

## Fijnstof: De Bron

### PLAN VAN AANPAK

#### Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
	1.1 Belang	2
	1.2 Doelstelling	3
	1.3 Aanpak	3
2	Fijnstof	4
	2.1 Samenstelling van fijnstof en de risico's	4
	2.2 Fijnstof norm	4
	2.3 Gewenst resultaat	5
	2.4 Aanpak	5
	2.5 Toekomst	6
3.	Bronaanpak	6
	3.1 Dieren	6
	3.2 Voer	7
	3.3 Mest	9
4	Stofreductie na de bron	10
	4.1 Ionisatie	10
	4.1.1 IC-ionIC	10
	4.1.2 Radiant Catalytic systeem	11
	4.1.3 ENS positieve ionisatie	12
	4.2 Olienippel	12
	4.3 Recirculatie met ionisatie	13
	4.3.1 Airlife systeem	13
	4.3.2 Flimmer filter	14
	4.4 Watermistsysteem	14
5	Afzuiging voerbakken	14
6	Maskers	15
7	Keuzewaaier	15
8	Diergezondheid	16
9	Actualiteit	16
Bijlage	Resultaten voerbehandeling	17



## 1 Inleiding

### 1.1 Belang

Varkenshouders & medewerkers brengen veel tijd door in stallen tussen de dieren. Stof is in grote mate aanwezig in veestallen en in het bijzonder in varkens- en pluimveestallen. De varkenshouder en medewerkers ademen gedurende hun verblijf in de stallen stof in. Over de mate van schadelijkheid en de factoren die dat beïnvloeden is relatief weinig bekend. Daarmee is ook weinig bekend hoe een veehouder de gevolgen voor de betrokkenen kan beperken.

Navraag bij Achmea in hoeverre stof een toenemend probleem is voor het veroorzaken van arbeidsongeschiktheid leverde geen gegevens op. Dit werd niet specifiek bijgehouden en het toenemende aantal buitenlandse werknemers in de veehouderij veroorzaakt ook dat er geen duidelijk inzicht is op de omvang van het probleem vanuit de grootste verzekeraar in agrarisch Nederland. Buitenlandse werknemers verdwijnen weer naar het buitenland als ze gezondheidsklachten krijgen.

Bovendien bestond het idee bij Achmea dat verzekerden met longproblemen t.g.v. stof zelf naar oplossingen voor het probleem zochten en niet in het ( gedeeltelijke) afkeuringstraject terecht kwamen.

Er komen steeds meer voorbeelden van oudere veehouders die problemen krijgen met hun longen. Was dit te voorkomen geweest? Wat is nu eigenlijk de omvang van het probleem?

In lucht zitten, hoe schoon ook, altijd kleine, vaste en vloeibare deeltjes. Dit wordt 'Particulate Matter'

(PM) genoemd. De deeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm (een honderdste millimeter), worden aangeduid met 'PM10'. Deze kleine deeltjes zijn in staat diep in de luchtwegen van mens en dier door te dringen en kunnen de gezondheid schaden. Zowel bij de sector als de overheid bestaat de wens om de concentraties van stalstof in de lucht te verlagen door het ontstaan van stof bij de bron tegen te gaan.

Een van de meest schadelijke stoffen in stallucht zijn de endotoxinen. Dit zijn afbraakproducten van ziekteverwekkende bacteriën. De endotoxinen komen de longen binnen doordat ze zich binden aan stalstof. In de longen veroorzaken ze kleine ontstekingsreacties. Dat kan leiden tot acute ademhalingsproblemen of op termijn tot een sterk verminderde longfunctie. Voor endotoxinen is een norm van 200 Endotoxine Units (EU) per kuub gemiddeld over een 8-urige werkdag ingevoerd geweest. Die is in 2003 ingetrokken om het bedrijfsleven de kans te geven om systemen



te ontwikkelen om onder deze norm uit te komen. Inmiddels is deze norm achterhaald. De Gezondheidsraad adviseert sinds vorig jaar een maximum van 90 EU per kuub gemiddeld over een achturige werkdag. De Sociaal Economische Raad (SER) is nu nog bezig om te kijken hoe deze norm moet worden ingevoerd.

Voor de varkenshouderij is deze norm een zwaard van Damocles. Er is vrijwel geen varkensbedrijf dat momenteel deze norm kan behalen. Vaak is de werkelijke belasting vele malen hoger dan deze norm. Dat betekent dat feitelijk iedere varkenshouder of medewerker zijn werk zou moeten verrichten met een angeblazen (half)gelaatsmasker om problemen te voorkomen.

Naast endotoxinen vormen ammoniak en fijn stof een belasting voor het ademhalingsorgaan. Ammoniak is op zichzelf al een nadelige factor, maar vooral schadelijk omdat het problemen door fijn stof en endotoxinen verergert.

Fijn stof is sowieso al schadelijk. Stof met een diameter van minder dan 10 micrometer (PM10) komt in de bovenste luchtwegen en kan daar irritatie en geblokkeerde luchtwegen opleveren. Fijn stof van 2,5 micrometer PM 2,5 en kleiner komt diep in de longen tot in de longblaasjes terecht. Daar geeft het ontstekingsreacties. Het lichaam wil dit stof kwijt en gaat ten aanval. Door de voortdurende blootstelling aan fijn stof kunnen daardoor grote problemen ontstaan. De longfunctie gaat achteruit. Dat wil zeggen de longen kunnen minder zuurstof opnemen en kooldioxide afgeven.

Zijn er management maatregelen bekend of te bedenken die stofprobleem te reduceren? Zijn er persoonlijke beschermingsmiddelen die voldoende beschermen bieden én werkbaar zijn? Waaraan moeten deze beschermingsmiddelen voldoen?

Het stofprobleem in de veehouderij moet aangepakt worden omdat het een gezondheidsrisico van formaat is. Dit gezondheidsrisico heeft naast persoonlijke drama's ook gevolgen voor de gezondheidszorg.

De hinderlijke gevolgen van stof worden dagelijks ervaren, helaas is er nog te weinig bekend over oorzaak en maatregelen om de gezondheid van veehouder en medewerker op dit gebied te waarborgen.

## 1.2 Doelstelling

Inzicht krijgen in veroorzakende bestanddelen en hun mogelijk schadelijk effect

Komen tot een pakket aan maatregelen om gezondheidsklachten te beperken zowel in de stal voor personen die daar werken, de dieren maar ook omwonenden van een veehouderij

Komen tot bewustwording onder betrokkenen.



