusies	15
Referenties	17
Bijlage A	19

Lijst van tabellen

Tabel 3.1	<i>Opties voor emissiereducerende maatregelen voor fijn stof met de kosteneffectiviteit</i>	15
-----------	---	----

Lijst van figuren

Figuur 2.1	<i>Effect van windsingel op de concentratie achter de singel als functie van de optische porositeit voor de deeltjesverdeling PM_5, PM_{10}, PM_{20} en PM_{50}. (Wesseling et al, 2004)</i>	13
------------	--	----

Samenvatting

In deze rapportage is de kosteneffectiviteit van maatregelen in kaart gebracht, die als doel hebben de fijnstofemissies vanuit de landbouw te reduceren. Deze maatregelen hebben allen voordelen en nadelen. In deze rapportage is vooral gezocht naar maatregelen om fijn stof te reduceren. De andere milieuproblemen in de landbouw als ammoniak en geur zouden hiermee eveneens gereduceerd kunnen worden.

Uit de analyse is gebleken dat alle voermaatregelen kostbaar zijn terwijl de reductie niet erg groot is, deze opties zijn daardoor minder kosteneffectief. Olie vernevelen en het toepassen van een elektrostatisch filter lijken effectieve en niet te kostbare maatregelen, waarbij ook de luchtkwaliteit in de stal wordt verbeterd. Deze technieken zouden gecombineerd kunnen worden met de luchtwassers of gecombineerde wassers om meerdere luchtverontreinigingscomponenten te reduceren. Vegetatie aanplanten rondom boerderijen is een optie die erg landschapsvriendelijk is. Het netto-effect van de windsingels rondom boerderijen is nog onduidelijk en lijkt juist tot hogere in plaats van lagere concentraties te leiden wanneer dichtbij de bron.

Combinaties van maatregelen kunnen gezocht worden in het percentage dat gereduceerd moet worden per bedrijf. Zo kunnen gecombineerde luchtwassers ingezet worden bij de bedrijven die zorgen voor grote concentratieoverschrijdingen. Wanneer dit niet voldoende reductie oplevert, zou in de stal met olie gesproeid kunnen worden als extra maatregel. De bedrijven met minder grote overschrijdingen kunnen misschien alleen met olie sproeien volstaan.

Veel technieken zijn nog in de onderzoeksfase, waardoor vooral nog met schattingen gewerkt wordt. Het is duidelijk dat er nog veel onderzocht en gemeten moet worden om de schattingen voor emissiereductiepercentages en kosten hiervan te bevestigen. Daarnaast moet duidelijk worden in hoeverre bepaalde maatregelen praktisch haalbaar zijn, bijvoorbeeld door benodigd onderhoud voor systemen of extra arbeid die verricht zal moeten worden. Ook dierenwelzijn is van belang, er zal rekening gehouden moeten worden met nadelige gevolgen voor de gezondheid van de dieren.

1. Inleiding

Uit eerdere studies is gebleken dat niet alleen verkeer en industrie een behoorlijke bron van fijn stof¹ zijn, maar ook de landbouw een deel bijdraagt aan het probleem. De schatting is dat van het totaal van primaire antropogene PM₁₀ emissies 20% voor rekening van de landbouwsector komt. Hierbij is de emissie van winderosie niet meegenomen. Het grootste deel van deze 20% is toe te schrijven aan pluimvee- en varkensbedrijven (Chardon en Van der hoek, 2002). Als gevolg van dierwelzijnsvriendelijke huisvestingsmaatregelen, zoals de omschakeling van batterij- naar scharrelsystemen voor kippen, is de verwachting dat dit probleem alleen maar toeneemt, wanneer er geen maatregelen worden genomen.

Het doel van dit onderzoek is dan ook om inzicht te krijgen in de effectiviteit van een aantal potentieel fijn stof emissiereducerende maatregelen rond intensieve veehouderijbedrijven. Naar aanleiding van een eerdere studie naar de fijnstofconcentraties vanuit intensieve veehouderijbedrijven (Bleeker et al., 2006) is behoefte ontstaan om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van mogelijke emissiereducerende maatregelen, die toegepast zouden kunnen worden bij de bestrijding van lokale knelpunten rondom veehouderijbedrijven. Deze studie probeert inzicht te geven in de efficiëntie van een aantal mogelijke maatregelen, waarbij naast bestaande gegevens ook nieuwe informatie is gebruikt.

¹ Wanneer in deze rapportage wordt gesproken over fijn stof, dan wordt uitgegaan van PM10 (deeltjes kleiner dan 10 µm).

2. Literatuurstudie naar mogelijke maatregelen

In dit hoofdstuk worden een aantal opties beschreven die met literatuuronderzoek zijn gevonden. In Aarnink en Ellen (2006) en Aarnink en van der Hoek (2004) zijn een groot aantal reducerende maatregelen voor fijn stof in de landbouw beschreven. Deze rapporten zijn grotendeels gebaseerd op metingen die beschreven zijn in Groot Koerkamp et al. (1996).

In totaal zijn 11 opties weergegeven, inclusief de veelbesproken maatregel: luchtwassers. Hieronder zijn de verschillende opties opgesplitst in drie categorieën, namelijk in aanpak van de bron, aanpak luchtkwaliteit in stal en bij de uitlaat.

