



Universiteit Utrecht

Institute for
**Risk
Assessment
Sciences**

Luchtkwaliteitsonderzoek
bedrijvenpark Chijnsgoed

Dr. ir. Inge Wouters
Prof. dr. ir. Dick Heederik

Luchtkwaliteitsonderzoek bedrijvenpark Chijnsgoed

- definitief rapport -

Utrecht, april 2015

Dr. Ir. Inge Wouters

Prof Dr.Ir. Dick Heederik

Institute for Risk Assessment Science (IRAS)

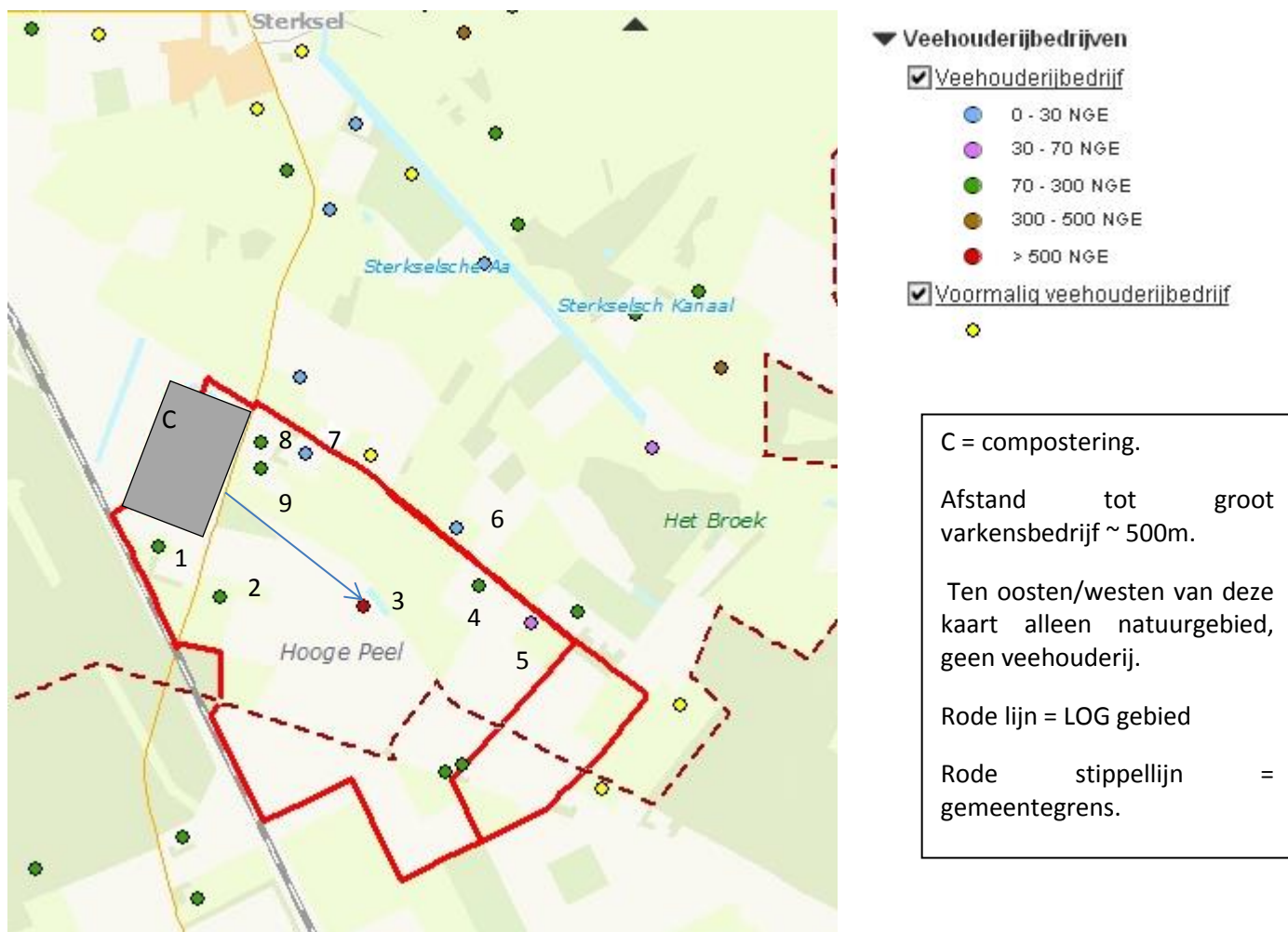
Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Inleiding.....	3
Stand van kennis	3
Doelstelling	4
Werkwijze	5
Meetstrategie en situering van meetlocaties	5
Meteorologie	5
Stof monstername	6
Stofweging	6
Endotoxine- en DNA -extractie	7
Bepaling van de endotoxineconcentratie	7
Bepaling van resistentiegenen MecA en ST398 en Aspergillus fumigatus	7
Vluchtige organische stoffen (VOS)	7
Resultaten	8
Meteorologische condities	8
Concentraties inhaleerbaar stof en microbiële componenten.....	9
Detectie en concentratie van vluchtige organische stoffen (VOS)	13
Invloed van omgevings- en bedrijfskenmerken op het verspreidingspatroon.....	18
Blootstellingsprofielen	18
Discussie.....	19
Samenvattende conclusies	23
Dankwoord.....	25
Referenties.....	26
Verklarende woordenlijst	28
Bijlagen.....	30
Bijlage 1. Overzicht daggemiddelde windrichting en neerslag	31
Bijlage 2. Details van de gevolgde werkwijze	32
Bijlage 3. Overzicht van concentraties kwantitatief bepaalde vluchtige organische stoffen (VOS)	34
Bijlage 4. Overzicht van concentraties semi-kwantitatief bepaalde vluchtige organische stoffen	37

Voorwoord

In het kader van de Academische Werkplaats Gezondheid en Milieu heeft IRAS onderzoek verricht naar de luchtkwaliteit in het bedrijvenpark Chijnsgoed. Het Bureau Gezondheid, Milieu en Veiligheid (bureau GMV) van de GGD'en Brabant/Zeeland heeft IRAS hiervoor benaderd naar aanleiding van klachten van omwonenden omtrent geluid, geur, stof en gezondheid. Aan de rand van het bedrijvenpark gebied bevindt zich een groencomposteer- en grondverwerkingsbedrijf. Het bedrijf is 23 hectare groot en behelst meerdere activiteiten, waaronder: groencompostering, verwerking en/of handel van grond, puin, hout, en andere grondstoffen. Daarnaast liggen in de directe omgeving van genoemd bedrijf in het bedrijvenpark een 10-tal intensieve veehouderijbedrijven (figuur 1), waaronder een grote varkenshouderij, die mogelijk ook bijdragen aan de ervaren overlast van geur en fijn stof onder de inwoners van de omliggende gemeenten Heeze-Leende en Maarheeze. Omwonenden maken zich zorgen en zijn ongerust over de immissies van de bedrijven in het gebied. Gezien de problematiek van verwevenheid van verscheiden activiteiten die de luchtkwaliteit kunnen beïnvloeden is een oriënterend onderzoek uitgevoerd, met al doel te onderzoeken of het mogelijk is om bijdragen van verschillende activiteiten te kunnen onderscheiden aan de hand van een beperkte reeks luchtmetingen.

Figuur 1. Illustratie van de ligging van de composteerinstallatie en varkenshouderij (nr 3) met de nabije andere veehouderijen. NGE= Nederlandse grootte eenheid, een maat voor de economische omvang van landbouwbedrijven



nr	Soort bedrijf	Diersoort
1	pluimvee	pluimvee: ouderdieren vleeskuikens, vleeskuikens opfok
2	gemengd	Rund/varken: melkvee & vleesvarkens
3	varken	varkens: kraamzeugen, biggen en opfok tot 25 kg
4	varken	varkens: opfok tot 25kg
5	paard	paarden
6	varken	varkens: opfok beren zeugen tot 25kg
7	schaap	schapen
8	rund	rund: melkvee
9	gemengd	Rund/varken: melkvee & varkens opfok tot 25 kg
10	rund	rund: melkvee

Inleiding

Stand van kennis

Er is weinig bekend uit wetenschappelijke literatuur over mogelijke immissies (verspreiding van stoffen naar de omgeving) vanuit composteringsinstallaties en veehouderijen en daarmee samenhangende gezondheidsaspecten voor omwonenden. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft in 2012 literatuuronderzoek gedaan naar wat bekend is over de gezondheidsaspecten van omwonenden van composteerbedrijven (Hagens e.a., 2012). Uit dit literatuuronderzoek bleek dat emissies van verscheidene chemische en biologische stoffen bij composteerinstallaties gerapporteerd zijn. Er is echter niet veel informatie over of verspreiding naar de omgeving optreedt en zo ja, in welke concentraties de stoffen voorkomen in de omgeving. Geconcludeerd werd dat gasvormige chemische stoffen zoals vluchtige organische stoffen (VOS), ammoniak en zwavelhoudende verbindingen zeer waarschijnlijk in zodanig lage concentraties vrijkomen dat ze wel geurhinder kunnen veroorzaken, maar dat het niet aannemelijk is dat als gevolg van emissies/immissies gezondheidkundige grenswaarden worden overschreden (Hagens e.a., 2012). Echter meetgegevens over hoogte van emissie en verspreiding van chemische stoffen naar de omgeving bij groencompostering in Nederland zijn op dit moment niet beschikbaar. Ook over exacte niveaus van emissies en verspreiding van blootstelling aan bio-aerosolen (stofdeeltjes met daaraan gebonden micro-organismen, zoals bacteriën en schimmels of delen van micro-organismen zoals endotoxine) van composteerbedrijven is slechts relatief weinig bekend. Compostering van groen-afval is een proces dat gebaseerd is op omzetting door micro-organismen; het werd dus niet uitgesloten dat micro-organismen kunnen vrijkomen bij het proces. Er zijn enkele studies die de verspreiding van micro-organismen (mesofiele bacteriën en *Aspergillus fumigatus*) onderzocht hebben die een verhoging op korte afstand van de compostering lieten zien, welke niveaus na circa 100 m weer op achtergrondniveau terug zijn. (samengevat in Hagens e.a. 2012). In hoeverre dit vergelijkbaar is in Nederlandse situaties is onvoldoende bekend.

Ook omtrent immissies naar de omgeving vanuit de veehouderij van stof en micro-organismen is relatief weinig bekend. Een in 2011 uitgevoerd verkennend onderzoek van het IRAS laat zien dat concentraties van bio-aerosolen verhoogd zijn op korte afstand (30m) van de stal en binnen enkele honderden meters weer naar achtergrondniveau dalen (Heederik & IJzermans, 2012).

Vanwege de verwevenheid van de verschillende activiteiten in dit gebied kan de luchtkwaliteit door diverse activiteiten beïnvloed worden. Doel van het oriënterende luchtkwaliteitsonderzoek zoals beschreven in deze rapportage, is om na te gaan of de luchtkwaliteit in de nabijheid van de bedrijven beïnvloed wordt door de aanwezige bedrijven en om te onderzoeken of het mogelijk is om de relatieve bijdrage van de verschillende bronnen in het gebied te identificeren aan de hand van een beperkte reeks luchtmetingen.

Doelstelling

Met een meetonderzoek waarbij er tegelijkertijd boven- en benedenwinds van een bron gemeten wordt, kan worden nagegaan of de bron belaste meetlocaties afwijken van de niet bron belaste locaties. Hiermee kan er meer inzicht worden verkregen in de verspreiding van een aantal blootstellingscomponenten naar de omgeving toe (immissie niveaus) van enerzijds het groencomposteer- en grondverwerkingsbedrijf en anderzijds de veehouderijen.

Door een aantal verschillende blootstellingscomponenten, gerelateerd aan de specifieke bronnen in het gebied (compostering en veehouderij) te meten, en door het bepalen van enkele generieke blootstellingsmarkers is het waarschijnlijk mogelijk om de relatieve bijdrage van deze bronnen voor de verschillende blootstellingscomponenten beter in kaart te brengen, Dit leidt voor het voorgestelde onderzoek tot de volgende specifieke vraagstelling en subvraagstellingen:

1. Wat zijn de concentraties aan inhaalbaar stof (generieke marker voor stof < 30 µm), endotoxinen (generieke marker), *Aspergillus fumigatus* (compostering), vluchtige organische stoffen (compostering en generiek) en microbiële resistentie genen (MecA gen: generiek voor methiciline resistentie, en ST398 gen voor veehouderij specifieke MRSA) in de omgeving van het groencomposteer- en grondverwerkingsbedrijf en in de omgeving van de varkenshouderij?
 - a. In hoeverre zijn omgevings- en bedrijfskenmerken van invloed op het verspreidingspatroon (bijvoorbeeld windsnelheid, temperatuur, bedrijfsactiviteiten)?
 - b. Is het blootstellingsprofiel anders bij verschil in windrichting en is dit te relateren aan mogelijk andere bronnen in de omgeving?

Werkwijze

Meetstrategie en situering van meetlocaties

Ter beantwoording van de vraagstellingen werd herhaald over de tijd een zogenaamde gradiëntmeting uitgevoerd in de nabijheid van de compostering of de varkenshouderij. De gradiëntmeting bestond uit het tegelijkertijd verzamelen van luchtmonsters op een locatie bovenwinds van het te onderzoeken bedrijf (waarbij de wind niet over het bedrijf geleid wordt waardoor de uitkomst van de meting niet door het bedrijf beïnvloed kan worden), en op een aantal locaties benedenwinds van het te onderzoeken bedrijf (waarbij de wind wel over het bedrijf geleid wordt voordat het bij de meetpaal aankomt, waardoor de uitkomst van de meting wel door het bedrijf beïnvloed kan worden). De benedenwindse metingen zijn op circa 40m, 80m en 160m benedenwinds van het bedrijf geplaatst. Bij de compostering was dit ten opzichte van de bedrijfsrand, bij de varkenshouderij ten opzichte van de stal. Bij de compostering werd 4 keer herhaald gemeten, tweemaal in 2013 en tweemaal in 2014. Bij de varkenshouderij is 3 keer herhaald gemeten. Deze laatste metingen vonden allen plaats in 2014.