*Om e.e.a. te realiseren is het project Fijnstof de Bron opgezet en is mede gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie en het Programma voor Plattelandsontwikkeling.*

### 1.3 Aanpak

In kaart brengen van de huidige situatie door desk research en bevragen van deskundigen

Een stappenplan maken, waar de volgende aspecten aan de orde komen:

- Samenstelling van het stof?
- Wat zijn de schadelijke bestanddelen en in welke mate komen deze voor?
- Wat zijn de gezondheidsrisico's?
- Hoe groot is het probleem sectorbreed?
- Is er verschil in het stofprobleem binnen houderijsystemen?
- Welke bedrijfsactiviteiten vormen het grootste risico?
- Bestrijdingsmethoden van stof?
- Zijn er bouwkundige oplossingen?
- Is het probleem met andere voedermethoden te reduceren?
- Welke persoonlijke beschermingmiddelen zijn er en zijn deze werkbaar?
- Adviezen voor collega's en industrie

## 2 Fijnstof

### 2.1 Samenstelling fijnstof en de risico's

Fijn stof is een verzamelnaam voor alle in de lucht zwevende deeltjes, die sterk kunnen variëren in grootte, samenstelling en oorsprong. Meestal wordt fijn stof gekarakteriseerd als PM10: stofdeeltjes ('Particulate Matter') met een diameter kleiner dan 10 µm die bij inademing in de luchtwegen en longen terecht kunnen komen. Dit PM10-stof bestaat uit een groot aantal deeltjes welke sterk kunnen variëren in grootte,



oorsprong en chemische samenstelling. De grovere fractie uit het PM10-stof (tussen de 2,5 en de 10 µm) bestaat vooral uit deeltjes die het gevolg zijn van mechanische processen en opwaaiend bodemstof. De fijnere fractie, deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 µm (PM2,5), kan bij inademing dieper in de luchtwegen en longen doordringen. Deze fractie bestaat vooral uit deeltjes die het gevolg zijn van verbrandingsprocessen, waaronder dieselroet. De PM concentratie wordt uitgedrukt op basis van het gewicht van het stof en uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup> of mg/m<sup>3</sup>.

## 2.2 Fijnstof norm

Fijn stof is niet alleen schadelijk bij blootstelling aan hoge concentraties. Ook bij lage concentraties fijn stof kan gezondheidsschade ontstaan. Voor fijn stof bestaat daarom geen gezondheidkundige grenswaarde waaronder geen gezondheidseffecten optreden. De WHO heeft om deze reden lange tijd geen enkele advieswaarde voor fijn stof willen noemen. In 2005 heeft de WHO wel gezondheidkundige advieswaarden opgesteld voor fijn stof. Deze liggen beduidend lager dan de huidige wettelijke grenswaarden die in hoge mate door economische en politieke drijfveren zijn bepaald. Op dit moment is in de Nederlandse wetgeving alleen een normstelling van kracht voor fijn stofdeeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm (PM10). Vanaf 2015 worden ook normen voor PM2,5 opgenomen, zie onderstaande overzicht met normen voor de luchtkwaliteit.

	EU (huidig)	EU (2015)	WHO
daggemiddelde (PM10)	50 µg/m <sup>3</sup> (max. 35 overschrijdingen)	50 µg/m <sup>3</sup> (max. 35 overschrijdingen)	50 µg/m <sup>3</sup> (max. 3 overschrijdingen)
jaargemiddelde (PM10)	40 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
daggemiddelde (PM2,5)	n.v.t.	n.v.t.	25 µg/m <sup>3</sup> (max. 3 overschrijdingen)
jaargemiddelde (PM2,5)	n.v.t.	25 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
jaargemiddelde stedelijke concentraties (PM2,5)	n.v.t.	20 µg/m <sup>3</sup>	n.v.t.



### 2.3 Gewenst resultaat

De discussies die ontstaan naar aanleiding van bovenstaande aanpak zullen het inzicht in de problematiek vergroten.

Alles is gericht op het bewustwordingsproces, het inperken van de gezondheidsrisico's en het komen tot praktische maatregelen die de risico's van gezondheidsproblemen door het ontstaan en de verspreiding van stof te minimaliseren.

### 2.4 Aanpak

Wil je de uitstoot van fijn stof aanpakken kun je dit doen door de lucht voor het verlaten van de stal te zuiveren (end of pipe) of je kiest voor aanpak bij de bron.

Dit laatste heeft de voorkeur want dan heeft het varken en de verzorger er ook nog voordeel van.

Er zijn drie veroorzakers:

Het voer, het varken en de mest elk in ongeveer gelijke bijdrage.

### 2.5 Toekomst

Een mens mag een varkens/pluimveebedrijf alleen nog binnen met een aangeblazen gelaatsmasker. Tenminste als het advies van de Gezondheidsraad voor een endotoxinenorm van 90 EU wordt opgevolgd. Aanpak van endotoxinen bij de bron vraagt om de reductie van fijn stof, dat op zichzelf ook al schadelijk is voor de gezondheid.

Het is al jaren duidelijk dat fijn stof, endotoxinen, maar bijvoorbeeld ook ammoniak een probleem vormen voor de gezondheid van de mensen die in een pluimvee/varkensstal werken. In de jaren '80 en '90 hebben onderzoekers dat al aangetoond. De slechte luchtkwaliteit in de stal leidt tot hoesten, niezen, kortdurende acute klachten als kortademigheid, een longfunctie die steeds verder achteruit gaat, COPD (obstructie van de luchtwegen door bijvoorbeeld chronische bronchitis) en astma. Omdat pluimvee/varkenshouders en hun medewerkers tegenwoordig vaak de hele dag in de stal werken is het risico alleen maar toegenomen. Het netwerk "Fijnstof, de bron" wil het stofprobleem opnieuw onder de aandacht brengen bij dierhouders. Noodzakelijk, want gezondheidsproblemen door een ongezonde stallucht niet zijn terug te draaien. Een slechte longfunctie verbetert vaak niet meer, wel is een verdere achteruitgang te voorkomen. Op dit moment is vrijwel de enige goede maatregel de hele dag werken met een aangeblazen gelaatsmasker.