2.1 Aanpak van de bron

De bron van de fijn stof emissies zijn vooral de dieren zelf en de huisvesting. Hieronder staat beschreven hoe maatregelen aan de bron fijn stof reductie tot gevolg kunnen hebben.

2.1.1 Voer

Een bron van fijn stof is het voer van de dieren. Wanneer meel wordt gebruikt zal dit een grotere bron van fijn stof zijn, dan wanneer gecoate pellets als voer worden gebruikt. Daarnaast kunnen aanpassingen van voersamenstellingen worden toegepast. (Aarnink en Ellen, 2006) Aarnink en van der Hoek (2004) geven aan dat door toevoeging van 1 of 2% zachte plantaardige oliën aan varkensvoer de fijn stof concentratie in varkensstallen naar schatting zal reduceren met respectievelijk 15 en 30%. Dierlijke oliën geven met dezelfde percentages bij varkens een reductie van 10-20%. In deze rapportage wordt ook aangegeven dat hogere oliepercentages in het varkensvoer ongewenst zijn in verband met de kwaliteit van het vlees van het varken. Voor vleeskuikens wordt aangegeven dat voer slechts een geringe bijdrage levert aan het fijn stof probleem in de stallen van vleeskuikens.

Aarnink en Van der hoek (2004) geven aan dat voor vleesvarkens de kosteneffectiviteit €240-380 per kg PM₁₀ reductie is, wanneer 1-2 % plantaardige olie wordt toegevoegd. Met dierlijke oliën gaat de prijs omlaag naar €140-315 per kg PM₁₀ reductie. Dit is op basis van totale kosten. Voor deze maatregel hoeven geen investeringskosten gemaakt te worden.

2.1.2 Huisvestingsmaatregelen

De huisvesting van de dieren aanpassen is ook een optie voor reductie van fijn stof. De stal van uitwerpselen schoonhouden kan daaronder worden verstaan of het aanpassen van de strooisellaag.

Het voorkomen van indrogen van mest van de dieren, leidt tot minder stofproductie. Dit kan voorkomen worden door een goede en snelle afvoer van mest naar de mestopslag, zodat het niet in de hokken van de dieren aan het indrogen is en leidt tot PM en hierdoor in de lucht terecht komt. Ook het afdekken van mest in de mestopslag wordt gezien als een oplossing om stof in de lucht te voorkomen (www.extension.iastate.edu).

Een dikke laag stro zorgt ervoor dat het fijn stof onder de laag blijft liggen en niet in de lucht terecht komt. Er moet daarnaast voorkomen worden dat de strolaag niet snel verpulverd waardoor toch weer stof in de lucht komt, dit betekent dat het stro vaker ververst zal moeten worden. Ook moet het stro ontstoft zijn, maar mag niet te nat worden, want dit heeft weer een hogere ammoniakemissie tot gevolg.

Een andere strooisellaag dan stro, zoals houtkrullen of zand kan ook effectief werken op de fijn stof concentratie, deze hebben minder emissie dan stro. (Aarnink en Ellen, 2006) Het effect van een dikke strooisellaag op de stofemissie is managementafhankelijk, maar zal ongeveer 50% reduceren. Deze maatregelen brengen vooral extra arbeid met zich mee, maar de mate en kosten hiervan zijn nog onbekend. De kosten van deze maatregelen in de huisvesting zijn afhankelijk van de uitvoering van het gehele stalsysteem. (Aarnink en Van der Hoek, 2004)

2.1.3 Sanering

Er kan als maatregel ook gedacht worden aan saneringsmogelijkheden, zoals het verplaatsen van bedrijven naar Landbouw Ontwikkelingsgebieden (LOG's). Dit is al het geval wanneer bedrijven moeten verplaatsen in het kader van de reconstructie, waardoor bedrijven het makkelijker gemaakt wordt om maatregelen te nemen voor ammoniak en geur. Tegelijkertijd zou dit kunnen bijdragen om fijn stof te reduceren, eventueel is dit extra te stimuleren door extra subsidie. Daniels en Farla (2006) geven het verminderen van dierplaatsen aan als een mogelijke maatregel. Zelfs het volledig opheffen van bedrijven kan een mogelijke maatregel zijn. De kosten van de saneringsmogelijkheden zijn moeilijk in kaart te brengen, maar deze zullen waarschijnlijk zeer hoog zijn.

2.2 Aanpak luchtkwaliteit in stal

Bij de hieronder beschreven methoden wordt de fijn stof concentratie in de stal gereduceerd. Dit zorgt ook voor een beter werkklimaat.

2.2.1 Vernevelen

Het regelmatig sproeien van stallen met een nevel van olie of water zorgt ervoor dat fijn stof deeltjes uit de lucht worden gebonden en neerslaan met als gevolg een lagere concentratie van fijn stof in de lucht.