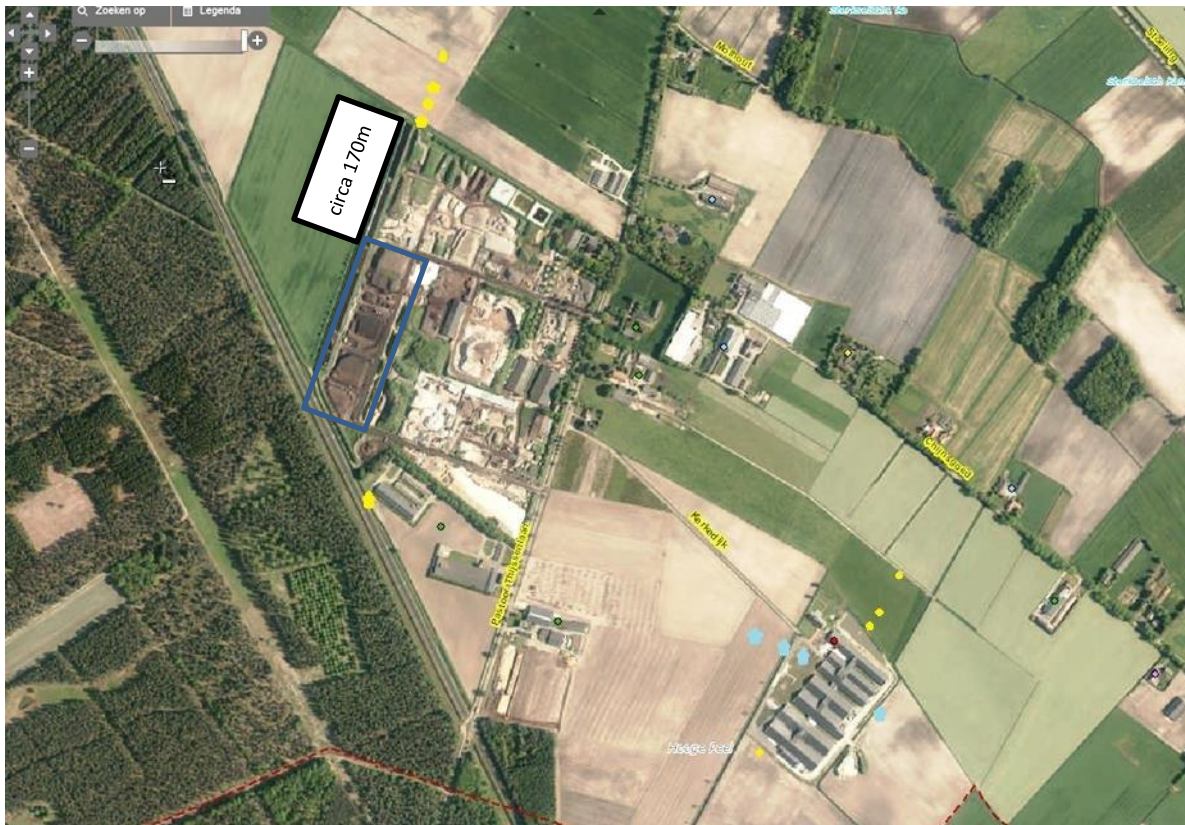
Tijdens de metingen in 2013 bij de compostering is naast de metingen op 40m, 80m en 160m benedenwinds van de compostering ook een meetpaal geplaatst op de wal van het bedrijf (afstand 0m benedenwinds van het bedrijf). De meetpaal bleek hier echter niet stabiel te staan, waardoor hier verder voor de metingen die in de tweede periode in 2014 zijn genomen, vanaf gezien is.

Voorafgaand aan de metingen is aan de hand van een bezoek aan de bedrijven en de omgevingskenmerken (plaatsing van bos/bomen; maisvelden, andere akkerbouw, beweide velden) vastgesteld met welke windrichting zoveel mogelijk onbelemmerde metingen mogelijk zijn. Zowel bij de compostering als bij de varkenshouderij kon in principe bij ZZW en ZO respectievelijk ZZO windrichting gemeten worden. Echter bij de compostering was meting bij ZZW windrichting alleen mogelijk wanneer het mais op het veld ten noorden van de compostering niet hoog begroeid was. Het mais stond in de maanden juni tot medio oktober op het land, waardoor er in die periode geen meting met ZZW windrichting mogelijk was. In de zomerperiode van 2014 hebben zich weinig droge dagen met windrichting ZO voorgedaan (zie bijlage 1), uiteindelijk is bij de compostering alleen bij ZZW windrichting gemeten, en bij de varkenshouderij zowel bij ZZO windrichting (1 dag) als bij ZZW windrichting (2 dagen). In figuur 2 is de plaatsing van de meetpalen zoals in de praktijk toegepast grafisch weergegeven.

Meteorologie

Op elke meetdag werden tegelijkertijd boven- en benedenwinds metingen uitgevoerd gedurende een periode van circa 6 uur. Gedurende deze periode is de windrichting en windsnelheid gemonitord met behulp van een Meteo Station (Vantage Vue) dat nabij de meetlocatie opgesteld werd. Tevens werden de meteorologische gegevens gedurende de meetdagen van het dichtstbij gelegen KNMI meteostation (in dit geval Eindhoven) verzameld, welke zich hemelsbreed circa 20 km van het LOG Chijnsgoed bevindt.

Figuur 2. Indicatie van de plaatsing van de meetpalen bij de compostering en de varkenshouderij bij ZZW windrichting (in geel) en bij ZO windrichting (in blauw). De locaties benedenwinds bevinden zich op circa 0m (compostering), 40m, 80m en 160m van de rand van de stal of de bedrijfswal. De afstand van de bedrijfswal tot de composteeractiviteiten (blauw omrand) op het terrein bedraagt circa 170m. De locatie bovenwinds bevindt zich op circa 30 - 50m afstand van het bedrijf.



Stof monstername

Metingen naar inhaleerbaar stof werden uitgevoerd volgens een vaststaand protocol en zijn vergelijkbaar met een eerder uitgevoerde meetstudie door het IRAS rond intensieve veehouderijen (Heederik & IJzermans 2011). De monsternameset bestaat uit een draagbare Gilair pomp, waarmee lucht door een inhaleerbaar stof monsternamekop (GSP-kop, JS Holdings. UK) wordt gezogen. In de GSP-kop zat een 37 mm diameter Teflon filter met een poriegrootte van 2.0 micrometer (SKC BV), welke dankzij de gewezen structuur van het materiaal ook deeltjes kleiner dan de poriegrootte - in de nanometer range - efficiënt kan invangen (Burton e.a., 2007). Het debiet van de pomp was ingesteld op 3,5 l/min. Met deze monstername kop ingesteld op dit debiet worden bij benadering alle stofdeeltjes afgevangen die voor mensen inhaleerbaar zijn.

Stofweging

Na monstername zijn de filters uit de monsternamekoppen verwijderd en na terugkomst in het laboratorium opgeslagen bij -20°C tot verdere behandeling. De filters zijn voor en na de monstername gewogen op een microbalans in een geconditioneerde weegkamer, om het stofgewicht te bepalen.

Endotoxine- en DNA -extractie

Hierna werd een twee-staps extractie van de luchtfilters uitgevoerd, als eerste een endotoxine extractie gevolgd door een DNA extractie. De aanwezige endotoxinen in het stof op de filters zijn geëxtraheerd, in oplossing gebracht, voor de endotoxinebepaling zoals eerder beschreven door Spaan e.a. (2008), gevolgd door een DNA extractie met behulp van een DNA extractie kit van Biomerieux (Biomerieux, Boxtel, Nederland), voor details zie bijlage 2.

Bepaling van de endotoxineconcentratie

De endotoxineconcentratie in de endotoxinen extracten is bepaald met behulp van de Limulus Amoebocyte Lysate (LAL)-assay (Lonza) zoals eerder beschreven door Spaan e.a. (2008). De monsters zijn in een verdunning van 1:40 getest.

Bepaling van resistentiegenen MecA en ST398 en Aspergillus fumigatus

De DNA extracten zijn met behulp van een kwantitatieve PCR getest op de resistentiegenen MecA en ST388 en op Aspergillus fumigatus. Voor details van de PCRs zie bijlage 2.

Vluchtige organische stoffen (VOS)

Vluchtige organische stoffen (VOS) zijn gesampled door lucht te bemonsteren op een adsorptie (Tenax) buis. Bij de eerste metingen in 2013 vond passieve monsternamen plaats. De adsorptie buis werd gedurende een periode van 5 uur aan de buitenlucht blootgesteld, maar de lucht werd niet actief aangezogen door de buis. Bij de metingen in 2014 is besloten tot een actieve monsternamen, omdat een groot deel van de metingen in 2013 een VOS concentratie beneden de detectielimiet liet zien. Tijdens actieve monsternamen werd lucht gedurende een perioden van 90 minuten aangezogen door de adsorptiebuis met een flow van 30 ml/min. Doordat tijdens actieve monsternamen het volume lucht dat gesampled wordt vele malen groter is, kunnen lagere luchtconcentraties VOS aangetoond worden, omdat de detectielimiet dan lager is. Na monsternamen werden de adsorptiebuizen afgesloten, individueel verpakt in een plastic zak en opgeslagen bij kamertemperatuur tot moment van analyse. Analyse van de vluchtige koolwaterstoffen vond plaats bij TNO te Utrecht, voor details zie bijlage 2.

Resultaten

Meteorologische condities

Gedurende 7 dagen, 2 dagen in 2013 en 5 dagen in 2014, zijn gradiëntmetingen verricht. Een overzicht van de meteorologische omstandigheden gedurende de meting op deze dagen staan vermeld in Tabel 1. De windrichting was niet altijd even constant gedurende de meetdagen, echter de benedenwindse metingen hebben merendeels voor minstens de helft van de meetduur onder de beïnvloeding van het bedrijf gestaan. De meteorologie van de meetdagen is representatief voor wat in de zomer/herfst aan meteorologische condities voorkomt (Figuur 3). Tijdens de meting op 24 oktober 2014 is er lichte neerslag gevallen. In totaal is er 0,6mm regen geregistreerd door het weerstation, een zeer geringe hoeveelheid neerslag.

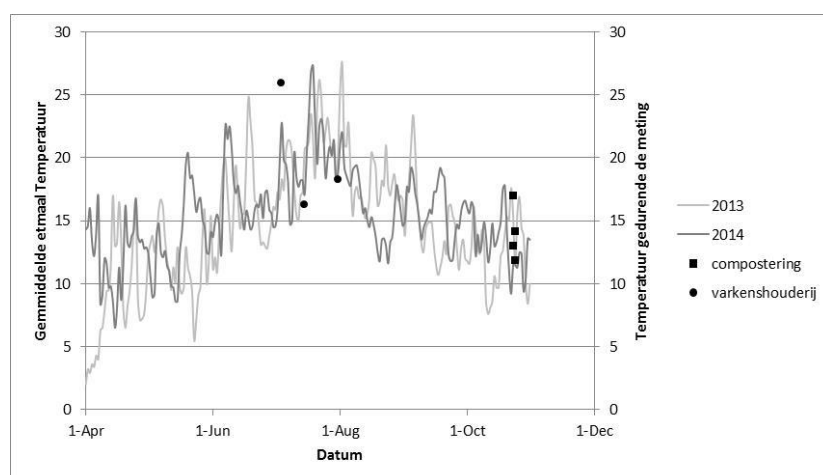
Tabel 1. Overzicht van de meteorologische omstandigheden tijdens de meetdagen (locatie waar de meting plaatsvond, overwegende windrichting gedurende de meting, gemiddelde windsnelheid, gemiddelde temperatuur, gemiddelde relatieve luchtvochtigheid en bijzonderheden).

Meetdag	Locatie	Wind-richting	Wind-snelheid (m/s)	Tempe-ratuur (° Celsius)	Relatieve Luchtvochtigheid (%)	Bijzonderheden
23 oktober 2013 [#]	Compost	ZZW	nb	17	76	
24 oktober 2013	Compost	Z - ZZW-ZW	0.9	14.1	89	ochtend mist
4 juli 2014	Varkensh	ZO-ZZO-Z	1.7	25.9	50	warmer dag
15 juli 2014	Varkensh	ZZW	1.7	16.3	85	
31 juli 2014	Varkensh	ZW-ZZW	0.7	18.3	77	17% van tijd windstil
23 oktober 2014	Compost	ZZW	0.6	13	82	
24 oktober 2014	Compost	Z	0.8	11.8	84	lichte neerslag

informatie op basis van KNMI weerstation Eindhoven

nb= niet beschikbaar

Figuur 3. Overzicht van de daggemiddelde temperatuur in 2013 en 2014 op de KNMI locatie Eindhoven en de gemiddelde temperatuur gedurende de meetduur op de meetdagen bij de compostering (■) en de varkenshouderij (•).



Concentraties inhaleerbaar stof en microbiële componenten

De gemeten concentraties inhaleerbaar stof, endotoxinen en MRSA (mecA gen en ST398 gen) en *Aspergillus fumigatus* in de lucht op de verschillende meetlocaties en ten tijde van de meetdagen in 2013 en 2014 staan weergegeven in tabel 2 en figuur 4.