Het is dan ook de hoogste tijd dat er maatregelen komen die het probleem bij de bron aanpakken. Zodat medewerkers en varkenshouders het grootste deel van de arbeid kunnen uitvoeren zonder adembescherming. Alleen bij het verplaatsen van dieren en stal schoon spuiten zal dat wel noodzakelijk blijven.

### 3 Bronaanpak

De grootste bronnen van stof in een varkensstal zijn:

1. dieren (vooral huidschilfers en haren)
2. voer
3. mest

#### 3.1 dieren

Huidschilfers zijn bij biggen/varkens de grootste bron van fijn stof in een stal. Door luchtbeweging in de stal t.g.v. ventilatie blijven deze stofdeeltjes lange tijd in de lucht hangen en worden dan ingeademd door de dierverzorger.

Bronaanpak:

- Door via een borstel olie op de huid aan te brengen is deze bron te verminderen, is al eens aangetoond. In Sterksel is een onderzoek uitgevoerd met een soortement speeltje die olie op de huid brengt. De huidschilfers blijven door de olie plakken aan de huid, de vloer en inrichting. Nader onderzoek naar de vermindering van de uitstoot en eventuele effecten op hygiëne, gezondheid, schoonmaken en dergelijke is echter noodzakelijk. En dat geldt ook voor systemen die olie in de afdeling vernevelen.
- Gezonde varkens met een glanzende huid en weinig haargroei zorgen voor minder huidschilfers en dus voor minder stof. Dit zijn hoofdzakelijk managementmaatregelen die de gezondheid beïnvloeden. Denk aan ziektedruk, ventilatie, temperatuur, etc.
- Dag / nacht ritme in de stal omdraaien. Als dieren actief zijn is de verspreiding van stof groter dan wanneer de dieren in ruste zijn. Door te controleren op momenten dat het voor het gevoel van de dieren nacht is, is het stofgehalte in de lucht aanmerkelijk lager en dus minder schadelijk voor de dierverzorger.
- Verplaatsen van dieren zo veel mogelijk gegroepeerd en op één moment. Tijdens het verplaatsen is dragen van een PBM (persoonlijk bescherming middel) een noodzaak. Door vervolgens werkzaamheden te gaan verrichten op dat deel van het bedrijf waar geen dierverplaatsingen hebben plaatsgevonden kan op het andere deel van het bedrijf het stofgehalte in de lucht weer zaken naar



“normale” waarden. Dit vraagt planning en organisatie van de varkenshouder.

- Door het kiezen van een andere kleur dan wit licht bij controles zijn de dieren rustiger en gaan niet rondrennen wat een veel hogere stofconcentratie veroorzaakt. Dit vraagt investeringen in een gescheiden lichtstelsel.
- Afzuiging via de roosters en door de put. Op deze wijze “trek” je de stofdeeltjes de put in en wordt de stofconcentratie op ademhalingsniveau van de dierverzorgers verlaagd.

### 3.2 voer

In elke afdeling waar dieren zijn gehuisvest wordt voer naar binnen gebracht. De aard, samenstelling, wijze van transport, vochtgehalte, en vorm van het voer bepalen in welke mate stof optreedt.

Bronaanpak:

- Na de productie van het voer wordt het in de bulkwagen gelost. Het voer valt door vrije val in de bulkwagen. Hier is geen winst te behalen. Net als bij het transport. Bij het lossen van het voer is wel weer wat te winnen. Bij lage druk lossen is positief voor de korrel. Korte lospijpen, maar vooral geen scherpe bochten in de aanvoerleidingen van silo zijn van belang voor de korrel. Horizontale of bijna horizontale vulpijpen zorgen voor extra beschadigingen van de korrels
- Bij buitenopslag meer temperatuurswisselingen dan bij binnenopslag met als gevolg een brozere korrel en meer stofvorming.....Het voer in polyester silo's worden warmer dan stalen silo's. Minder temperatuursverandering is gunstig voor een goede korrel. Het streven is vaak om vanwege de maximale bulkkorting (te) grote hoeveelheden voer te bestellen. Hoe langer de korrel in de silo verblijft des te slechter voor de kwaliteit van de korrel. Het is dus zaak de silogrootte en bestelhoeveelheden af te stemmen op de bedrijfsgrootte
- Voervijzels, hopperbakken, meeneem kabels, het aantal bochten en de lengte en omvang van deze installaties zijn allemaal nadelig voor de korrelkwaliteit en produceren dus stof. Korte lijnen, weinig bochten, weinig hoppers en de plaats van de buitensilo zorgen voor lagere stof emissie. Dit is vooral belangrijk bij het ontwerp in geval van nieuwbouw
- Een deksel op de bak reduceert vrijwel geen (fijn)stof. Dit gaat met de lucht uit de bak als er voer inkomt. Bij het VIC te Sterksel zijn proeven gedaan met afzuiging aan de rand van de droogvoederbak. Dit zorgde voor een substantiële stofreductie bij het vullen van de





bakken. Het is nu aan het bedrijfsleven om dit initiatief op te pakken en met een systeem op de markt te komen.

- Computer droogvoer installaties t.o.v. traditionele voerverstrekking heeft door deze wijze van voeren een hoger stof emissie tot gevolg. Door de extra bewerkingen, mengen en wegen, aan het droogvoeder, ontstaan meer beschadigingen en dus stof wat zich gemakkelijk verspreidt met het vullen van de bakken.
- Het doseermecanisme van de droogvoer/brijbak is van invloed op de korrel. Bij te krappe afstelling meer stofvorming. Het doseermecanisme beschadigt de korrel. Des te vaker een varken het mechanisme moet bedienen voor zijn hoeveelheid voer des te meer stofvorming. Een juist afgestelde droogvoer/brijbak is gunstig om stofvorming tegen te gaan. Bij ruim afgestelde bakken komt er te veel voer in de trog en gaan de varkens er mee wroeten en spelen wat stofvorming tot gevolg heeft. Bij vleesvarkens is 70 gram voer bij 10 bewegingen van het doseermecanisme een veel gehanteerde norm.
- Brijvoer geeft minder stof, het transport in de stal tot en met de opname door het varken is met brij geheel stofvrij. Enkel in de brijkeuken ontstaat wat stof bij het vullen van de menger. Brijvoer geeft ten opzichte van droogvoer een besparing van 10-20% aan stofemissie.
- Het grootste aandeel voer is in de vorm van korrel. Er wordt ook kriks en meel verhandeld. Dit is uit het oogpunt van stof slechter dan korrel.
- In het fabricageproces van voer wordt rekening gehouden met de hardheid van de korrel. Hardheid van de korrel kunnen we rechtstreeks vertalen naar (fijn)-stof. Hoe harder de korrel hoe minder stof. De hardheid van de korrel moet zodanig zijn dat er geen meel in de bakken komt na de vele handelingen (van fabricage tot in de voerbak) maar ook weer niet te hard anders vreten de varkens het voer niet. Vooral bij biggen is dit van belang.
- De verhouding en samenstelling van de grondstoffen bepalen de persbaarheid en hardheid van de korrel in hoge mate. Door toevoeging van melasse is een betere korrel te maken. Dit laatste wordt bewust om die reden gedaan.
- Een dikkere matrijs geeft een hardere korrel. In proeven werd een matrijs van 90 mm gebruikt. Hier kwam een korrel uit die te hard werd om opgevreten te worden door de varkens. Door een matrijs te gebruiken van 55 mm werd het probleem van een te harde korrel opgelost.
- Door langzamer te persen (korrel verblijft langer in de pers) ontstaat een betere korrel. Vanwege capaciteitsvermindering (commercie) wordt dit niet veel toegepast.