Olie sproeien is effectiever dan water sproeien. In varkensstallen is met olie gewerkt, uit metingen is gebleken dat een maximale PM_{10} -emissiereductie van 90% haalbaar is. Aarnink geeft aan, op basis van een eerste oriënterende meting, dat 70% een meer reële schatting is (persoonlijke mededeling). Takai (2007) geeft een aantal punten die van belang zijn voor optimale reductie, namelijk een olieconcentratie van minimaal 20% en oliedruppels groter dan 150 μm .

De resultaten voor sproeien met water zijn wisselend. Het is nodig regelmatig te sproeien omdat het water snel verdampt. De reductie van PM_{10} emissies is maximaal ongeveer 50%, wanneer alleen water wordt verneveld. Dit percentage is gebaseerd op metingen in stallen van leghennen.

Voor olie en water vernevelen wordt er vanuit uitgegaan dat dezelfde reductiepercentages gelden voor andere diercategorieën. Naast reductie van fijn stof emissie is ook een reductie van ongeveer 25% voor ammoniak en geur te behalen met het vernevelingsprincipe. Dit geldt voor olie en voor water alleen bij varkens. Ammoniak en geur emissie kan bij pluimvee zelfs toenemen door hoger vochtgehalte van het strooisel. Daarnaast kunnen er gevolgen zijn van olie of water vernevelen voor vleeskuikens, mogelijk zijn er negatieve effecten van voetzoolaandoeningen bij deze diercategorie. (Aarnink en Ellen, 2006) Dit is ook een van de knelpunten die Aarnink en Van der Hoek (2004) aangeven voor het sproeien van olie of water. Water kan namelijk leiden tot een hoge luchtvochtigheid in de stallen die weer de reductie van ammoniak vermindert, ook kan het strooisel dat wordt gebruikt te nat worden. Daarnaast is het arbeidsintensief om de met olie besproeide stallen goed schoon te houden.

In het optiedocument van ECN en MNP wordt aangegeven dat de kosteneffectiviteit voor varkensstallen €10,5/kg PM_{10} is en €2,3/kg PM_{10} voor pluimveestallen voor het jaar 2010 (Daniels

en Farla, 2006). Dit zijn de totale kosten, welke gebaseerd zijn op getallen uit Aarnink en Van der Hoek (2004), hier wordt voor oliesproeien € 6-9,5 per kg PM₁₀ reductie gerekend voor respectievelijk vleeskuikens of vleesvarkens, voor het sproeien van water is dit € 2,1-11,5 per kg PM₁₀ reductie voor dezelfde type dieren. Aan investeringskosten is dit voor beide systemen voor vleesvarkens € 11 per dierplaats en voor vleeskuikens € 0,45 per dierplaats.

2.2.2 Olie op dier

Een techniek die nog in ontwikkeling is, is het aanbrengen van olie direct op een dier. Dit is door Osman et al. (1999) getest op varkens met twee systemen. Het eerste systeem is een roller die olie op een varken smeert tijdens eten, bij het tweede systeem gebeurt dit met een schuurborstel tijdens het schuren van de varkens. De roller blijkt het meest effectief met 83 % reductie van inhaleerbaar stof.

Kosten van een dergelijk systeem zijn nog onduidelijk, maar Aarnink en Ellen (2006) geven aan dat deze technieken hogere kosten met zich mee brengen.

2.2.3 Elektrostatisch filter

Een elektrostatisch filter maakt gebruik van elektrisch geladen filtermateriaal dat deeltjes aantrekt. Dit systeem is voor de toepassing om fijn stof in stallen te reduceren nog erg in ontwikkeling waardoor de investeringskosten nog hoog zijn.

Mitchell en Baumgartner (2007) hebben testen met een Electrical Space Charge System (ESCS) uitgevoerd en kwam hier tot 47-78% reductie voor PM₁₀, afhankelijk van het soort toepassing. Naast PM₁₀ geven ze aan dat dit systeem een reductie van 60% voor ammoniak geeft en ook de in de lucht verplaatsende salmonella bacteriën kunnen gereduceerd worden met 95%. Er is een Amerikaans bedrijf wat een EPI (Electrostatic Particle Ionisator) op de markt heeft gebracht en aangeeft met dit principe een fijn stof te reduceren met 60 tot 80% (www.beiagsolutions.com).

De investeringskosten van een dergelijk systeem zijn op dit moment nog hoog. Aarnink en Ellen (2006) geven een bedrag aan voor investeringen van €1200 per varken en het bedrijf Baumgartner Environics, Inc. (BEI) houden \$10 per m² aan. Daarnaast geven deze laatste aan dat de jaarlijkse kosten laag zijn, namelijk ongeveer \$150 per jaar. Dit systeem kan ook bij de uitlaat worden toegepast. BEI heeft hier een "Biocurtain" voor ontwikkeld, dit is een soort van afdekking aan de uitlaatzijde van de stal met daarin een EPI-systeem. De lucht wordt op deze manier gefilterd en weer schoon naar buiten gevoerd. In bijlage A is een flyer toegevoegd van het Amerikaanse bedrijf BEI.

2.3 Aanpak bij uitlaat

In deze paragraaf worden opties voor fijn stof reductie aangegeven, waarbij de aanpak is gericht op aanpak bij de uitlaat. Met deze opties wordt voorkomen dat fijn stof naar de buitenlucht wordt getransporteerd en zo dus de buitenluchtconcentraties verhoogd. Met deze opties wordt niet de fijn stof concentratie in de stal verbeterd zoals de opties in de vorige twee paragrafen.