Endotoxinen kon in 13 van de 30 verzamelde luchtmonsters bepaald worden met een niveau boven de detectielimiet. Het MecA gen was meetbaar in 27 van de 30 verzamelde luchtmonsters en het ST398 gen in 6 van de 30 monsters. DNA van *Aspergillus fumigatus* werd gedetecteerd in 13 van de 30 monsters (tabel 2).

De gevonden concentraties inhaleerbaar stof vertonen geen duidelijke relatie met de afstand tot het bedrijf (tabel 2; figuur 4). Ook wordt geen consistent verschil gevonden tussen boven- en benedenwindse meetlocaties.

De endotoxinen concentraties zijn in het algemeen laag en vertonen geen consistent verschil bij de vergelijking tussen beneden- en bovenwindse concentraties (tabel 2; figuur 4).

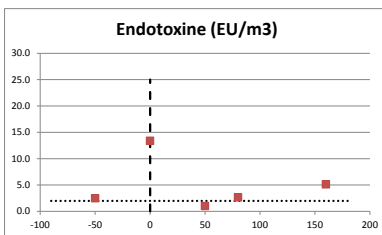
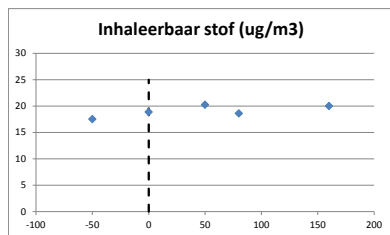
De MecA gen concentraties zijn kwantificeerbaar zowel bij de metingen bij de compostering als bij de metingen bij de varkenshouderij. Ook deze concentraties vertonen geen duidelijk patroon bij vergelijking tussen boven- en benedenwindse meetlocaties (tabel 2; figuur 4).

Overeenkomstig met de verwachtingen wordt het ST398 gen alleen aangetoond bij de metingen bij de varkenshouderij, en wordt *Asp. fumigatus* DNA relatief vaker aangetroffen bij de compostering. Dit wordt ook geïllustreerd in figuur 5, waar de relatieve detectie van de verschillende componenten in het stof voor de verschillende meetlocaties uitgebeeld is. Bronnen van het ST398 gen worden vooral in veehouderijen verwacht en niet bij de compostering. Omgekeerd geldt dit ook voor *Asp. fumigatus*.

Tabel 2. Concentraties inhaleerbaar stof, endotoxinen en MecA genen en detectie van ST398 en *Asp. fumigatus* DNA in de lucht boven- en benedenwinds van een composteringsbedrijf of een varkenshouderij.

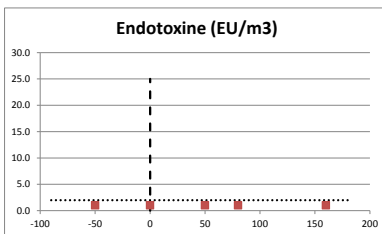
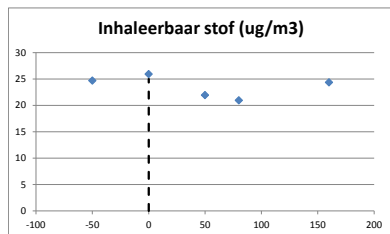
Bedrijf	Datum	boven/ benedenwinds	afstand	Inh stof ug/m3	Endotoxine EU/m3	MecA copies/m3	ST398 detect	A.fumigatus detect
Compostering	10/23/2013	bovenwinds	-50	18	2.5	1365	-	-
		benedenwinds	0	19	13.4	2831	-	+
		benedenwinds	50	20	<2.0	558	-	-
		benedenwinds	80	19	2.6	569	-	-
		benedenwinds	160	20	5.1	706	-	-
		blanco			-	-	-	-
	10/24/2013	bovenwinds	-50	25	<2.0	777	-	-
		benedenwinds	0	26	<2.0	-	-	+
		benedenwinds	40	22	<2.0	311	-	+
		benedenwinds	80	21	<2.0	<300	-	+
		benedenwinds	160	24	3.1	858	-	+
		blanco			-	-	-	-
	10/23/2014	bovenwinds	-50	28	<2.0	<300	-	-
		Benedenwinds	40	20	<2.0	<300	-	-
		benedenwinds	80	25	<2.0	nd	-	+
		benedenwinds	160	22	<2.0	<300	-	-
		blanco			-	-	-	-
		blanco			-	-	-	-
	10/24/2014	bovenwinds	-50	245nb	<2.0	-	-	-
		Benedenwinds	40	19	<2.0	3370	-	+
		benedenwinds	80	15	<2.0	573	-	-
		benedenwinds	160	17	<2.0	2200	-	+
		blanco			-	<300	-	-
		blanco			-	<300	-	-
Varkenshouderij	7/4/2014	bovenwinds	-50	22	10.0	485	+	-
		benedenwinds	40	27	19.3	427	-	-
		benedenwinds	80	23	6.7	921	+	-
		benedenwinds	160	21	10.9	582	+	+
		Blanco			-	-	-	-
		Blanco			-	-	-	-
	7/15/2014	bovenwinds	-50	18	<2.0	<300	-	-
		benedenwinds	40	17	2.8	679	+	-
		benedenwinds	80	24	3.1	<300	+	-
		benedenwinds	160	5	<2.0	553	-	-
		Blanco			-	-	-	-
		Blanco			-	-	-	-
	7/31/2014	bovenwinds	-30	26	<2.0	4229	-	+
		benedenwinds	40	13	4.4	3067	+	-
		benedenwinds	80	16	<2.0	1271	-	-
		benedenwinds	160	14	2.8	576	-	+
		blanco			-	-	-	-
		blanco			-	-	-	-

< concentratie beneden detectie niveau, - component niet gedetecteerd, + component gedetecteerd ;
nb=stofconcentratie niet plausibel

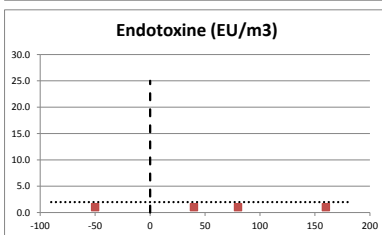
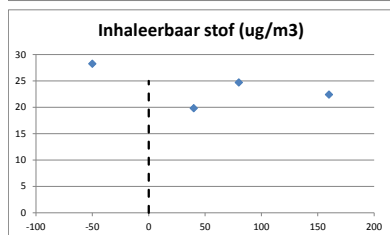


Compostering

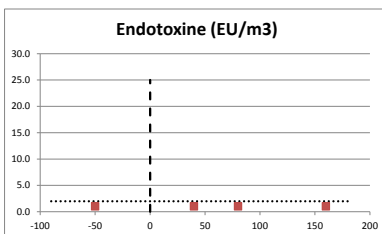
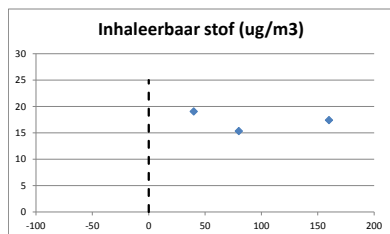
13 okt 2013



14 okt 2013



13 okt 2014



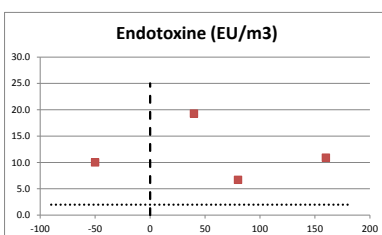
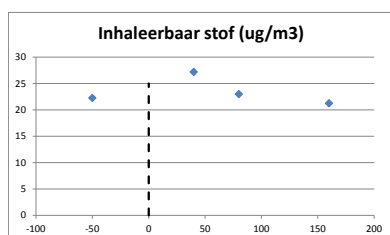
14 okt 2014

Figuur 4.

Concentraties inhaleerbaar stof, endotoxine, MecA en wel (balk) of niet detectie van ST398 en *Asp. fumigatus* in luchtmonsters bij de compostering en de veehouderij in relatie tot de afstand tot het bedrijf (x-as).

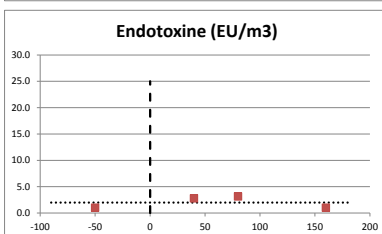
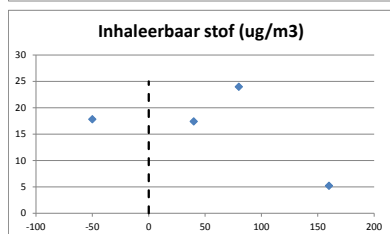
De bovenwindse locatie heeft een negatieve waarde op de x-as.

Horizontale stippellijnen geven de detectiegrens van de betreffende

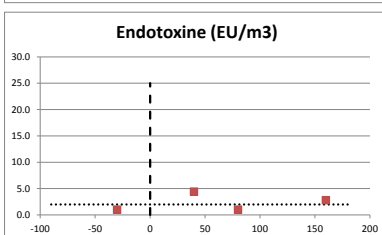
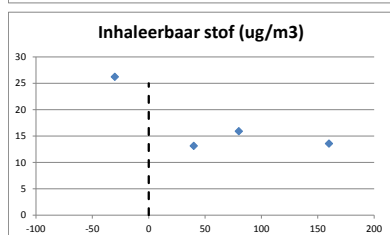


Varkenshouderij

4 juli 2014



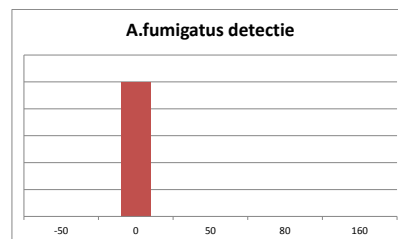
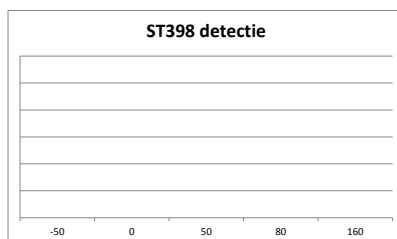
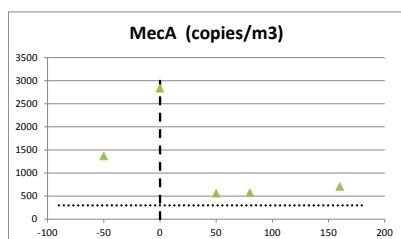
15 juli 2014



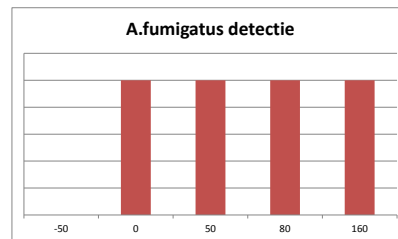
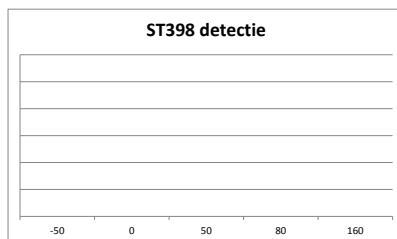
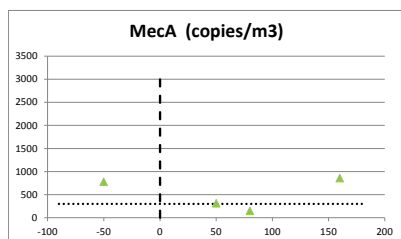
31 juli 2014

Figuur 4.
vervolg

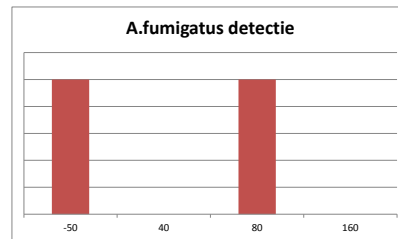
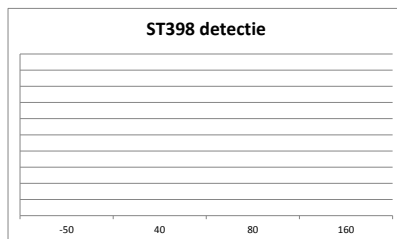
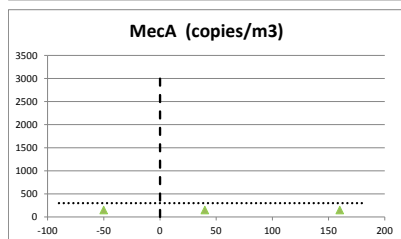
Compostering



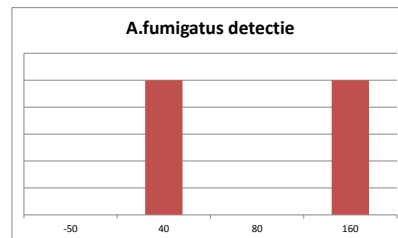
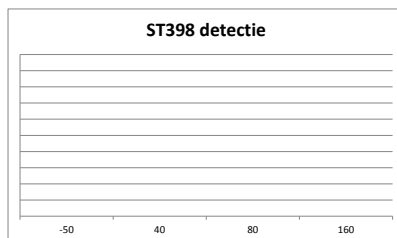
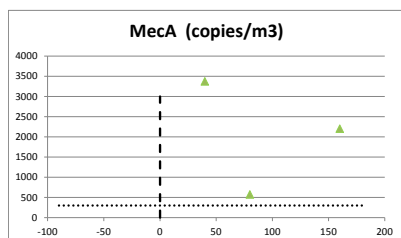
13 okt 2013