- Als de buitentemperatuur laag is, wordt de korrel beter met lucht gekoeld en wordt er een betere korrel gemaakt. Dit zou te ondervangen zijn door de gebruikte buitenlucht vooraf te koelen.
- Door vet op de korrel te spuiten ontstaat een korrel die minder stof geeft. Dit wordt echter weinig toegepast. Het is een extra handeling die commercieel (nog) niet te vermarkten is. Metingen geven een grote variatie aan uitkomsten die variëren tussen de 39 en 80% reductie van stofemissie. Waarbij de reductie in de stal rond de 39% lag.

### 3.3 mest

In mest zitten zowel organische als anorganische bestanddelen. Droogt de mest in dan ontstaat stof. Mest dat vochtig is en in de put zit veroorzaakt geen stof.

#### Bronaanpak:

- Zorgen voor schone stallen en minder vervuiling van de dichte vloer zijn daarom gunstig. Dat zorgt voor minder ammoniak en dat is gunstig want ammoniak irriteert de luchtwegen en verergert de problemen door fijn stof en ammoniak.
- Opgedroogde mest is echter vooral nadelig omdat het een grote bron is van fijn stof en endotoxinen. Het is te hopen dat er bij de ontwikkeling van het varkenstoilet ook het effect op fijn stof en endotoxinen wordt gemeten.
- Goede mestdoorlaat. Metaalroosters zijn in dit opzicht beter dan betonroosters. Een mestspleet in de hokken zorgt voor een snellere en vollediger afvoer van mest.
- Ondiepe putten, het liefst met riolering of dubbele putten, zorgen voor minder plaatsen waar opgedroogde mest zich kan bevinden. Helemaal optimaal is als ondiepe putten worden meegenomen met schoonmaken van de afdeling.
- Een ideaal ontwerp van het hok met weinig rooster en weinig tot geen hokbevuiling reduceert stof emissie. Het gaat hier om een hok met duidelijk gescheiden functiegebieden van lig, vreet en mestgedrag. Dit gaat in de richting van het varkenstoilet dat op het VIC te Sterksel in onderzoek is.
- Voeding heeft grote invloed op de samenstelling van de mest. Mest moet van een samenstelling zijn dat deze vlot en gemakkelijk door de roosters gaat.
- De gezondheid van de varkens heeft invloed op de consistentie van de mest en daardoor ook op het aan of afwezig zijn van mest in de hokken.



- Verder is het klimaat natuurlijk belangrijk. De belangrijkste factor is natuurlijk dat het niet te warm wordt in de stallen. Hiervoor is het belangrijk dat de juiste ventilatie instellingen ingesteld zijn en e.v.t. koeling van de lucht en/of koeling van de vloer ter preventie van hokbevuiling.

## 4 Stofreductie na de bron

### 4.1 Ionisatie

Een veelbelovende techniek om alle bronnen van fijn stof en endotoxinen aan te pakken lijkt ionisatie. Onderzoek door leveranciers, samen met Albert Winkel, onderzoeker Milieu Huisvesting en Energie bij Livestock Research van Wageningen Universiteit, heeft dat aangetoond. Bij vleeskuikens verlaagt hiermee de hoeveelheid fijn stof over de ronde met ongeveer 50 procent. Bij ionisatie wordt er een elektrisch veld in de stal gemaakt (met behulp van draden bovenin de stal waarop een hoog voltage staat). Hierdoor komen er in negatieve elektrische deeltjes in de lucht. Deze elektrisch geladen deeltjes botsen tegen stof aan, waardoor die stofdeeltjes ook een lading krijgen. Ze worden daardoor aangetrokken door alle geaarde objecten in de stal. De hele inrichting, ook kunststof hokafscheidingen, voer- en waterleidingen komen onder een laag stof te zitten. Het werkt in een varkensstal net zo goed als bij vleeskuikens, weet John Houben, directeur van InterContinental uit ervaring. Dat de hele stalinrichting onder het stof zit is geen mooi gezicht, maar het stof is wel uit de lucht. Wel moet het stof geregeld worden weggehaald, anders neemt de werking van de ionisatie sterk af.

### Systeembeschrijvingen

#### 4.1.1 IC-ionIC (InterContinental)



Foto van het IC-ionIC systeem. Drie coronalijnen met naaldvormige elektroden in proefafdeling

Het IC-ionIC systeem van de firma Inter Continental bestond uit een drietal coronadraden (ca. 12 m per coronadraad, ca. 36 m coronadraad bij 72 varkensplaatsen) met daarop kleine naaldvormige elektroden, welke door de ruimte van de proefafdeling gespannen waren. Op deze draden werd een hoge spanninggezet (-30 kV) bij een zeer laag amperage (<1 mA). Het plafond, wanden en inventaris dienden alle als (geaard) collectoroppervlak. Stofdeeltjes in de lucht ontvangen een elektrische lading van het systeem, gaan 'plakken' aan de collectoroppervlakken en worden zo uit de lucht verwijderd. Op de foto is de stofaanhechting zichtbaar aan het plafond.

In eerder onderzoek gaf het systeem een gemiddelde PM10 reductie van 38% in een experimentele vleeskuikenstal (Cambra-López et al., 2009) en 49% in twee praktijkstallen voor vleeskuikens (Winkel et al., 2011a).