2.3.1 Lucht- en gecombineerde wassers

Luchtwassers zijn op dit moment de meest besproken maatregelen voor de reductie van fijn stof. VROM en LNV hebben een programma opgezet voor de inzet van gecombineerde luchtwassersystemen. Op dit moment worden pilotstudies opgezet, maar vooral nog bij varkensstallen.

Er zijn een aantal typen luchtwassers beschikbaar:

- chemische wassers,
- biologische wassers
- waterwassers
- gecombineerde wassers (bestaande uit een combinatie van twee of meer van bovengenoemde wassers)

Lucht, chemische en biologische wassers kunnen gecombineerd worden. Bij alle wassers wordt lucht bij de uitlaat door een zogenaamd filterbed geleid, waarin wordt gesproeid met een waterige oplossing. Deze oplossing kan uit water of chemicaliën bestaan voor respectievelijk de lucht- of chemische wasser. Een biologische wasser is gebaseerd op aanwezigheid van micro-organismen die componenten, zoals ammoniak en geurverbindingen afbreken. (Aarnink en Van der Hoek, 2004) Aarnink en Van der hoek (2004) geven een maximale reductie van 90% aan in hun rapport een meer reële reductiepercentage zou voor PM_{10} ongeveer 70% zijn voor een enkelvoudige wasser, met een gecombineerde wasser kan dit percentage oplopen tot 80% (Aarnink, persoonlijke mededeling). De grote voordelen van de lucht- en gecombineerde wassers is de integrale aanpak van dit systeem. Naast reductie van fijn stof emissie, kan ook geur en ammoniak gereduceerd worden met hoge percentages tot maximaal 95% voor ammoniak met een chemische wasser en tot maximaal 50% voor geur met een biologische wasser. Wassers zijn een van de weinige systemen waar al metingen aan gedaan zijn.

In het MNP rapport van Smeets et al. (2007) over kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen voor schonere lucht wordt aangegeven dat de meest kosteneffectieve optie in de landbouw de luchtwassers zijn, wanneer die worden toegepast op de grotere bedrijven, welke vallen onder de EU-IPPC-regelgeving. In dit rapport wordt een kosteneffectiviteit van €10/kg PM_{10} aangegeven.

Aarnink en Van der Hoek (2004) geven voor de kosteneffectiviteit voor vleesvarkens van 40 en 45 euro per kg PM_{10} voor water- en chemische wasser. Voor vleeskuikens is de kosteneffectiviteit € 9-11 per kg PM_{10} reductie. De biowasser is minder kosteneffectief met 90 en 21€/kg PM_{10} reductie voor vleesvarkens en voor vleeskuikens. Het wassen met water is van de drie genoemde de goedkoopste oplossing, maar reduceert minder ammoniak en geur dan de andere twee opties. De investeringskosten voor deze systemen zijn voor ook voor de biowasser iets hoger, namelijk 2,4 en 52 euro per dierplaats voor vleeskuikens of vleesvarkens. Voor de chemische en waterwasser zijn de investeringen gelijk met 1,9 euro per vleeskuiken en 42 euro per vleesvarken.

2.3.2 Filters

Medium filters verwijderen bijna alle deeltjes met een diameter groter dan 0,5 μm . Kleinere deeltjes worden dus minder goed afgevangen. Het filter kan wel fijner gemaakt worden, maar hoe fijner hoe groter de drukval en des te hoger energiekosten voor ventilatie. De reductie door gebruik van recirculatie filters is 50-60%. De filters zelf kunnen tot bijna 100% stof reduceren wanneer een absoluut filter wordt gebruikt. Deze methode is alleen geschikt voor mechanisch geventileerde stallen. Dit is het geval voor meer dan 90 % van de varkens en pluimvee stallen. Naast de PM_{10} reductie wordt ook ammoniak en geur gereduceerd en met een absoluut filter kan ook de verspreiding van ziektekiemen worden tegengegaan.

De totale kosten van een filtersysteem 10-15 euro per kg PM_{10} reductie voor vleeskuikens en 45-60 per kg PM_{10} reductie voor vleesvarkens, afhankelijk van medium of absoluut filter. De investeringskosten zijn 3,6-4,5 euro per vleeskuiken of 80-100 euro per vleesvarken voor een medium filter of een absoluut filter.

2.3.3 Watergordijnen

Watergordijnen zijn eigenlijk een versimpelde waterwasser. Dit is mogelijk wanneer de ventilatie zich aan de zijkant van de schuur bevindt en de lucht laag uitstroomt. De lucht, waarin de deeltjes worden weggevangen, wordt door de ventilator tegen een scherm geblazen waar continu water langs stroomt die de deeltjes wegvangt. Er is weinig bekend over de kosteneffectiviteit van deze methode. (Aarnink en Ellen, 2006)

2.3.4 Barrières/Aanpassingen uitlaat

Een windscherm aan de zijzijde van de uitlaat zorgt voor een afbuiging van de pluim, waardoor de lucht omhoog wordt gestuwd. Dit kan lokaal, net achter de uitlaat voor een reductie van stof zorgen, doordat het fijn stof mee omhoog wordt genomen en achter het scherm terecht komt. Ditzelfde lokale effect is te verkrijgen wanneer een uitlaat wordt verhoogd.