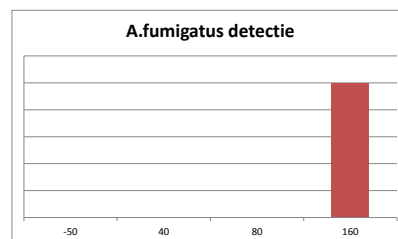
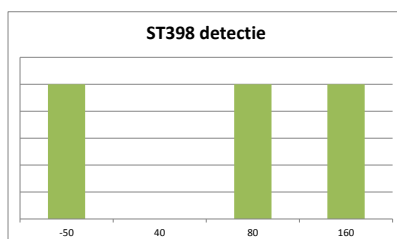
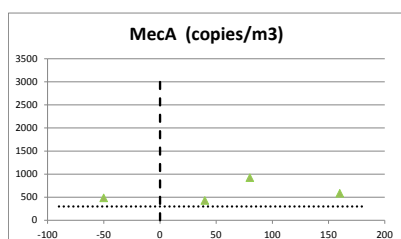
14 okt 2013



13 okt 2014

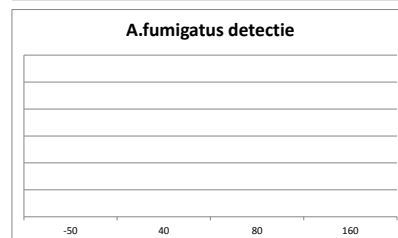
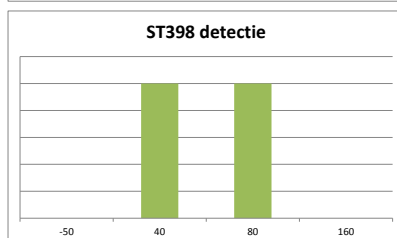
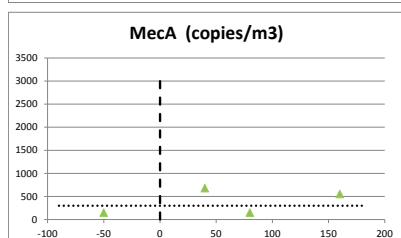


14 okt 2014

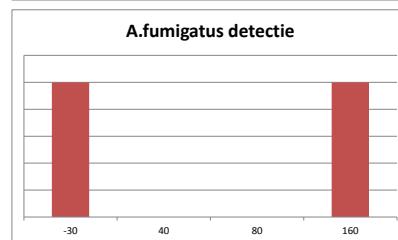
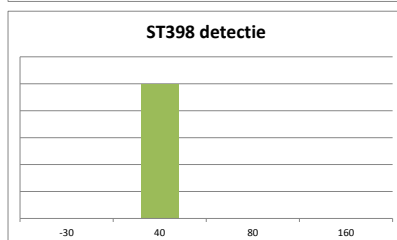
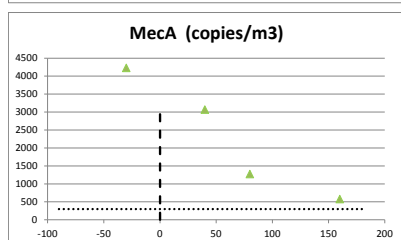


Varkens

4 juli 2014

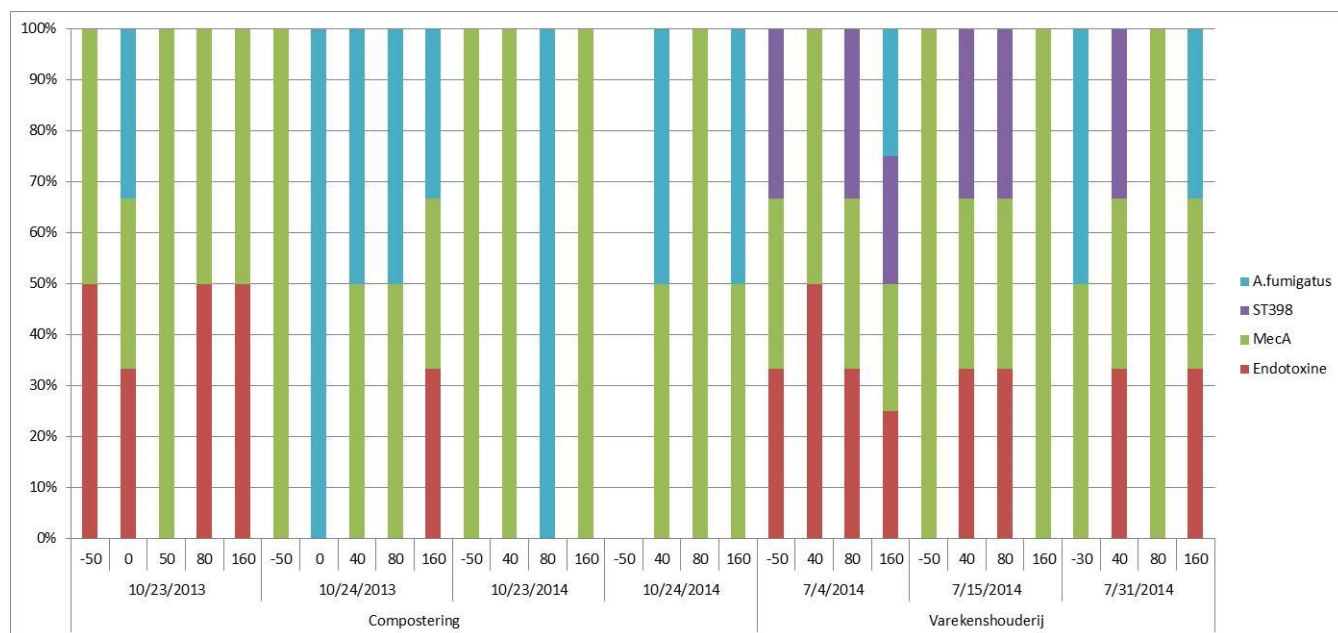


15 juli 2014



31 juli 2014

Figuur 5. Relatieve detectie van endotoxinen, MecA, ST398 en *Asp. fumigatus* in luchtmonsters verzameld op diverse afstand van een composteringsbedrijf en varkenshouderij gedurende de meetdagen in 2013 en 2014. Bij de bovenwindse meting op 24/10/2014 is geen van de onderzochte componenten gedetecteerd. Het totaal van alle gedetecteerde stoffen is 100%.



Detectie en concentratie van vluchtige organische stoffen (VOS)

Kwantitatief bepaalde VOS

Bij de bepaling van vluchtige organische stoffen wordt in de rapportage van het laboratorium onderscheid gemaakt in stoffen die in het externe ijkmengsel voorkomen, waarvan de concentratie kwantitatief bepaald kan worden, en stoffen die niet in het ijkmengsel voorkomen waarvan de concentratie in de lucht semi-kwantitatief bepaald wordt. Figuur 5 illustreert de detectie van de kwantitatief bepaalde VOS bij de compostering en de veehouderij. Op basis van de molecuulstructuur wordt onderscheid gemaakt in aromaten, chloorkoolwaterstoffen en alkanen (zie verklarende woordenlijst). Het patroon van detectie van de kwantitatieve koolwaterstoffen is in het algemeen vergelijkbaar voor de monsternamen bij de compostering en de varkenshouderij (figuur 6). Chloorkoolwaterstoffen worden minder vaak waargenomen dan aromaten of alkanen. Dit is overeenkomstig met de verwachtingen aangezien chloorkoolwaterstoffen veelal van een antropogene, door de mens gemaakte, bron afkomstig zijn en dus niet van micro-organismen. Wanneer de som concentraties van de koolwaterstoffen uitgezet wordt voor de verschillende meetlocaties lijkt de hoeveelheid VOS in de lucht bij de compostering in het algemeen iets hoger dan bij de varkenshouderij (figuur 7). Er dient opgemerkt te worden dat tijdens de eerste twee meetdagen bij de compostering in 2013 geen actieve monsternamen heeft plaatsgevonden. De

absolute concentratie niveaus van de passieve monsternamen zijn niet direct vergelijkbaar met de resultaten van de actieve monsternamen. Voor een vergelijking tussen de compostering en de varkenshouderij dient dus vooral naar de resultaten van de actieve metingen gekeken te worden. Er is geen patroon waarneembaar tussen somconcentratie VOS en boven- of benedenwinds van het bedrijf liggen of met afstand tot het bedrijf (figuur 7). Een volledig overzicht van de concentraties van de kwantitatief bepaalde vluchtige organische stoffen staat beschreven in bijlage 3.

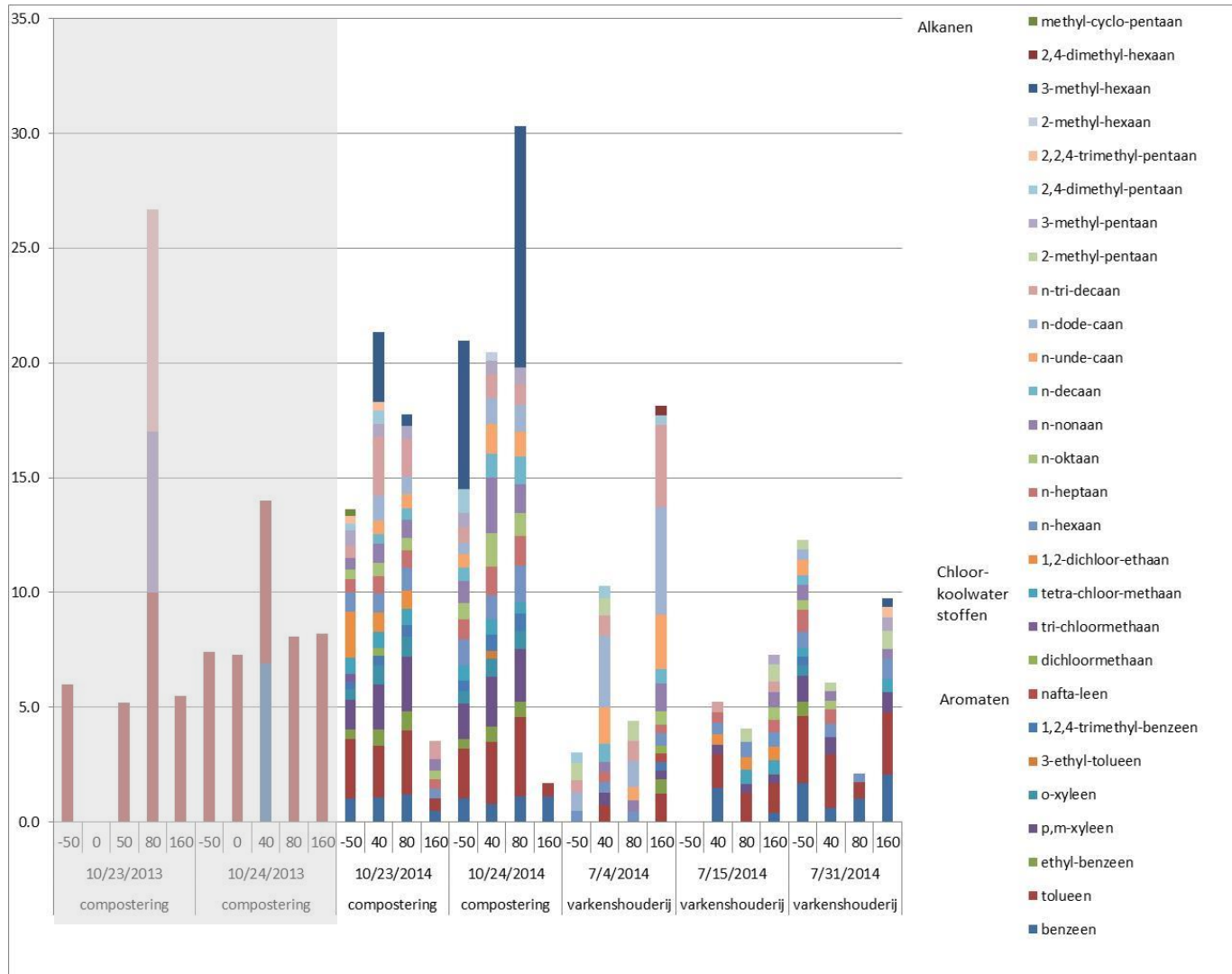
Semi-kwantitatief bepaalde VOS

In de semi-kwantitatieve analyse van vluchtige organische stoffen werd een breed scala aan koolwaterstoffen gedetecteerd. Drie-en-veertig verschillende VOS werden geïdentificeerd tijdens één van de metingen (figuur 8 en bijlage 4). Ook hier is geen duidelijk patroon waarneembaar voor de detectie van VOS in relatie tot het boven of benedenwinds zijn van de meetlocaties en de afstand tot het bedrijf waar de metingen zijn uitgevoerd. Tijdens enkele metingen bij de compostering werden wel terpenen waargenomen die in verband staan met plantaardig materiaal van het composteringsproces en de waarneming van de geur van compost. Terpenen werden waargenomen op de meetlocaties 40m en 80m benedenwinds van het bedrijf (figuur 8; bijlage 4).