#### 4.1.2 Radiant Catalytic Ionizing (RCI) systeem (Vet-in-air)



Foto's van het RCI systeem boven de voergang.

Het RCI systeem van de firma Vet-in-air bestond uit een hangende kast (Duct-station) welke frisse lucht aanzog van onder de voergang. Deze lucht werd behandeld in de kast en daarna via de zichtbare opening in de kast de afdeling ingeblazen. In het Duct-station wordt de lucht behandeld met inductielampen welke fotokatalytische oxidatiereacties veroorzaken. Hierbij worden vrije radicalen gevormd, zoals ozon. Het werkingsprincipe van het RCI systeem bestaat eruit dat stofdeeltjes samengebonden worden tot grotere deeltjes, uitzakken naar de vloer van de afdeling en vervolgens door de roosters naar de mestkelder worden afgevoerd.

#### 4.1.3 ENS positieve ionisatie

Voor de beeldvorming is dit systeem qua uitvoering gelijk aan negatieve ionisatie.

Voor de luchtreinigingssystemen wordt gebruik gemaakt van het principe "positieve ionisatie", waarbij middels een hoogspanningsbron een positieve spanning op een elektrode wordt gezet. Door de opgewekte ionenwind worden alle fijnstof deeltjes geïoniseerd en slaan vervolgens neer op de geaarde counterelektrode.

Dit principe kan gebruikt worden om fijnstof uit de lucht te reduceren, maar ook voor het verwijderen van waterdamp met daarin alle in waterdamp oplosbare gassen. waar bijvoorbeeld ammoniak aan gebonden is. Het grote voordeel van het bovengenoemde principe voor het reinigen van lucht is de zeer geringe weerstand, waardoor de systemen weinig stroom verbruiken en dus erg energiezuinig zijn.

De reductie van fijnstof is c.a. 62%

#### 4.2 Olienippel (MS Schippers)



Foto van de olienippels achter in de hokken

De olienippels van de firma MS Schippers bestaan uit een voorraadvaatje gevuld met plantaardige olie en een verticale staaf welke vanuit de bodem naar beneden steekt, tussen de flanken van de varkens. De staaf kan in de bodem van het vaatje scharnieren. Elke keer wanneer een varken tegen de staaf beweegt, komt er een beetje olie vrij op de staaf. Zo brengen de varkens zelf olie aan op hun huid en vervolgens op alles wat met hun huid in aanraking komt. Het werkingsprincipe van de olie bestaat eruit dat stofdeeltjes worden gebonden, zodat deze niet (opnieuw) in de lucht opgenomen worden. In eerder onderzoek in Engeland bleken een olieroller en olieborstel in staat de concentratie respirabel stof met 41-63% te verlagen.

### 4.3 Recirculatie met ionisatie

Een goede optie is ook om de ionisatie te combineren met recirculatie van stallucht. Daarbij gaat de lucht dan door een luchtbehandelingskast met daarin de ionisatie-installatie. Het stof uit de lucht wordt afgevangen. In de installatie zit een automatische wasinstallatie die het stof geregeld weg wast. De ionisatie werkt daardoor altijd optimaal. Volgens Winkel kan de unit 50 tot wel 70 procent uit de gerecirculeerde lucht halen. De verlaging in de stal hangt dan af van de hoeveelheid recirculatie. Dat zou onderzocht moeten worden. Belangrijk zal het ook zijn om het effect te onderzoeken op de gezondheid van de dieren. Een installatie om stof af te vangen kost nu eenmaal geld. Het zou mooi zijn als de investering is terug te verdienen doordat de vermindering van stof leidt tot betere technische resultaten, minder ziektedruk en daarmee een lager antibiotica- of vaccingebbruik.

Hierna de beschrijving van twee recirculatiesystemen.

#### 4.3.1 Airlife systeem (Luwatec en Multiheat)



Foto van het Airlife systeem. Uitstroom van met Airlife behandelde lucht de afdeling in.

Het Airlife systeem van de firma's Luwatec<sup>3</sup> en Multiheat bestaat uit een luchtbehandelingskast op de centrale gang. Buitenlucht wordt aangezogen, behandeld in de kast en in de afdeling verspreid. In de luchtbehandelingskast worden zuurstofionen gevormd (O<sub>2</sub> - en O<sub>2</sub> +) die oxidatiereacties aangaan met in de lucht aanwezige (organische) componenten, welke worden omgezet in o.a. O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> en



H2O. De werkzaamheid van deze techniek tegen stof in de lucht komt uit op 3,4% reductie.

#### 4.3.2 Flimmer filter (Zehnder Clean Air Solutions)



Foto van de Flimmer filter.

Het Flimmer filter (type E3000) van de firma Zehnder Clean Air Solution<sup>4</sup> bestond uit een luchtbehandelingskast met achtereenvolgens een instroomopening, een voorfilter (zakkenfilter), een Flimmer filter (elektrostatisch filter), een ventilator, en een uitstroomopening. De maximale ventilatiecapaciteit van de ventilator bedroeg 3000 m<sup>3</sup>/uur. Bij de hoogste ventilatie-instelling van 75-80% werd de luchtinhoud van de afdeling (ca. 235 m<sup>3</sup>) ongeveer 10 keer per uur door de kast gezogen. Het Flimmer filter wordt vooral toegepast ter verlaging van stofconcentraties in logistieke en industriële productieruimtes. De stofreductie van dit systeem komt uit op 28%.

#### 4.4 Watermistsysteem

Het watermist systeem wordt momenteel onderzocht op VIC Sterksel op reductie van fijnstof. Bij het systeem wordt om bepaalde tijd (ongeveer 5 min.) een fijne nevel in de stal geblazen. Hierdoor wordt het fijnstof gebonden en slaat neer op de vloer. Het systeem kan voor meerdere doeleinden worden gebruikt. Te denken valt aan temperatuur regeling (koeling van de lucht), inweken van de stal voor het schoonspuiten, uitdoven/vertragen van stalbranden en evt. toediening van medicatie. Exacte cijfers van de fijnstof reductie zijn nog niet bekend.

### 5 Afzuiging voerbakken

Bij het VIC te Sterksel zijn proeven gedaan met afzuiging aan de rand van de droogvoederbak. Dit zorgde voor een substantiële stofreductie bij het

vullen van de bakken. Het is nu aan het bedrijfsleven om dit initiatief op te pakken en met een systeem op de markt te komen.