2.3.5 Groensingels

Een natuurlijke manier om fijn stof reductie tegen te gaan is om een windsingel om een veehouderij te plaatsen. Er zijn transportfysische en biologische aspecten die bepalen in welke mate fijn stof wordt afgevangen door een windsingel.

Uit de literatuur blijkt dat biologische aspecten van bomen een filterend effect hebben op fijn stof. De effectiviteit van deze aspecten worden bepaald door een aantal eigenschappen zoals de elektrostatische aantrekking en ruwheid en vochtigheid van het bladoppervlak. Door neerslag en wind bij grote snelheden kan stof weer van blad verwijderd worden. De effectiviteit om fijn stof af te vangen verschilt tussen plantensoorten. In het algemeen zijn naalden van coniferen effectiever dan bladeren van loofbomen dit omdat deze bomen over een groot oppervlak bezitten en ook in de winter over naalden beschikken (Van Hove, 2006). De effectiviteit verschilt ook weer tussen verschillende coniferen onderling. Hoewel coniferen effectiever fijn stof afvangen dan loofbomen, zijn bladeren van loofbomen juist weer geschikt voor het absorberen van gasvormige luchtverontreinigingen. (Wesseling, 2004, Van Dijk, 2005) Ammoniak, net als fijn stof ook een bron afkomstig uit de veehouderij, heeft een verzurende werking op bomen (vooral naaldbomen).

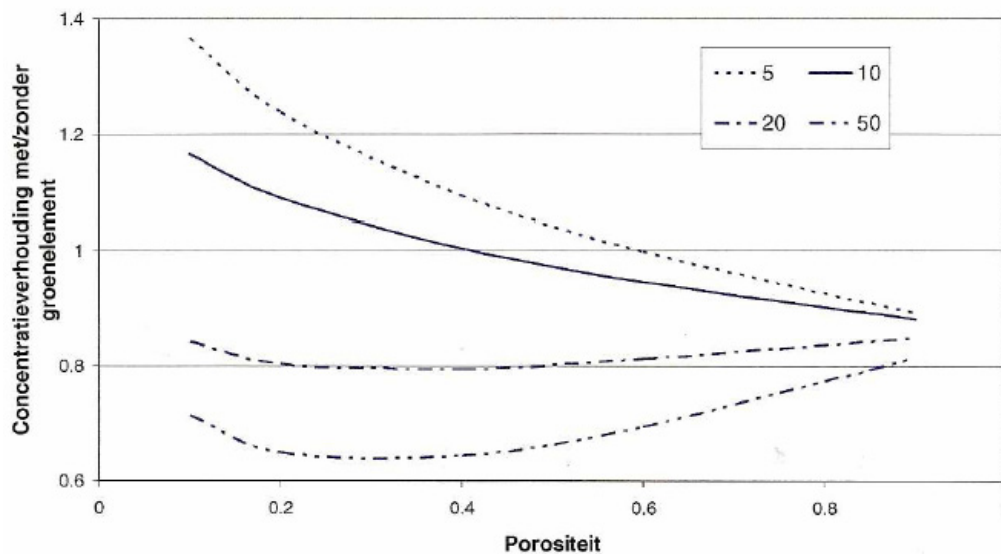
De compactheid van de vegetatie zal in voor een groot deel de efficiëntie bepalen waarmee fijn stof wordt ingevangen door een windsingel en naast de compactheid is ook de deeltjesgrootte van belang hiervoor. Raupach et al. (2001) hebben onderzoek verricht naar het afvangen van deeltjes door windsingels. Op basis van hun onderzoek wordt geconcludeerd dat de totale depositie van deeltjes ten gevolge van invang in vegetatie bepaald wordt door de wisselwerking tussen de absorptie van deeltjes aan de vegetatie en de doorstroming. Er is een optimale porositeit van 20% voor het afvangen van deeltjes $>30 \mu\text{m}$.

Het filteren van een luchtstroom door een groen element heeft een beperkt lokaal effect op de luchtkwaliteit. Verder van de windsingel verwijderd (meer dan 5-10 maal de hoogte van de windsingel) is er geen effect meer op de concentraties. Lokale bescherming is het meest effectief wanneer bron en ontvanger zo dicht mogelijk bij elkaar staan. Regionale bescherming wordt vooral geboden door verticale depositie over een groot gebied. (Raupach en Leys, 1999) Windsingels vormen een fysiek obstakel voor de verspreiding van stoffen en deeltjes in de atmosfeer. Het netto effect wordt voornamelijk bepaald door twee elkaar tegenwerkende processen: verhoogde depositie en snelheidsdemping (Van Dijk et al., 2005).