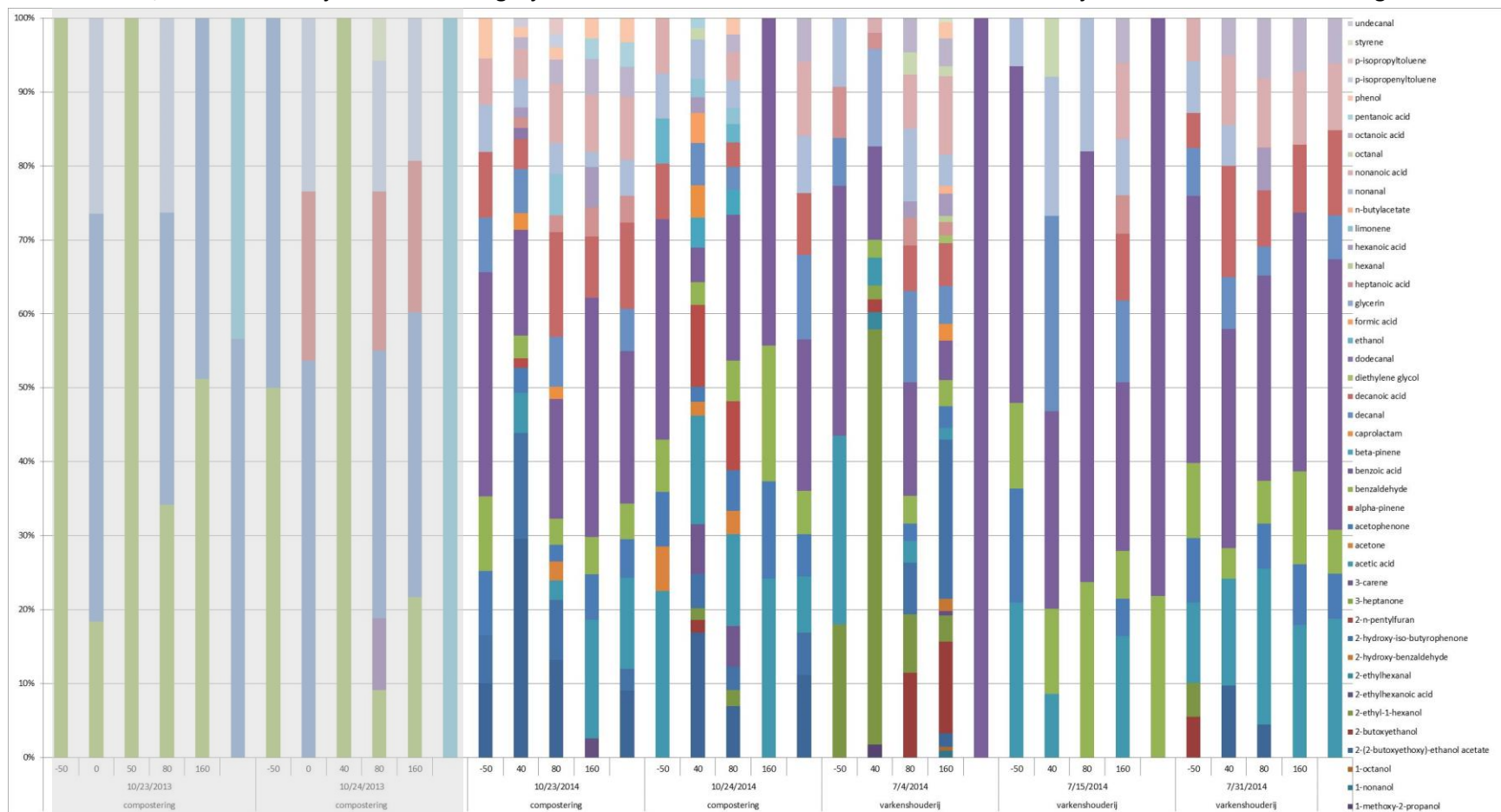
Figuur 6. Detectie van diverse vluchtige organische stoffen in luchtmonsters bij de compostering (bovenste deel van de figuur) en varkenshouderij (onderste deel van de figuur). Elke regel in de figuur representeert een luchtmonster, waarbij een koolwaterstof die gedetecteerd is rood gekleurd is. Er wordt onderscheid gemaakt naar aromaten, chloorkoolwaterstoffen en alkanen. De eerste twee meetdagen bij de compostering is gebruik gemaakt van passieve monsternamen, de resultaten zijn niet direct vergelijkbaar met de resultaten van actieve monsternamen tijdens de rest van de meetdagen en daarom in grijs gearceerd weergegeven.

Locatie:	Datum	afstand	Aromaten														Chloorkoolwaterstoffen										Alkanen																		
			benzeen	tolueen	ethyl-benzeen	p,m-xyleen	o-xyleen	n-propyl-benzeen	iso-propyl-benzeen	2-ethyl-tolueen	3-ethyl-tolueen	4-ethyl-tolueen	1,2,3-trimethyl-benzeen	1,2,4-trimethyl-benzeen	1,3,5-trimethyl-benzeen	1,3-diethyl-benzeen	1,2,4,5-tetra-methyl-benzeen	chlor-benzeen	1,4-dichloor-benzeen	nafta-leen	dichloormethaan	tri-chloormethaan	tetra-chloor-methaan	1,1-dichloor-ethaan	1,2-dichloor-ethaan	1,1,1-trichloor-ethaan	cis-1,2-dichloor-etheen	tri-chloor-etheen	tetra-chloor-etheen	n-hexaan	n-heptaan	n-oktaan	n-nonaan	n-decaan	n-unde-caan	n-dode-caan	n-tri-decaan	2-methyl-pentaan	3-methyl-pentaan	2,4-dimethyl-pentaan	2,2,4-trimethyl-pentaan	2-methyl-hexaan	3-methyl-hexaan	2,4-dimethyl-hexaan	
compostering	10/23/2013	-50																																											
		0																																											
		50																																											
		80																																											
	10/24/2013	160																																											
		-50																																											
		0																																											
		40																																											
	10/23/2014	80																																											
		160																																											
		-50																																											
		40																																											
10/24/2014	80																																												
	160																																												
	-50																																												
	40																																												
varkenshouderij	7/4/2014	80																																											
		160																																											
		-50																																											
		40																																											
	7/15/2014	80																																											
		160																																											
		-50																																											
		40																																											
	7/31/2014	80																																											
		160																																											
		-50																			</																								

Figuur 7. Som concentratie van diverse vluchtige organische stoffen (VOS) in luchtmonsters bij de compostering (linker deel van de figuur) en varkenshouderij (rechterdeel van de figuur). De eerste twee meetdagen bij de compostering (grijs gearceerd) is gebruik gemaakt van passieve monsternamen, dit is niet direct vergelijkbaar met de resultaten van actieve monsternamen,



Figuur 8. Patroon van diverse semi-kwantitatief bepaalde vluchtige organische stoffen in luchtmonsters bij de compostering (linker deel van de figuur) en varkenshouderij (rechterdeel van de figuur). De eerste twee meetdagen bij de compostering (grijs gearceerd) is gebruik gemaakt van passieve monsternamen, de resultaten zijn niet direct vergelijkbaar met de resultaten van actieve monsternamen tijdens de rest van de meetdagen.



Invloed van omgevings- en bedrijfskenmerken op het verspreidingspatroon

Er is geen duidelijke gradiënt, afname in de concentratie benedenwinds van het bedrijf met toename van de afstand tot het bedrijf, waarneembaar voor allen van de gemeten componenten. Er wordt dus geen duidelijk verspreidingspatroon vanuit de bron naar de omgeving gevonden. Dit geldt zowel voor de compostering als de varkenshouderij. Hierdoor is het niet goed mogelijk om een inzicht te verkrijgen of meteorologische of bedrijfskenmerken de verspreiding beïnvloeden. Voor zover bekend zijn de bedrijfsactiviteiten van de betrokken bedrijven normaal geweest gedurende de meetdagen. Bij de compostering is in de week van de metingen in 2013 en in de week van de metingen in 2014 circa 3000 ton materiaal opgebracht (logboek firma Reiling). Deze hoeveelheid valt binnen de 15% van maximale volume materiaal dat per week verwerkt wordt (85% percentiel voor 2013 & 2014 = 2800 ton). Gedurende alle meetdagen is er omgezet. In 2014 was het product nat. Bij de varkenshouderij zijn geen bijzonderheden gemeld.

De meteorologische condities waarbij gemeten is zijn representatief voor de tijd van het jaar waarin gemeten is (zie figuur 3). Vergelijking van meetdagen bij hetzelfde bedrijf bij verschillende meteorologische condities levert geen duidelijk patroon van invloed van meteorologische omstandigheden op. Endotoxine concentraties waren hoger op de meetdag op 4 juli 2014 bij de varkenshouderij waarbij de temperatuur hoog was; dit gold echter voor zowel de boven- als de benedenwindse metingen. De Meca DNA concentraties op die dag waren echter helemaal niet zo hoog. Voor de Meca DNA concentraties werden de hoogste concentraties gemeten op 31 juli 2014, een windstille dag. Dit suggereert dat er geen eenduidig effect van meteorologische condities waarneembaar is.

Blootstellingsprofielen

Het blootstellingsprofiel (voorkomen van de verschillende blootstellingscomponenten in de lucht) van de luchtmetingen is anders bij de compostering in vergelijking met die bij de varkenshouderij voor wat betreft het aanwezig zijn van lage concentraties ST398 DNA en *Asp. fumigatus* DNA. Dit is naar verwachting. Voor de chemische stoffen lijkt het blootstellingsprofiel vergelijkbaar. Ook bij de metingen bij de varkenshouderij die bij verschillende windrichtingen uitgevoerd zijn is het blootstellingsprofiel vergelijkbaar.

Discussie

In dit onderzoek is onderzocht in hoeverre concentraties van inhaleerbaar stof, endotoxinen, resistentiegenen, *Asp. fumigatus* en vluchtige organische stoffen verschillen op benedenwindse locaties van een compostering en varkenshouderij ten opzichte van bovenwindse locaties en of benedenwindse concentraties een relatie met de afstand laten zien. De resultaten van de metingen geven een indicatief beeld van de concentraties voor de verschillende agentia als gevolg van emissies van de betrokken bedrijven. Voor alle gemeten componenten geldt dat geen relatie met afstand tot het bedrijf gevonden werd. Een duidelijk patroon in concentraties op leefniveau (immissiepatroon) is dus niet aantoonbaar. Er zijn geen duidelijke redenen voor het ontbreken van een immissiepatroon aan te wijzen. De meteorologische omstandigheden tijdens de meetdagen zijn in het algemeen representatief voor de tijd van het jaar waarin gemeten is. De windrichting was echter niet altijd even constant gedurende een meetdag op een bedrijf. Hierdoor is het mogelijk dat de meetpalen niet continu belast worden door emissies vanuit het bedrijf. Echter de kans dat dit optreedt is groter bij de meetpalen verder weg van het bedrijf dan bij meetpalen dichterbij. Dit verklaart het ontbreken van een immissie gradiënt niet. Daarbij stonden de benedenwindse meetpalen minimaal gedurende de helft van de meetduur onder invloed van wind uit de juiste windrichting. Bij de compostering kan meespelen dat de afstand tot de daadwerkelijke composteer activiteiten groter is dan de afstand tot de rand van het bedrijf. De afstand van de rand van het bedrijf tot de composteeractiviteiten bedraagt circa 170m. Als gevolg hiervan is het mogelijk dat lagere concentraties zijn gemeten dan als de bron zich op kortere afstand zou hebben bevonden. Hoeveel hoger de concentraties dan zouden zijn valt niet te voorspellen. Dit speelt in beperkter mate voor de varkenshouderij. Echter ook hier kan gesteld worden dat het daadwerkelijke dichtstbijzijnde emissiepunt zich bevindt in het midden op de nok van de stal, ook hierbij zal de afstand tot de meting toenemen wanneer hiermee rekening gehouden wordt. De afstand tot de rand van de stal en rand van het bedrijf is tijdens het uitvoeren van de metingen eenduidiger te bepalen. Een andere mogelijkheid is dat de emissies van de bedrijven laag zijn, waardoor de immissie laag is en het dus moeilijk is om de invloed ten opzichte van de achtergrond te bepalen.

De hoeveelheid stof dat op het filter gevangen wordt is relatief laag waardoor de invloed van meetfouten relatief hoog kan zijn. Dit kan het ontbreken van een relatie tussen stofconcentratie en afstand tot het bedrijf verklaren. Echter, dit is alleen mogelijk als de bijdrage van de specifieke bedrijven op de lokale stof concentraties beperkt is. Dit is in een eerder onderzoek ook geconstateerd (Heederik & IJzermans, 2011). Ook in dit eerdere onderzoek werd geen relatie gevonden tussen het aantal veehouderijen in een straal van 1000m en fijnstof concentraties (Heederik & IJzermans, 2011). In deze studie werd wel een associatie gevonden tussen het aantal veehouderij bedrijven rond het meetpunt en luchtconcentratie van microbiële componenten. Er zijn geen studies die stof concentraties bij composteringsbedrijven hebben bepaald.

In het onderzoek in LOG Chijnsgoed worden geen duidelijke verhoogde concentraties endotoxinen gevonden op meetlocaties benedenwinds van de varkenshouderij en de compostering ten opzichte van bovenwindse niveaus. Alleen op het meetpunt op circa 40m benedenwinds wordt een iets verhoogde concentratie gevonden. Dit is in grote lijnen vergelijkbaar met het eerdere onderzoek in Nederland waarbij gradiëntmetingen rond een tweetal varkensbedrijven zijn uitgevoerd (Heederik & IJzermans, 2011). Wanneer de concentraties vergeleken worden met die in eerdere onderzoek (circa 10 EU/m³ op 30m van de stal) zijn de nu gevonden niveaus op korte afstand vergelijkbaar. In

een eerdere studie naar verspreiding van endotoxine rondom een compostering in Engeland werden verhoogde concentraties endotoxinen benedenwinds gerapporteerd (Deacan e.a. 2009), echter de absolute niveaus in de Engelse studie zijn allen lager ($<2 \text{ EU/m}^3$) dan de detectiegrens in de studie in Chijnsgoed. De in Chijnsgoed gemeten endotoxineconcentraties zijn in absolute zin laag en beduidend lager dan de door de Gezondheidsraad genoemde grenswaarde voor endotoxine in de buitenlucht van 30 EU/m^3 (Gezondheidsraad 2012).