## 6 Maskers

Simpele stofkapjes blijken vrijwel nutteloos. Ze houden fijn stof en endotoxinen niet tegen. Onderzoek door het netwerk 'Stof pak 't aan' heeft aangetoond dat alleen een zogeheten P3 filtering een goede bescherming biedt. Een aangeblazen halfgelaatsmasker werkt daarbij het prettigste, omdat het ademen dan geen extra inspanning vergt. Daardoor zal de gebruiker het masker ook gemakkelijker ophouden. Een masker tussendoor afzetten is overigens heel slecht. Er komt dan stof aan de achterkant en dat ademt de gebruiker dan in. Zeker bij werkzaamheden als het schoonspuiten van stallen en het verplaatsen van dieren is het aan te raden een aangeblazen masker te gebruiken.

- Halfgelaat maskers
- Aangeblazen half gelaat maskers
- Aangeblazen volgelaat maskers

## 7 Keuzewaaier fijnstof

Systeem	Fijnstof		VERBRUIK		Jaarkosten	Jaarkosten per 10 % reductie
	Reductie %	Stroom	olie /dag	Jaarkosten		
IC-ionIC	36	0,6 kWh		€ 3,18	€ 0,88	
RCL	0,1	1,2 kWh		€ 2,84		
Olienippel	62	-	6 ml	€ 5,30	€ 0,85	
Airlife systeem	3,4	19,5 kWh		€ 17,10		
Flimmer filter	28	4,2 kWh		€ 7,13	€ 2,55	
ENS *ionisatie	62	0,05 kWh		€ 5,32	€ 0,86	
Watermist syst.						

Bron: Rapport 654 van 2012

Ontwikkeling en evaluatie van technieken ter verlaging van stofconcentraties in varkensstallen.





Aangevuld met info van ENS 2014

### Toelichting:

Het stroomverbruik is voor een afdeling van 72 varkens. ENS ionisatie 268 varkens per afdeling. Jaarkosten per plaats per jaar.

Bij een bedrijf et 3.000 vleesvarkens zijn de kosten om 30 % reductie te halen tussen de € 7.650 (olienippel) en € 22.950 (Flimmer filter)

Het is daarom te hopen dat er ook een verbetering van de technische resultaten mogelijk blijkt door stof uit de lucht te halen. Lukt het allemaal niet dan rest voor de varkenshouder en zijn medewerkers op termijn alleen het voortdurend werken met (volledige) adembescherming. Want een schadeclaim van een ziek geworden medewerker zal onbetaalbaar blijken

### 8 Diergezondheid

De onderzoeken in de literatuur zijn niet eensluidend. Donham e.a. 1991 vond door hoge concentraties stof meer longontsteking en borstvliesontsteking bij vleesvarkens en een hogere biggensterfte in het kraamhok. Hamilton 1999, ontdekte dat fijnstof het ontstaan van Atrofische Rhinitis faciliteert.

Aarnink 2003, kon geen verband vinden tussen fijnstof en het ontstaan van ziektes. Roelofs 1993, concludeerde in zijn onderzoek dat de blootstellingsduur voor varkens aan fijnstof te kort is om problemen te veroorzaken.

### 9 Actualiteit

#### Voerbehandeling

Door samenwerking van ENS, Vitelia en Arvalis zijn er een aantal praktijkproeven gedaan om te kijken of er met voeraanpassing een reductie te halen was met fijnstof reductie.

Het blijkt dat er met een voerbehandeling, met voer van dezelfde samenstelling, aanzienlijke reductie van fijnstof is te behalen.

Het vet (sojaolie) is bij het standaard voer in het mengsel in de korrel geperst. Bij de proefversie is het vet via de vacuümcoater in de korrel getrokken.



De fijnstof reductie varieerde van 39 tot 80 % afhankelijk van de meet plek. Bij het meten tijdens het storten in de voorraad bunkers werd 80 % gevonden, bij het handmatig vullen van de voerbakken 39 % en bij een vervolgproef in het lab kwam er 56 % uit.

Dit geeft aan dat er duidelijk dat er met voerbehandeling een fijnstof reductie gehaald kan worden.

In de bijlage zijn deze proeven uitgebreid te lezen.

Bijlage 1.

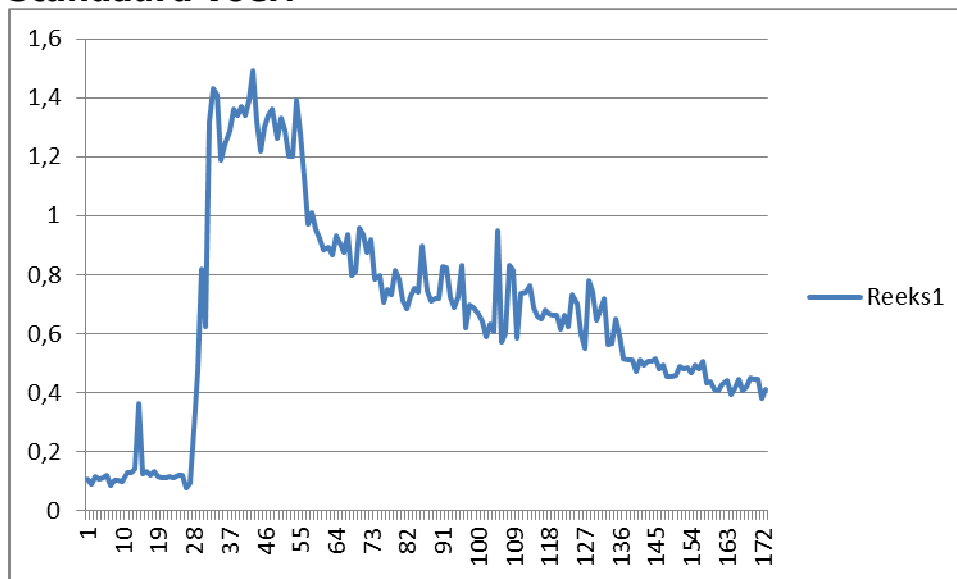
Methode:

### **A: Voer in de voorraadbunker**

Power startvoer van Vitelia.

Het fijnstof wat vrijkomt bij het lossen in de voorraadbunker.