Wesseling et al. (2004) hebben een modelstudie uitgevoerd op het effect van windsingels. Zij concluderen dat de vegetatie een filterende werking heeft, maar los hiervan ook een duidelijk dempende werking op het snelheids- en turbulentienveld op korte afstand achter het element. Dit heeft als gevolg dat concentraties van stoffen (die op korte afstand voor het element geïmitteerd

zijn) hoger zijn dan in een situatie zonder windsingel. In Figuur 2.1 is het effect van de windsingel te zien op korte afstand achter het element als functie van de optische porositeit en deeltjesverdeling. Met een concentratieverhouding kleiner dan 1 is de concentratie met windsingel lager dan de concentratie zonder windsingel. Dit betekent dat bij lagere porositeit de kleinere deeltjes een toename van de concentratie geven. Het effect van snelheidsdemping is hier dan groter dan de filterende werking. Op grotere afstand (ongeveer 100-150 m) van de bron is dit negatieve effect er niet en is het netto effect juist positief door de filterende werking van de vegetatie. Voor PM_{10} wordt een afvangst van 15-20% gegeven voor naaldbomen.

Weijers et al. (2007) geeft aan op grotere afstand geen verschil te zien tussen metingen achter vegetatie met de referentiemetingen. Wel is een filterend effect van PM_{10} en $PM_{2.5}$ waarneembaar.



Figuur 2.1 *Effect van windsingel op de concentratie achter de singel als functie van de optische porositeit voor de deeltjesverdeling PM_5 , PM_{10} , PM_{20} en PM_{50} . (Wesseling et al, 2004)*

Met windsingels rondom een veehouderij moet rekening worden gehouden met het ventilatiedebiet. In het model wat Wesseling et al. (2005) hebben gebruikt, wordt uitgegaan van windsnelheden van 2 m s^{-1} die door de windsingel gaan, maar een ventilatiedebiet ligt veel hoger dus de fijn stof in de lucht wordt met veel hogere snelheid door de vegetatie geleid. Dit kan betekenen dat fijn stof niet deponeren op de bladeren, maar erdoorheen wordt gevoerd en de vegetatie dus geen filterende werking meer heeft.

In de meetcampagne 2003 van Van Dijk (2004) zijn ammoniakconcentratie metingen uitgevoerd rondom een boerderij. Aangegeven wordt dat op korte afstand van de bron voor de windsingel tot zesmaal hogere ammoniakconcentraties gemeten zijn dan voorspeld voor een situatie zonder windsingel. Als gevolg hiervan was het gebied bij de bron de concentratie hoger dan het regionale achtergrondniveau. In het Alterra rapport “Groen voor ruimte” wordt aangegeven dat hetzelfde principe geldt voor fijn stof, al zullen de resultaten minder groot zijn. Het isoleren van de bron zorgt voor een hogere concentratie bij de bron maar een minder groot probleem voor de omliggende gebieden, waardoor het kansen biedt andere overschrijdingsgebieden te verkleinen. (Kuypers en De Vries, 2007)

Het aanplanten van windsingels en onderhouden, zoals snoeien kost geld. Er wordt aangegeven dat de kosten van het onderhoud van de bomenrij ongeveer 31 euro per 100 meter per jaar is en

de aanplant van bomen wordt geschat op 2,50 euro per meter. (Van Dijk et al., 2004) Wesseling et al. (2004) geeft aan dat een boom op grotere afstand (groter dan ongeveer 100m) maximaal ongeveer 1,5 kg per jaar aan PM₁₀ afvangt. Wanneer nu van uit wordt gegaan dat dit langs de snelweg dezelfde effecten en dus ook reductie heeft als bij veehouderijbedrijven, dan betekent dat voor de kosteneffectiviteit een bedrag van ongeveer 20 euro /kg PM₁₀ reductie is, wanneer alleen naar de onderhoudskosten wordt gekeken en niet naar de aanplant van nieuwe bomen.

3. Discussie en conclusies

De elf hierboven besproken maatregelen om de fijn stof reductie van de landbouw te bewerkstelligen hebben allen voordelen en nadelen. De opties zijn in tabel 1 op een rij gezet met daarbij de kosteneffectiviteit in € per kg PM₁₀ reductie. Dit gaat om de totale kosten. Daarnaast is ook het reductiepercentage per maatregel toegevoegd.

Veel technieken zijn nog in de onderzoeksfase, wat betekent dat voor PM₁₀ niet altijd de getallen volledig zijn. Veel onderzoek is wel gedaan naar totaal stof, waar voor PM₁₀ een afgeleide voor genomen kan worden. Dit zal waarschijnlijk niet altijd overeenkomen met de praktijksituatie.