Een genetische marker voor veegerelateerde MRSA (MecA DNA) wordt in de lucht gevonden onafhankelijk van meetlocatie of bedrijf. Ook in de eerdere studie in Nederland werd het MecA gen in veel van de luchtmonsters aangetoond, waarbij een verhoging waarneembaar was op 30m benedenwinds van een pluimveebedrijf, maar niet op grotere afstand (Heederijk & IJzermans, 2011). Een directe vergelijking is met de eerder gerapporteerde MecA gen concentraties is echter niet mogelijk in verband met veranderingen in de analytische methodiek. Ook is het niet mogelijk om de resultaten te vergelijken met studies uitgevoerd in het buitenland. Buitenlandse studies die de verspreiding van MRSA in de buurt van veehouderij bedrijven onderzocht hebben (Gibbs e.a. 2004, 2006; Green e.a., 2006. Schulz e.a. 2012) hebben dit onderzocht op basis van het kweken van MRSA en niet op basis van genetische technieken.

Opvallend is dat ST398 DNA alleen gedetecteerd wordt in de nabijheid van de varkenshouderij. Hierbij moet opgemerkt worden dat het genetisch materiaal wel gedetecteerd kan worden, maar niet gekwantificeerd. Dit duidt erop dat het niveau laag is. Veelal is op ongeveer 150m het signaal niet meer meetbaar. Studies in de werkomgeving bij veehouders laten zien dat deze vaak drager zijn van veegerelateerd MRSA, echter bij familieleden komt dit in veel mindere mate voor (vd Giessen en Wagenaar 2009; Graveland e.a., 2010; 2011). Daarbij vormt de mate van diercontact een van de belangrijkste risicofactoren voor dragerschap en dragerschap is in de meeste gevallen niet blijvend (persisterend) (Graveland et al., 2011). Na een korte vakantie of een aantal vrije dagen bleken kalverhouders geen drager van MRSA meer te zijn. Direct contact met vee was ook in een studie naar MRSA dragerschap onder bewoners van landelijke gemeenten een belangrijke risicofactor, wat wijst op een gering risico voor omwonenden die geen direct contact met vee hebben (van Cleef e.a., 2010; Bisdorf e.a. 2012), en dus een geringe kans op transmissie via de lucht naar omwonenden.

Aspergillus fumigatus DNA wordt vaker gemeten nabij de compostering, maar ook in enkele gevallen bij de varkenshouderij. Hierbij dient opgemerkt te worden dat detectie van *Asp. fumigatus* DNA bij de varkenshouderij optrad zonder dat het bedrijf op dat moment benedenwinds van de compostering lag. Waarschijnlijk is de detectie van *Asp. fumigatus* middels genetische technieken dusdanig gevoelig dat ook zeer lage concentraties af en toe gedetecteerd worden. Daarnaast is *Asp. fumigatus* een spore-vormer. Sporen zijn zeer klein en kunnen daardoor makkelijk over grotere afstand verspreiden. Wat dit betekent voor gezondheidsrisico's is niet eenvoudig te beantwoorden. Met genetische technieken zoals toegepast in dit onderzoek kan niet worden vastgesteld of het DNA afkomstig is van levende infectieuze dan wel van reeds dode schimmels of schimmelfragmenten. Een aantal eerdere studies beschrijft het vrijkomen van bio-aerosolen bij composteerbedrijven middels kweektechnieken (Sanchez-Monedero e.a., 2005; Taha ea., 2005; 2006; 2007). Achtergrondniveaus voor sporen van *Aspergillus fumigatus* en mesofiele bacteriën lagen in de range van $< 10^2$ tot 10^4 kve/m^3 (kve: kolonie vormende eenheden). Alleen bij activiteiten op de compostering waarbij relatief grote hoeveelheden stof geproduceerd worden, werd benedenwinds van composteerbedrijven op 25 en 40 m afstand een toename in *Aspergillus fumigatus* en mesofiele

bacteriën gerapporteerd (Sanchez-Monedero e.a., 2005, Taha e.a., 2006). Op groter afstand (>200m) werd meestal geen verhoging meer gezien. Het feit dat in het onderzoek bij de compostering in Chijnsgoed geen duidelijke relatie met afstand tot de compostering gevonden wordt heeft mogelijk te maken met het feit dat dergelijke verhogingen zoals gerapporteerd door Sanchez en Taha slechts kortdurend optreden waarbij de bijdrage hiervan op de daggemiddelde belasting laag is.

Zowel bij de compostering als bij de varkenshouderij worden verscheidene vluchtige organische stoffen (VOS) in lage concentraties waargenomen. De somconcentratie VOS is bij de compostering in het algemeen hoger dan bij de varkenshouderij, maar het patroon in VOS is niet duidelijk verschillend voor de metingen nabij de twee typen bedrijven. Ook is er geen duidelijke verhoging in somconcentraties VOS waarneembaar in de benedenwindse metingen ten opzichte van de bovenwindse metingen. Tevens is geen duidelijke afname met de afstand tot het bedrijf te zien. Terpenen die met geur van compostering geassocieerd zijn werden slechts zelden gedetecteerd bij de metingen bij de compostering. Verscheidene eerdere studies hebben VOS gemeten in en bij composteerinstallaties (samengevat in bijlage 5 Hagens e.a. 2012) en ook enkele studies in varkenshouderijen (Ji-Qin e.a, 2012). Bij de metingen rond de compostering in Chijnsgoed worden vergelijkbare VOS gevonden als in eerdere studies. Het is moeilijk om absolute concentraties te vergelijken door de manier van rapportage van VOS in de studies, veelal in somconcentraties van VOS. De studies van Müller e.a (Müller e.a., 2004a 2004b) rapporteren een afname van de somconcentratie VOS met afstand van een composteerinstallatie, waarbij tot op een afstand van enkele honderden meters VOS in lage concentraties aangetroffen werden. De composteerinstallaties in deze onderzoeken betrof echter een overdekte installatie, met actieve ventilatie wat niet vergelijkbaar is met de open compostering van groenafval zoals in Chijnsgoed. Zoals eerder geconcludeerd werd door Hagens e.a. (2012) zijn VOS concentraties in de omgeving van composteerinstallaties in het algemeen laag. Er zijn geen studies die een gradiënt van VOS hebben bestudeerd in geval van veehouderijen. Volgens Ni e.a. worden bij veehouderijen sulfidehoudende VOS veelvuldig aangetroffen (Ni e.a. 2012). Dit werd niet waargenomen bij de varkenshouderij in Chijnsgoed.

Omdat geen gevolgen van emissies worden gevonden op omgevingsniveaus kan niet verder worden gekeken naar de invloed van bedrijfs- en/of meteorologische kenmerken. Windsnelheid en stabiliteit van de luchtlage zijn meteorologische factoren die de hoogte en mate van verspreiding van luchtverontreiniging bepaalt en zijn mathematisch beschreven voor verspreidingsmodellen (Wichmann-Fiebing, 2011). Bij toename in windsnelheid zal de concentratie nabij de bron verlagen, dit komt voornamelijk door de versnelde afvoer van de bron naar verder gelegen gebieden. De stabiliteit van de luchtlage heeft eveneens invloed op de hoogte van de concentraties van luchtverontreiniging. Ook het optreden van zogenaamde inversies (dwz situaties waarin de temperatuur van de lucht stijgt met de hoogte en dus geringe verdunning van de concentratie) of convectie (lokale opwarming van de lucht als gevolg van bijvoorbeeld zoninstraling op een stabiele zomerse dag, zal de lucht hoog stijgen waardoor de concentraties laag zullen zijn) is van invloed (Wichmann-Fiebing, 2011). In het onderzoek beschreven in deze rapportage is echter een verschillend patroon waarneembaar voor de diverse onderzochte componenten wanneer verschillen tussen meetdagen vergeleken worden, dit maakt het niet waarschijnlijk dat meteorologische componenten een grote rol spelen in de waarneming dat verspreiding niet duidelijk aantoonbaar is. Ook wordt er geen vergelijkbaar patroon waargenomen voor componenten die van dezelfde bron

afkomstig zijn, bv ST398 en MecA bij de varkenshouderij, dit suggereert dat bedrijfsactiviteiten evenmin duidelijk van invloed zijn.

Samenvattende conclusies

Het luchtkwaliteitsonderzoek in het bedrijvenpark Chijnsgoed in de gemeente Heeze-Leende is erop gericht om nader inzicht te verkrijgen in de verspreiding naar de omgeving van inhaleerbaar stof, bio-aerosolen en vluchtige organische stoffen in het gebied afkomstig van een paar specifieke bedrijven (compostering, veehouderij). Er hebben herhaalde metingen plaatsgevonden op meerdere dagen gedurende representatieve omstandigheden; hierdoor is een algemeen indicatief beeld verkregen over het optreden van immissies onder normale bedrijfs- en meteorologische omstandigheden.

Hieronder is een beantwoording van de specifieke vraagstellingen gegeven die zijn geformuleerd als doelstellingen van het onderzoek:

Wat zijn de concentraties aan inhaleerbaar stof (generieke marker), endotoxinen (generieke marker), *Aspergillus fumigatus* (compostering), vluchtige organische stoffen (compostering en generiek) en microbiële resistentie genen (MecA gen: generiek voor methiciline resistentie, en ST398 gen voor veehouderij specifieke MRSA) in de omgeving van het groencomposteer- en grondverwerkingsbedrijf en in de omgeving van de varkenshouderij?

In het algemeen zijn de luchtconcentraties van alle gemeten componenten laag, zowel bij de metingen bij de compostering als bij de varkenshouderij. Er wordt voor geen van de gemeten componenten een duidelijk verhoogde concentratie gemeten op korte afstand benedenwinds van het bedrijf, en ook wordt er geen afname in concentratie gevonden met een toename in afstand tot het bedrijf. Er is dus geen duidelijk immissie verspreidingspatroon van bio-aerosolen of vluchtige organische stoffen naar de omgeving van de bedrijven waarneembaar. Er kan geconcludeerd worden dat een aanzienlijke immissie van inhaleerbaar stof, bio-aerosolen (endotoxinen, MecA, ST398 en *Asp. Fumigatus*) en VOS onder de omstandigheden zoals betrokken in het onderzoek niet waarschijnlijk is.

In hoeverre zijn omgevings- en bedrijfskenmerken van invloed op het verspreidingspatroon (bijvoorbeeld windsnelheid, temperatuur, bedrijfsactiviteiten en dergelijke)?

Doordat er geen duidelijk verspreidingspatroon van de onderzochte componenten aanwezig is, is het niet mogelijk om te onderzoeken of en in welke mate de verspreiding wordt beïnvloed door bedrijfs- en meteorologische kenmerken.

Is het blootstellingsprofiel anders bij verschil in windrichting en is dit te relateren aan mogelijk andere bronnen in de omgeving?

Het blootstellingsprofiel (voorkomen van de verschillende onderzochte componenten in de lucht) verschilt in enige mate bij de onderzochte bedrijven. Bij de varkenshouderij wordt ST398 in lage hoeveelheden gevonden en bij de compostering iets vaker *Asp. fumigatus* in lage concentratie. Dit is overeenkomstig met de verwachtingen aangezien deze componenten het meest onderscheidend zijn voor de beide bronnen. Het blootstellingspatroon is vooral bedrijfsspecifiek en niet windrichting afhankelijk. De vraag of het blootstellingsprofiel anders is bij verschillende windrichting kan ontkennend beantwoord worden.

Tot slot: wat betekenen de resultaten nu met betrekking tot gezondheidsrisico's?

Voorop gesteld moet worden dat voor de meeste gemeten componenten geen gezondheidkundige grenswaarden bekend zijn. Echter een globale discussie aan de hand van de gemeten concentraties en de ervaringen van eerdere onderzoeken kan wel gevoerd worden. De in Chijsgoed gemeten endotoxineconcentraties zijn in absolute zin laag en beduidend lager dan de door de Gezondheidsraad genoemde grenswaarde voor endotoxine in de buitenlucht van 30 EU/m³ (Gezondheidsraad 2012). Verspreiding van MRSA gerelateerde genen naar de omgeving vindt wel plaats maar zijn na een afstand van circa 150m weer op achtergrondniveau. Detectie van genetisch materiaal wil niet zeggen dat ook levensvatbare bacteriën aanwezig zijn. Op basis van gegevens van onderzoeken bij omwonenden en veehouders is het risico op veehouderij gerelateerde MRSA via verspreiding van de lucht bij omwonenden zeer laag. Verspreiding van genetisch materiaal *Asp. fumigatus* naar de omgeving werd waargenomen. Wat dit betekent voor mogelijke gezondheidsrisico's is niet eenduidig te zeggen. Detectie van genetisch materiaal wil niet zeggen dat ook levensvatbare schimmels/schimmelsporen aanwezig zijn. Ook is er geen dosis-response relatie bekend voor *Asp. fumigatus* waaraan deze gerelateerd kan worden. Aangezien de gemeten concentraties in de lucht laag zijn, schatten we op dit moment in dat het achtergrondrisico niet overschreden wordt. De concentraties van vluchtige organische stoffen zijn dusdanig laag dat toxicologische effecten uit te sluiten zijn. Lage concentraties van VOS, dus beneden de grens van toxicologische effecten, kunnen echter wel als geur waargenomen worden.

Dankwoord

Het luchtkwaliteitsonderzoek in het bedrijvenpark Chijnsgoed in de gemeente Heeze Leende was niet mogelijk geweest zonder de medewerking van de betrokken bedrijven en de eigenaren van de omliggende grondpercelen. Wij danken hen hartelijk voor de medewerking aan het onderzoek.

Wij danken Isabella Oosting-van Schothort en Simone Hilhorst voor het verzamelen van de monsters in het veld, wat niet altijd even gemakkelijk was, en de betrokken analisten bij TNO en IRAS die de laboratorium analyses uitgevoerd hebben.

Het onderzoek is gefinancierd door de Academische Werkplaats Medische Milieukunde, de gemeente Heeze-Leende en de provincie Brabant.