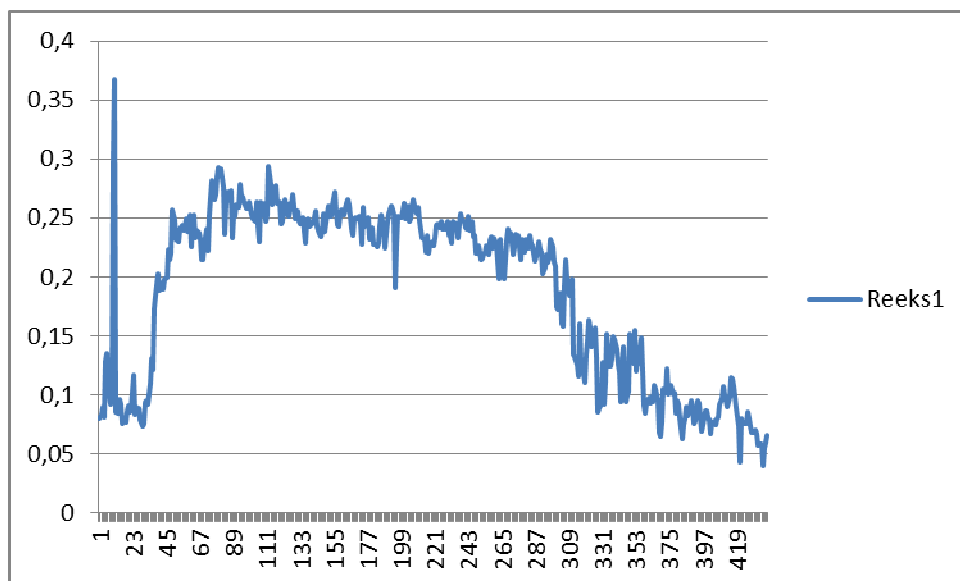
#### **Standaard voer.**



Y-as: PM 10 concentratie in mgr/M3

x-as: Meetmomenten (elke 5 sec.)

#### **Voer met vet via de vacuüm coater.**



Y-as: PM 10 concentratie in mgr/M3  
 x-as: Meetmomenten (elke 5 sec.)

De piek in begin is een opstartpiek bij het vallen van het voer in de bunker.

Hierna zien we dat bij het standaard voer de waarde uitkomt op 1,2 mgr. .  
 Bij het andere voer is dit ongeveer 0,25.

Reductie: van 1,2 naar 0,25 = 0,95 mgr reductie. Dit is 79 %  
 Volgens Dhr Meijer van ENS is dit een goede benadering.

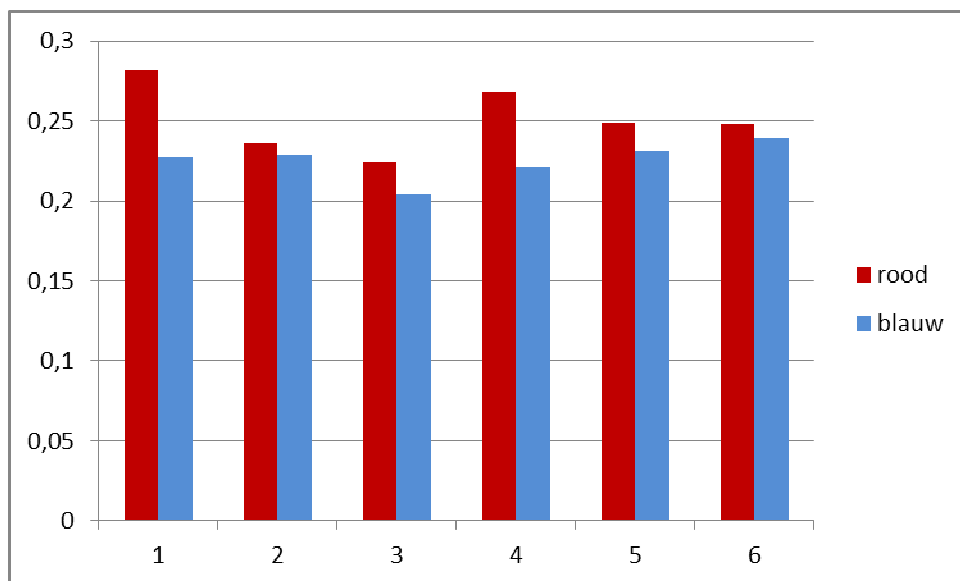
Ga je uit van het gemiddelde dan zien we een daling van 0.664 mgr. naar 0.188 mgr.  
 Dit komt overeen met een reductie van 72 %.

### **B: Voer dosering in de voerbak op het praktijkbedrijf**

De 2<sup>e</sup> test is gedaan op het bedrijf van Dhr Janssen in Oirlo. Hierbij hebben we het voer handmatig in een voerbak gedoseerd via een glijgoot. De zakken zijn opengemaakt en in een zo gelijkmatige manier in de voerbak gedoseerd. Hoogtes en posities zoveel mogelijk gelijk. Praktijksituatie, maar geen wetenschappelijk test.

Rood: Standaard voer

Blauw: Voer vet via vacuüm coater.



Van elke voersoort zijn 6 zakken in de trog gedoseerd.

1e rood gemerkte  
charge:

	1	2	3	4	5	6	gemiddelde in mg/m <sup>3</sup>
Average [mg/m <sup>3</sup> ]	0,282	0,236	0,224	0,268	0,249	0,248	0,251
Minimum [mg/m <sup>3</sup> ]	0,141	0,168	0,139	0,161	0,118	0,141	0,145
Maximum [mg/m <sup>3</sup> ]	0,485	0,341	0,290	0,557	0,388	0,386	0,408

2e blauw gemerkte  
charge:

	1	2	3	4	5	6	gemiddelde in mg/m <sup>3</sup>
Average [mg/m <sup>3</sup> ]	0,227	0,229	0,204	0,221	0,231	0,239	0,225
Minimum [mg/m <sup>3</sup> ]	0,120	0,145	0,140	0,137	0,163	0,142	0,141
Maximum [mg/m <sup>3</sup> ]	0,335	0,304	0,286	0,341	0,303	0,343	0,319

Background concentration:  
mg/m<sup>3</sup>

Average [mg/m <sup>3</sup> ]	0,185
Minimum [mg/m <sup>3</sup> ]	0,122
Maximum [mg/m <sup>3</sup> ]	0,245



Als we corrigeren voor de achtergrond concentratie van fijnstof, komen we op een fijnstof uitstoot van 0,066 mg/ M3 lucht bij standaard voer en 0.040 mg/M3 lucht bij behandeld voer.