Tabel 3.1 *Opties voor emissiereducerende maatregelen voor fijn stof met de kosteneffectiviteit*

Fijn stof Emissiereducerende maatregelen		
Maatregel	Kosten €/kg PM₁₀ reductie	Reductie
1) Voer	300	15-30%
2) Huisvestingsmaatregelen	afhankelijk van stalsysteem	ca 50%
3) Sanering	hoge kosten	
4) Sproeien olie	6 of 9,5 ¹	ca 70%
Sproeien water	2 of 12 ¹	tot 50%
5) Olie op dier	hogere kosten	40-80%
6) Elektrostatisch filter	(ca 100/jaar)	50-80%
7) Waterwasser	9 of 40 ¹	ca 70%
Chemische luchtwasser	11 of 45 ¹	ca 70%
Biowasser	21 of 90 ¹	ca 70%
Gecombineerde wasser		ca 80%
8) Filters	12 of 50 ¹	95-100%
9) Watergordijnen		20-40%
10) Barrières/Aanpassingen uitlaat		
11) Groensingels	20	15-20%

¹ vleeskuiken of vleesvarken

In deze rapportage is vooral gezocht naar maatregelen om fijn stof te reduceren. Oplossingen voor de andere milieuproblemen in de landbouw als ammoniak en geur zouden hiermee gecombineerd kunnen worden. Ideaal zou dus een integrale aanpak van de milieuproblemen zijn. Dit betekent dat er een maatregel ontwikkeld zou moeten worden die in staat is om ammoniak en fijn stof concentraties te reduceren en geuroverlast te verminderen. Daarnaast is ook de leefbaarheid van de dieren, dus dierenwelzijn van belang. De verbetering van de luchtkwaliteit in de stal heeft ook voordelen voor de mensen die er moeten werken.

De maatregelen die er liggen bieden vaak een deel van de oplossing om aan alle facetten van een beter stalklimaat voor mens en dier te voldoen. Combinaties van maatregelen die zowel fijn stof in de stal als in de buitenlucht verbeteren zouden voor de oplossing moeten zorgen.

Alle voermaatregelen zijn kostbaar en de reductie niet erg groot. Deze maatregelen zijn daardoor minder kosteneffectief. Het is wel een optie die goed toepasbaar is wanneer eventueel in het kader van dierenwelzijn kippen en varkens weer meer buiten lopen en minder in de stal verblijven.

Olie vernevelen en inzet van een elektrostatisch filter lijken effectieve en minder kostbare maatregelen dan bijvoorbeeld luchtwassers, waar ook in de stal de luchtkwaliteit wordt verbeterd. Deze laatste is ook een techniek welke op meerdere manieren toegepast kan worden, zowel bij de uitlaat als in de stal. Meest kosteneffectief is het vernevelen met olie. Er wordt een grote hoeveelheid fijn stof afgevangen tegen relatief lage kosten. Dit zou gecombineerd kunnen worden met gecombineerde wassers om meerdere luchtverontreinigingcomponenten te reduceren. Het elektrostatisch filter heeft geen hoge gebruikskosten maar wel hoge investeringskosten. Wanneer het mogelijk is de investeringskosten met verdere ontwikkelingen te reduceren, dan is deze maatregel zeer kosteneffectief.

Vegetatie aanplanten rondom boerderijen is een optie die erg landschapsvriendelijk is. Het netto-effect van de windsingels rondom boerderijen is nog onduidelijk en lijkt dichtbij de bron juist tot hogere concentraties te leiden in plaats van lagere concentraties.

De mate van reductiepercentage per bedrijf zou bepalend kunnen zijn welke maatregelen ingezet worden. Zo kunnen gecombineerde luchtwassers ingezet worden bij de bedrijven die zorgen voor zeer grote overschrijdingen van de concentraties, wanneer dit niet voldoende fijn stof reductie oplevert, zou in de stal met olie gesproeid kunnen worden als extra maatregel. De bedrijven met minder grote overschrijdingen zouden misschien alleen met olie sproeien kunnen volstaan. Het elektrostatische filter zou een goede optie zijn in combinatie met een luchtwassysteem om zo in de stal en de buitenlucht fijn stof te reduceren, wel moeten dan eerst de investeringskosten teruggedrongen worden.

Er moet nog veel onderzocht en gemeten worden om de schattingen voor emissiereductiepercentages en kosten hiervan te bevestigen. Daarnaast moet duidelijk worden in hoeverre bepaalde maatregelen praktisch haalbaar zijn. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om hoeveelheid onderhoud wat nodig is voor systemen of extra arbeid die verricht zal moeten worden. Ook dierenwelzijn is van belang, er zal rekening gehouden moeten worden met nadelige gevolgen voor de gezondheid van de dieren.