Referenties

- Bisdorff B, Scholhölter JL, Claußen K, Pulz M, Nowak D, Radon K. MRSA-ST398 in livestock farmers and neighbouring residents in a rural area in Germany. *Epidemiol Infect.* 2012 Oct;140(10):1800-8. doi: 10.1017/S0950268811002378. Epub 2011 Dec 12.
- Burton NC, Grinshpun SA, Reponen T. Physical collection efficiency of filter materials for bacteria and viruses. *Ann Occup Hyg.* 2007 Mar;51(2):143-51. Epub 2006 Oct 14.
- Gezondheidsraad. Gezondheidsrisico's rond veehouderijen. Den Haag: Gezondheidsraad, 2012; publicatienr. 2012/27. ISBN 978-90-5549-939-7
- Gibbs SG, Green CF, Tarwater PM, Scarpino PV. Airborne antibiotic resistant and nonresistant bacteria and fungi recovered from two swine herd confined animal feeding operations. *J Occup Environ Hyg.* 2004 Nov;1(11):699-706.
- Gibbs SG, Green CF, Tarwater PM, Mota LC, Mena KD, Scarpino PV. Isolation of antibiotic-resistant bacteria from the air plume downwind of a swine confined or concentrated animal feeding operation. *Environ Health Perspect.* 2006 Jul;114(7):1032-7.
- Graveland H, Wagenaar JA, Heesterbeek H, Mevius D, van Duijkeren E, Heederik D. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in veal calf farming: human MRSA carriage related with animal antimicrobial usage and farm hygiene. *PLoS One.* 2010 Jun 8;5(6):e10990.
- Graveland H, Wagenaar JA, Bergs K, Heesterbeek H, Heederik D. Persistence of livestock associated MRSA CC398 in humans is dependent on intensity of animal contact. *PLoS One.* 2011 Feb 9;6(2):e16830.
- Graveland H, Duim B, van Duijkeren E, Heederik D, Wagenaar JA (2011) Livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in animals and humans. *Int J Med Microbiol* 301:630-634
- Green CF, Gibbs SG, Tarwater PM, Mota LC, Scarpino PV. Bacterial plume emanating from the air surrounding swine confinement operations. *J Occup Environ Hyg.* 2006 Jan;3(1):9-15.
- Hagens WJ, Rutjes SA, Rutgers M, Janssen PJCM, Fisher PH, Dusseldorp A. Gezondheidsaspecten van het wonen nabij composteerbedrijven- Een literatuurstudie, RIVM rapport 609300028/2011, online 2012 (http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:77849&type=org&disposition=inline&ns_nc=1)
- Heederik, D.J.J. & IJzermans, C.J. (editors), Opstal-van Winden, A.J.W., Smit, L.A.M., Wouters, I.M., Hooiveld, M., Sman-de Beer, F. van der, Spreeuwenberg, P.M.M., Bruin, A. de, Rotterdam, B. van; Mogelijke effecten van intensieve-veehouderij op de gezondheid van omwonenden: onderzoek naar potentiële blootstelling en gezondheidsproblemen. Utrecht, Bilthoven; NIVEL, IRAS Universiteit Utrecht, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2011. 204 p.

- Müller T, Thissen R, Braun S, Dott W, Fischer G , (M)VOC and composting facilities part 2: (M)VOC dispersal in the environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 2004a, 11 (no. 2), 152-157.
- Müller T, Thissen R, Braun S, Dott W, Fischer G , (M)VOC and composting facilities: Part 1: (M)VOC emissions from municipal biowaste and plant refuse. *Environmental Science and Pollution Research*, 2004b, 11 (no. 2), 91-97.
- Ni JQ, Robarge WP, Xiao C, Heber AJ, Volatile organic compounds at swine facilities: A critical review *Chemosphere* 89 (2012) 769–788
- Sanchez-Monedero MA., Stentiford EI, Urpilainen UT, Bioaerosol generation at large-scale green waste composting plants. *J Air & Waste Manageassoc*; 2005; 55: 612-618.
- Schulz J, Frieze A, Klees S, Tenhagen BA, Fetsch A, Rösler U, Hartung J. Longitudinal study of the contamination of air and of soil surfaces in the vicinity of pig barns by livestock-associated Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Appl Environ Microbiol.* 2012 Aug;78(16):5666-71
- Taha MPM, Pollard SJT, Sarkar U, Longhurst P, Estimating fugitive bioaerosol releases from static compost windrows: Feasibility of portable wind tunnel approach. *Waste Management*, 2005, 25: 445-450.
- Taha MPM, Drew GH, Longhurst P, Smith R, Pollard SJT, Bioaerosol releases from compost facilities: Evaluating passive and active source terms at a green waste facility for improved risk assessments. *Atmospheric Environment*, 2006, 40: 1159-1169.
- Taha MPM, Drew GH, Tamer A, Hewings G, Jordinson GM, Longhurst P, Pollard SJT, Improving bioaerosol exposure assessments of composting facilities – Comparative modeling of emissions from different compost ages and processing activities. *Atmospheric Environment*; 41, 2007, 4504-4519
- van Cleef BA, Verkade EJ, Wulf MW, Buiting AG, Voss A, Huijsdens XW, van Pelt W, Mulders MN, Kluytmans JA. Prevalence of livestock-associated MRSA in communities with high pig-densities in The Netherlands. *PLoS One*. 2010 Feb 25;5(2):e9385.
- Wichmann-Fiebig M, Air Pollution: Modelling of Air Pollutant Dispersion in 55. *Environmental Pollution Control*, Maystre, Lucien Y., Spiegel, Jerry, Editor, *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, 2011

Verklarende woordenlijst

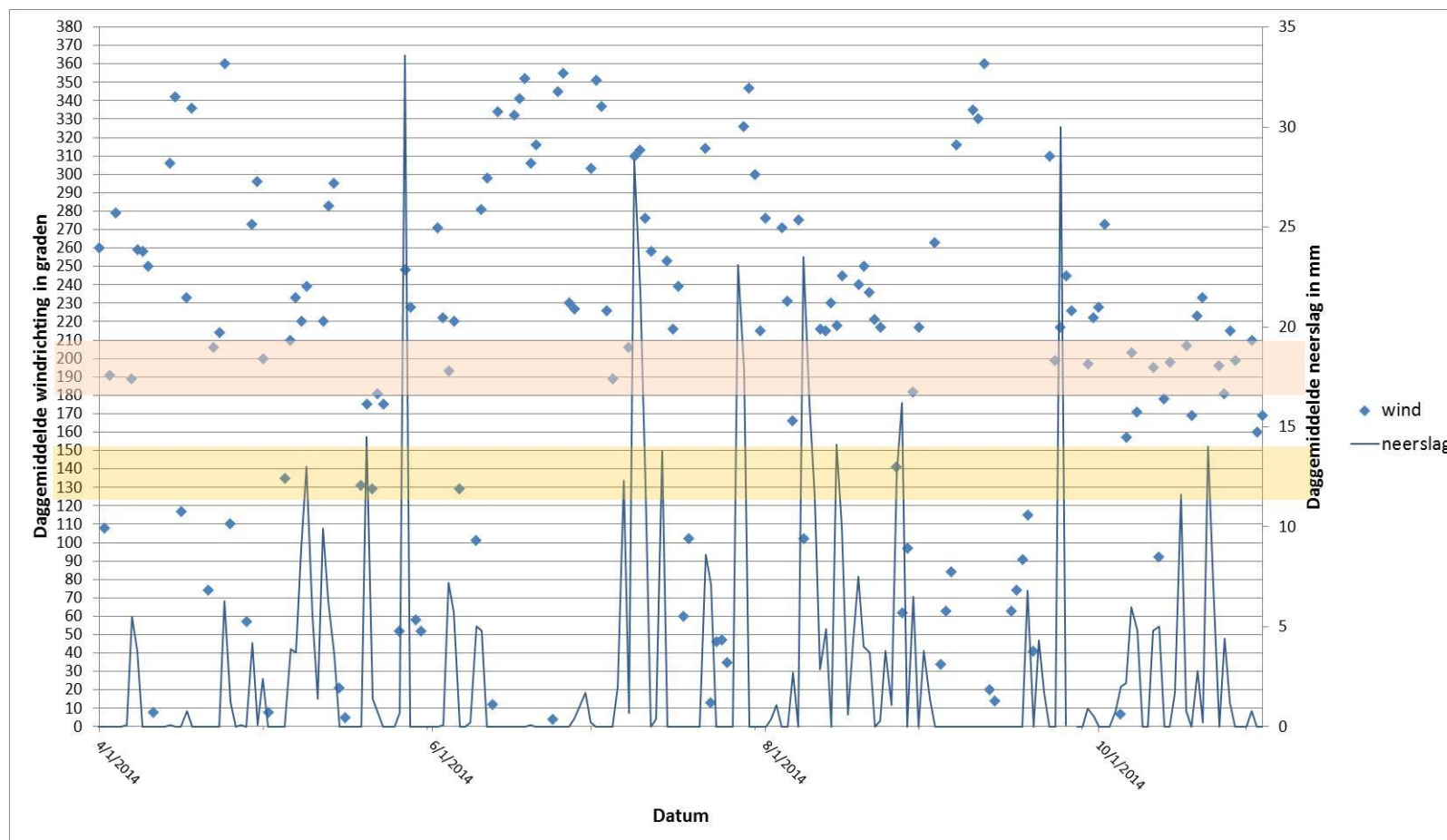
Achtergrondrisico	Kans (of risico) op de bestudeerde uitkomst in de algemene populatie.
Alkanen	Vluchtige organische stoffen (VOS) worden op basis van hun molecuulstructuur ingedeeld in groepen met een vergelijkbare structuur. Alkanen is de naamgeving van één van deze groepsindelingen, en omvat de eenvoudigste koolwaterstoffen die alleen enkelvoudige koolstof-koolstof bindingen zonder ringen bevatten. Deze verbindingen heten verzadigd, omdat er geen dubbele bindingen in voorkomen.
Aromaten	Vluchtige organische stoffen (VOS) worden op basis van hun molecuulstructuur ingedeeld in groepen met een vergelijkbare structuur. Aromaten is de naamgeving van één van deze groepsindelingen, en omvat koolwaterstoffen met een onverzadigde ringvormige structuur.
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i> is een schimmel. De schimmel vermeedert zich door sporen te vormen. De schimmel kan groeien bij een temperatuur tussen 12-56 °C. De schimmel komt overal in het milieu voor, maar wordt vanwege het feit dat de schimmel tegen hoge temperaturen kan gezien als een marker voor de compostering, waar in het proces hoge temperaturen optreden.
Benedenwinds	Plaatsing van de meetlocatie dusdanig dat de wind eerst over het te onderzoeken bedrijf geleid wordt voordat het bij de meetpaal komt, waardoor de uitkomst van de meting door het bedrijf beïnvloed kan worden.
Bio-aerosolen	Stofdeeltjes met daaraan gebonden micro-organismen, zoals bacteriën en schimmels of delen van micro-organismen zoals endotoxinen.
Blootstellingscomponent	Component: element van een uit verschillende elementen (componenten) samengesteld signaal. In dit geval wordt blootstelling afkomstig van bedrijven bepaald aan de hand van verschillende te bemeten stoffen (de verschillende blootstellingscomponenten).
Blootstellingsmarker	Een te bemeten stof die representatief geacht wordt voor de blootstelling aan een reeks van stoffen.
Blootstellingsprofiel	het concentratiepatroon van verschillende blootstellingscomponenten in de studie.
Bovenwinds	Plaatsing van de meetlocatie dusdanig dat de wind niet over het te onderzoeken bedrijf geleid wordt voordat het bij de meetpaal komt, waardoor de uitkomst van de meting niet door het bedrijf beïnvloed kan worden.
Chloorkoolwaterstoffen	Vluchtige organische stoffen (VOS) worden op basis van hun molecuulstructuur ingedeeld in groepen met een vergelijkbare structuur. Chloorkoolwaterstoffen is de naamgeving van één van deze groepsindelingen, en omvat koolwaterstoffen die aan de koolstofketen één of meer chlooratomen bevat.
Endotoxine	Onderdeel van een celwand van gram-negatieve bacteriën, welke beschouwd wordt als algemene marker voor micro-organismen. Daarnaast heeft endotoxine zelf ontstekingsbevorderende eigenschappen, waardoor bij inademing hiervan problemen van de luchtwegen kunnen ontstaan.