De reductie is dan  $0.026 / 0.066 * 100 \% = 39 \%$ .

### **C: Labmethode, voer doseren via een cilinder in een dichte bak.**

Bij de derde methode is er voer in het lab op 123 cm via een cilinder in een dichte bak gedoseerd. Hierbij vonden we weer grote verschillen van 60 % tussen de 2 voersoorten.

LABORATORIUM TEST MET VOERMONSTERS VAN VITELIA.

19 december 2013

Opdrachtgever: Dhr Pieter Swinkels, Arvalis

Uitvoerder: Dhr Henk Meijer, ENS Europe **Testmateriaal**.

De van de proef bij Willem Janssen verzamelde voermonsters. Gecodeerd als "Blauw" en "Rood".

### **Reden**

De stortproef bij Willem Janssen in Oirlo leverde weinig onderscheid op tussen beide voersoorten. Hierbij is handmatig voer uit zakken via een korte goot in de open voerderbakken gedoseerd. Wellicht was de impact door de lage storthoogte te gering.

### **Meetapparatuur.**



Beide monsters zijn getest op de fijnstof emissie bij het storten. Dit is gedaan met een DustTrak 8530.

Een TSI DustTrak II aerosol monitor 8530 meet op basis van lichtverstrooiing de fijn stof concentratie met een resolutie van 0.001 mg/m3.

Gemeten is de PM10 concentratie. Dit is de concentratie aan deeltjes met een aerodynamische diameter kleiner of gelijk aan 10 micron uitgedrukt in milligram per m3.

Temperatuur en relatieve vochtigheid is gemeten met een Voltcraft DL-120TH data logger.

## Opzet

Er is een test opstelling gemaakt om het storten in een stal te simuleren. Vanuit een voorraad vaatje is voer gedoseerd via een pvc-buis in een gesloten emmer. Hierin is de PM10 concentratie gemeten.

De buis was 1,23 m lang met een inwendige diameter van 95 mm. De emmer was 32 cm hoog en de netto storthoogte bedroeg 1,68 meter.

## Vorbereiding

Omdat met beide soorten voer al diverse handelingen waren uitgevoerd deze eerst door windziften ontdaan van overdaad aan los fijn stof zodat een geconditioneerde uitgangssituatie werd gecreëerd.

## Uitvoering



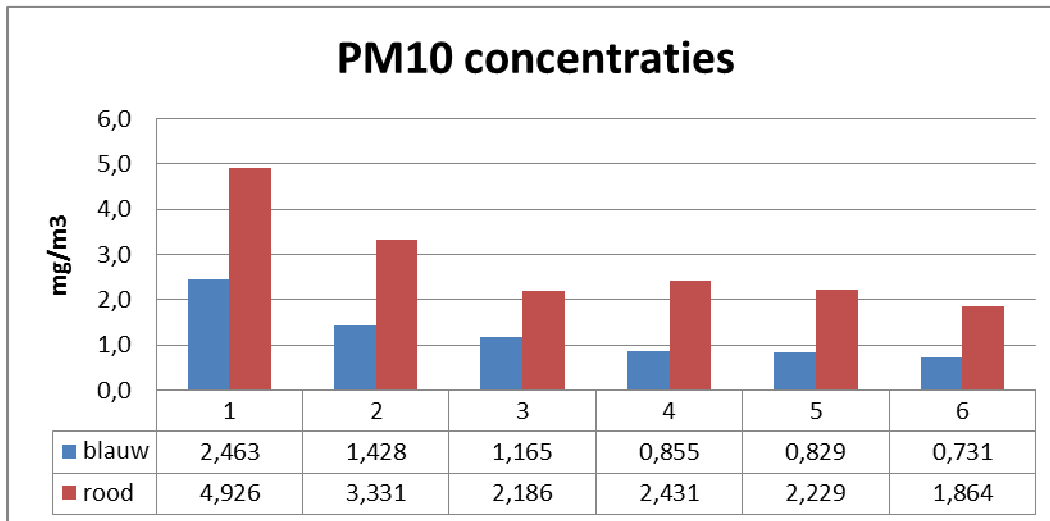
Van beide voersoorten ca 4 liter gedoseerd. Om een eventuele opbouw aan fijn stof te kunnen meten is het zelfde materiaal 6 keer uit de opvangemmer weer in het voorraadvat gedaan en opnieuw gestort.

Tijdens de meting is de DustTrak blijven aanstaan maar de meetslang steeds losgekoppeld van de emmer. Bij dit koppelen en ontkoppelen ontstaan korte hoge stofpieken die bij de beoordeling buiten beschouwing zijn gelaten.

Tijdens de test was de relatieve vochtigheid in de ruimte 56% en de temperatuur 15,8 °C. De relatieve vochtigheid in de gesloten voercontainers was in beide gevallen 70%

## Resultaten.

Er is een duidelijk verschil in fijnstof emissie tussen beide soorten voer. Bij de rode variant is de gemiddelde fijnstof concentratie 2.83 mg/m<sup>3</sup>. Bij de blauwe variant is dit met 1.25 mg/m<sup>3</sup> gemiddeld 56% lager. Dit is beduidend meer verschil dan bij de proef in de varkensstal en komt meer in lijn met de resultaten bij stort proef in de voorraadsilo's bij Vitelia.



Opvallend is dat bij herhaalde storting de fijnstof concentratie van beide varianten niet toeneemt maar juist minder wordt. Blijkbaar is de impact voldoende om loshangend fijnstof vrij te maken maar onvoldoende om nieuw fijnstof te produceren.

## Conclusies

Het aangepaste voer geeft een significante reductie van de fijnstof emissie. De inschatting is dat in de praktijk door stort- en transport handelingen het verschil nog groter zal zijn.

Bijlage 2



Investerings in fijnstofreductie							
Kosten per dierplaats							
Excl. BTW							
			€				
IC-ionIC			19				
Radiant Catalytic Ionizing		7,6			Nieuwbouw		
Radiant Catalytic Ionizing		13,8			Bestaande stal		
Olienippels		11,9					
Airlife systeem		31					
ENS ionisatie		19,4					
Watermiststelsysteem		16-20			excl. Montage		