Referenties

- Aarnink, A.J.A. en H.H. Ellen (2006): *Processen en factoren bij fijn stofemissie in de veehouderij*. ASG rapport nr. 11.
- Aarnink, A.J.A. en K.W. van der Hoek (2004): *Opties voor reductie van fijn stofemissie uit de veehouderij*. A&F rapport nr.289, RIVM rapport nr.680500001.
- Bleeker, A., E. Gies en A. Kraai (2006): *Fijn stof uit stallen. Berekeningen in het kader van het NSL*. ECN rapportnr. ECN-E--06-045.
- Chardon, W.J., en K.W. van der Hoek (2002): *Berekeningsmethodiek voor de emissie van fijn stof vanuit de landbouw*. RIVM rapport nr. 7730004014.
- Daniels B.W. en J.C.M. Farla (2006): *Optiedocument energie en emissies 2010/2020*. ECN rapportnr: ECN-C-05-105, MNP rapport nr. 773001038.
- Dijk, van C.J., J. Mosquera, A.J. van Alfen, J.M.G. Hol, G.M. Nijeboer en Th.A. van Dueck (2004): *Invloed van een landschapselement (windsingel) op de verspreiding van ammoniak uit een varkenshouderij. Meetcampagne 2003*. Plant Research International B.V. Wageningen, Nota 287.
- Dijk, van C.J., Th.A. van Dueck, G.W.W. Wamelink en J. Mosquera (2005): *Invloed van een landschapselement (windsingel) op de verspreiding van ammoniak uit een varkenshouderij. Eindrapport*. Plant Research International B.V. Wageningen, Nota 333.
- Groot Koerkamp, P.W.G., G.H. Uenk en H. Drost (1996): *De uitstoot van respirabel stof door de Nederlandse veehouderij*. IMAG rapport nr. 96-10.
- Hove, van L.W.A. (2006): *De invloed van de geplande groengebieden nabij de N201 op de achtergrondconcentratie van fijn stof*. Alterra rapport nr. 05/ALT3781, Wageningen UR.
- Kuypers, V.H.M., en E.A. de Vries (2007): *Groen voor lucht. Van theorie naar groene praktijk, toepassingen om lucht te zuiveren*. Alterra, Wageningen UR.
- Mitchell, B.W., J.W. Baumgartner (2007): *Electrostatic Space Charge System for reducing dust in poultry production houses and the hatchery*. International dustconf2007, April 2007. The Netherlands.
- Osman, S.P.L., R.M. Kay en J.E. Owen (1999): *Dust reduction in pig buildings using an applicator to spread oil directly on pigs*. Proceeding of International Symposium on Dust Control in Animal production Facilities, Aarhus, Denmark, p253-260.
- Raupach, M.R., J.F. Leys (1999): *The efficacy of vegetation in limiting spray drift and dust movements*. CSIRO technisch rapport nr. 47/99.
- Raupach, M.R., N. Woodds, G. Dorr, J.F. Leys, H.A. Cleugh (2001): *The entrapment of particles by windbreaks*. Atmospheric Environment, volume 35, p 3373-3383.
- Smeets, W.L.M., W.F.Blom, A. Hoen, B.A. Jimmink, R.B.A. Koelemeijer, J.A.H.W. Peters, R. Thomas en W.J. de Vries (2007): *Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen van schonere lucht*. MNP rapport nr. 50009101/2007.
- Takai, H. (2007): *Factors influencing dust reduction efficiency of spraying of oil-water mixtures in pig buildings*. International Dustconf2007, April 2007. The Netherlands.

Weijers, E.P., G.P.A. Kos, W.C.M. van den Bulk, A.T. Vermeulen (2007): *Onderzoek naar de luchtkwaliteit rondom een vegetatiestrook langs de snelweg*. ECN rapport nr. ECN-E--07-011.

Wesseling, J.P., J. Duyzer, A.E.G. Tonneijk, C.J. van Dijk (2004): *Effecten van groenelementen op NO₂ en PM₁₀ concentraties in de buitenlucht*. TNO-rapport nr. R2004/383.

Internet

www.extension.iastate.edu/Publications/PM1970a.pdf, augustus 2007

www.beiagsolutions.com, augustus 2007

What is EPI?

EPI or Electrostatic Particle Ionization is a USDA-ARS proven technology for use in the agricultural market for control of particulate emissions, odor, ammonia, and pathogens.

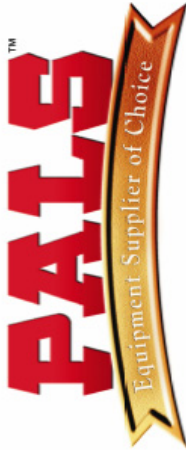
EPI works through "concrete" and relatively simple physics. The EPI settles suspended material similar to metal shavings attracted to a magnet.

In multiple USDA studies the EPI technology has proven to efficiently remove between 60 to 80 percent of dust, odorous gases like ammonia, and even greatly reduce pathogens, in such heavily dust-laden facilities as commercial hatching cabinets, breeder, broiler, and caged-layer barns. It has also been shown to reduce airborne levels of disease-causing pathogens, such as salmonella, by 95% or more; to reduce airborne disease transmission; and to kill airborne and surface pathogens at close range.

The EPI system will positively change a livestock environment overnight. It's that good, and that quick in terms of its environmental impact.



EPI captures yellow dust, 1/2 inch thick, on stainless steel hatchery equipment at Fieldale Farms Hatchery... Hatchlings and workers are thankful.



Contact PALs, your supplier of choice for a free EPI Quotation.

1-800-328-8842

Visit the BEI website or contact BEI for more information.

www.beigsolutions.com

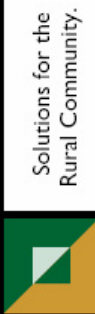


Baumgartner Environics, Inc.

P.O. Box 165
Olivia, MN 56277

Phone: 800-823-4234
Fax: 320-523-1998

Email: mbaumgartner@bei-ec.com




Solutions for the Rural Community.




What would you do for bigger profits?

Here's a Good Idea...



Here's a Great Idea...



Electrostatic Particle Ionization by Baumgartner Environics, Inc.



EPI System

Baumgartner Environics, Inc.
Tel: 800-823-4234 / 800-328-8842
BEI PALs