Generieke blootstellingsmarker	Een blootstellingsmarker die niet specifiek is voor een bron, maar van meerdere bronnen afkomstig kan zijn, in dit geval markers zoals stof, endotoxinen, MecA
Gradiëntmeting	Het tegelijkertijd uitvoeren van metingen op een locatie bovenwinds en meerdere locaties variërend in afstand van dichtbij tot verder weg benedenwinds van het te onderzoeken bedrijf.
Inhaleerbaar stof	Dat deel van de aanwezige stofdeeltjes in de lucht dat ingeademd kan worden door mond en/of neus. Per internationale conventie omvat de meting van de inhaleerbaarstofferfractie deeltjes tot een grootte 100 micrometer. De stofferfractie omvat ook kleinere deeltjes (NEN:EN 481 1994 Werkplekatmosfeer: definitie van deeltjesgrootteverdeling voor het meten van in de lucht zwevende deeltjes).
Koolwaterstoffen	Organisch chemische verbindingen die uitsluitend bestaan uit waterstof en koolstof atomen.
MecA-gen	Een stukje genetisch materiaal dat verantwoordelijk is voor methycilline resistentie van MRSA (zie MRSA). Het gen kan met behulp van moleculaire technieken in luchtmonsters bepaald worden. MecA geeft een indicatie van voorkomen van resistentie, maar wordt niet uitsluitend in MRSA gevonden. Het is een algemene marker.
Mesofiele bacteriën	De term mesofiele bacteriën verwijst naar een indeling van bacteriën aan de hand van de temperatuur waarin ze optimaal groeien. Mesofiele bacteriën groeien optimaal tussen 15° en 50° Celsius. De meeste bacteriën behoren tot deze groep.
Microbiële componenten	stoffen die van micro-organismen afkomstig zijn.
MRSA	Methyciline resistente Staphylococcus Aureus: een antibioticum (methyciline) resistente bacterie, een type hiervan met een specifiek gen (ST398) is geassocieerd met veehouderij, en wordt ook wel veehouderij gerelateerde MRSA genoemd. Het MecA gen is een stukje genetisch materiaal dat zorgt (codeert) van de resistentie voor het antibioticum. Het MecA gen is niet uniek voor MRSA, het kan ook in andere bacteriën voorkomen.
ST398-gen	Een stukje genetisch materiaal dat specifiek is voor veehouderij gerelateerde MRSA (zie MRSA). Het is een veehouderij gerelateerde marker.
Stofdeeltjes	Vaste deeltjes of vloeistof druppeltjes die in de lucht voor kunnen komen. Zij kunnen onder meer ontstaan door mechanische processen, condensatie en opwelling (MAC lijst SZW 1994-2006).
Vluchtige organische stoffen (VOS)	Vluchtige organische stoffen: verzamelnaam voor een groep van koolwaterstoffen die makkelijk verdampen en dan als gasvorm voorkomen. Bekende VOS zijn vluchtige componenten van brandstoffen en oplosmiddelen. Sommige planten maken echter ook van nature VOS aan, de zogenaamde terpenen, die ook vrij kunnen komen bij het compostingsproces en dan met een compostgeur geassocieerd worden. Ook micro-organismen kunnen een breed scala aan VOS produceren.

Bijlagen

Bijlage 1. Overzicht daggemiddelde windrichting en neerslag

Overzicht van de etmaalgemiddelde windrichting in graden (♦) en neerslag in mm (—) op de KNMI locatie Eindhoven in de periode van maart 2014 tot oktober 2014. Hierbij is N= 0/360 graden, O=90 graden, Z=180 graden, W=270 graden. ZZW windrichting treedt op tussen 180 en 210 graden (rode balk = ZZW), ZO windrichting tussen 120 en 150 graden (oranje balk =ZO). Een meting is mogelijk als de windrichting in de rode of oranje balk valt en er geen neerslag is (neerslag lijn geen piek).



Bijlage 2. Details van de gevolgde werkwijze

Endotoxine- en DNA -extractie

Hierna werd een twee-staps extractie van de luchtfilters uitgevoerd, als eerste een endotoxine extractie gevolgd door een DNA extractie. De aanwezige endotoxinen in het stof op de filters zijn geëxtraheerd, in oplossing gebracht, voor de endotoxinebepaling zoals eerder beschreven door Spaan e.a. (2008) Hiertoe werden de filters overgebracht in een 50ml-buis (Greiner) onder aseptische condities, waarna 5 ml pyrogeenvrij water (Braun) + 0,05% Tween20 (Merck) werd toegevoegd. Na een uur schudden op de end-over-end-roller bij kamertemperatuur is de suspensie gecentrifugeerd bij 1000xg gedurende 15 minuten, waarna 1 ml supernatant werd afgepipetteerd. Dit werd in aliquots van 100 µl opgeslagen in glazen buisjes bij -20°C tot de bepaling. De resterende 4 ml is vervolgens gebruikt voor de DNA extractie.

De resterende 4 ml vloeistof werd aangevuld met 4 ml NucliSens lysis buffer (bioMérieux, Boxtel, Nederland) en gedurende 1 uur geïncubeerd bij kamertemperatuur op de end-over-end roller. Na centrifugatie (15 minuten 1000xg) werd de bovenstaande vloeistof in een nieuwe buis overgebracht en werd 50 µl NucliSens magnetische silica beads toegevoegd (bioMérieux, Boxtel, The Netherlands) gevolgd door 10 minuten incubatie bij kamertemperatuur waardoor de nucleïne zuren kunnen binden aan de silica deeltjes. Na enkele was-stappen volgens de instructies werd het gebonden DNA geëxtraheerd van de silica deeltjes met 50 microliter elutie buffer na 5-min incubatie bij 60°C.

Bepaling van resistentiegenen MecA en ST398 en Aspergillus fumigatus

De DNA extracten zijn met behulp van een kwantitatieve PCR getest op de resistentiegenen MecA en ST388 en op *Aspergillus fumigatus*. De kwantitatieve real-time PCR reacties werden uitgevoerd met een CFX384 apparaat (Biorad). De PCR reacties werden in triplo uitgevoerd in een totaal volume van 10 µl en een commercieel PCR mastermix (Biorad IQ supermix). De primersequenties, gebruikte primerconcentraties en gebruikte protocollen zijn zoals eerder beschreven door Francois e.a. (2003; MRSA-mecA), Gilbert e.a. (MRSA-ST398) en de Environment Protection Agency (EPA; *Asp. fumigatus*).

De samples zijn onverdund gestes. Alleen wanneer in alle 3 triplos een reactie waarneembaar is de concentratie kwantificeerbaar. Indien in 1 of 2 van de triplos een reactie waarneembaar is, is het product wel detecteerbaar maar niet kwantificeerbaar.

Vluchtige organische stoffen (VOS)

Vluchtige organische stoffen (VOS) zijn gesampled door lucht te bemonsteren op een adsorptie (Tenax) buis. Na monsternamen werden de adsorptiebuisen afgesloten, individueel verpakt in een plastic zak en opgeslagen bij kamertemperatuur tot analyse. Analyse van de vluchtige koolwaterstoffen vond plaats bij TNO te Utrecht. De adsorptiebuis is thermisch gedesorbeerd met behulp van een Perkin Elmer Turbomatrix (ATD). De gedesorbeerde componenten zijn on-line geanalyseerd met behulp van een HP 6890 gaschromatograaf, uitgerust met een apolaire kolom en gekoppeld aan een HP 5793 massaspectrometer. Identificatie van componenten vond plaats op basis van retentietijd en vergelijking van massaspectra met massaspectra uit een NIST databestand. Van

de geanalyseerde componenten is het gehalte berekend op basis van een externe standaard TO15. Voor stoffen, die niet in deze referentie standaard aanwezig zijn, is een zogenaamd semikwantitatieve bepaling uitgevoerd door de gehalten te berekenen op basis van de respons van tolueen in de externe standaard.

References

EPA: United States Environmental Protection Agency: Technology for Mold Identification and Enumeration (<http://www.epa.gov/microbes/moldtech.htm#aspergillus>)

Francois P, Pittet D, Bento M, Pepey B, Vaudaux P, Lew D, Schrenzel J. Rapid detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* directly from sterile or nonsterile clinical samples by a new molecular assay. *J Clin Microbiol*. 2003 Jan;41(1):254-60.

Gilbert MJ, Bos ME, Duim B, Urlings BA, Heres L, Wagenaar JA, Heederik DJ. Livestock-associated MRSA ST398 carriage in pig slaughterhouse workers related to quantitative environmental exposure. *Occup Environ Med*. 2012 Jul;69(7):472-8.

Spaan S, Doekes G, Heederik D, Thorne PS, Wouters IM. Effect of extraction and assay media on analysis of airborne endotoxin. *Appl Environ Microbiol*. 2008 Jun;74(12):3804-11.

Bijlage 3. Overzicht van concentraties kwantitatief bepaalde vluchtige organische stoffen (VOS)

Bijlage 3a . Overzicht van concentraties in microgram/m3 van kwantitatief bepaalde vluchtige organische koolwaterstoffen – Aromaten
(negatieve afstand is bovenwindse locatie)

Locatie/ Datum:	afstand	benzeen	tolueen	ethyl- benzeen	p,m- xyleen	o-xyleen	n-propyl- benzeen	iso-propyl- benzeen	2-ethyl- tolueen	3-ethyl- tolueen	4-ethyl- tolueen	1,2,3- trimethyl- benzeen	1,2,4- trimethyl- benzeen	1,3,5- trimethyl- benzeen	1,3- diethyl- benzeen	1,2,4,5- tetra- methyl- benzeen	chloor- benzeen	1,4- dichloor- benzeen	naftaleen
compostering 23-10-2013	-50		6.0																
	0																		
	50		5.2																
	80		10.0																
	160		5.5																
compostering 24-10-2013	-50		7.4																
	0		7.3																
	40	6.9	7.1																
	80		8.1																
	160		8.2																
compostering 23-10-2014	-50	1.04	2.56	0.45	1.28	0.46							0.34						
	40	1.09	2.25	0.72	1.96	0.80							0.42						
	80	1.19	2.82	0.83	2.35	0.90							0.49						
	160	0.49	0.54																
compostering 24-10-2014	-50	1.03	2.16	0.44	1.55	0.54							0.46						
	40	0.80	2.70	0.66	2.19	0.76				0.35			0.70						
	80	1.10	3.48	0.67	2.28	0.82							0.72						
	160	1.10	0.59																
varkenshouderij 4-7-2014	-50																		
	40		0.75		0.54														
	80																		
	160		1.24	0.65	0.36								0.36						0.41
varkenshouderij 15-7-2014	-50																		
	40	1.49	1.46		0.42														
	80		1.28		0.38														
	160	0.40	1.30		0.39														
varkenshouderij 31-7-2014	-50	1.69	2.91	0.64	1.15	0.42							0.41						
	40	0.62	2.35		0.74														
	80	1.04	0.69																
	160	2.09	2.71		0.85														

Bijlage 3b. Overzicht van concentraties in microgram/m3 van kwantitatief bepaalde vluchtige organische koolwaterstoffen – Chloorkoolwaterstoffen (negatieve afstand is bovenwindse locatie)

		Chloorkoolwaterstoffen								
Datum	afstand	dichloormethaan	tri-chloormethaan	tetra-chloormethaan	1,1-dichloorethaan	1,2-dichloorethaan	1,1,1-trichloorethaan	cis-1,2-dichlooretheen	tri-chlooretheen	tetra-chlooretheen
compostering 23-10-2013	-50									
	0									
	50									
	80									
	160									
compostering 24-10-2013	-50									
	0									
	40									
	80									
	160									
compostering 23-10-2014	-50		0.30	0.73		1.98				
	40	0.34		0.73		0.83				
	80			0.70		0.81				
	160									
compostering 24-10-2014	-50			0.67						
	40			0.67						
	80			0.51						
	160									
varkenshouderij 4-7-2014	-50									
	40									
	80									
	160	0.33								
varkenshouderij 15-7-2014	-50									
	40					0.46				
	80			0.62		0.56				
	160			0.62		0.55				
varkenshouderij 31-7-2014	-50			0.38						
	40									
	80									
	160			0.59						

Bijlage 3c. Overzicht van concentraties in microgram/m3 van kwantitatief bepaalde vluchtige organische koolwaterstoffen – Alkanen (negatieve afstand is bovenwindse locatie)

		Alkanen																	
Datum	afstand	n-hexaan	n-heptaan	n-oktaan	n-nonaan	n-decaan	n-undecaan	n-dodecaan	n-tridecaan	2-methylpentaan	3-methylpentaan	2,4-dimethylpentaan	2,2,4-trimethylpentaan	2-methylhexaan	3-methylhexaan	2,4-dimethylhexaan	3-methylheptaan	methylcyclopentaan	methylcyclohexaan
Compostering 23-10-2013	-50																		
	0																		
	50																		
	80				7.0				9.7										
	160																		
Compostering 24-10-2013	-50																		
	0																		
	40																		
	80																		
	160																		
Compostering 23-10-2014	-50	0.84	0.58	0.44	0.49				0.53		0.68	0.31	0.30					0.31	
	40	0.80	0.79	0.56	0.83	0.43	0.59	1.07	2.59		0.56	0.56	0.38		3.05				
	80	0.98	0.77	0.54	0.80	0.52	0.62	0.73	1.61		0.62				0.49				0.33
	160	0.40	0.42	0.39	0.52				0.79										
Compostering 24-10-2014	-50	1.09	0.88	0.72	0.95	0.59	0.58	0.50	0.70		0.60	1.05			6.47				
	40	1.06	1.26	1.43	2.44	1.06	1.28	1.12	1.06		0.58			0.38					0.45
	80	1.59	1.30	1.00	1.27	1.21	1.07	1.18	0.89		0.70				10.51				0.52
	160																		
Varkenshouderij 4-7-2014	-50	0.51						0.79	0.54	0.74		0.46							
	40	0.44	0.48		0.40	0.81	1.55	3.16	0.88	0.75		0.54							
	80	0.45			0.52		0.58	1.09	0.90	0.89									
	160	0.51	0.41	0.56	1.22	0.64	2.35	4.67	3.59			0.44				0.41			
varkenshouderij 15-7-2014	-50																		
	40	0.51	0.46						0.43										
	80	0.66								0.57									
	160	0.65	0.53	0.54	0.67				0.48	0.75	0.40								
varkenshouderij 31-7-2014	-50	0.71	0.95	0.42	0.67	0.41	0.66	0.46		0.43									
	40	0.59	0.63	0.37	0.39					0.38									
	80	0.40																	
	160	0.87			0.43					0.81	0.57		0.45		0.39				

Bijlage 4. Overzicht van concentraties semi-kwantitatief bepaalde vluchtige organische stoffen

Bijlage 4. Overzicht van concentraties in microgram/m³ van vluchtige organische stoffen – bepaling van semi-kwantitatieve koolwaterstoffen (negatieve afstand is bovenwindse locatie). Terpenen zijn aangeduid met een gele arcering.

Locatie:	composting					composting					composting				composting				varkenshouderij				varkenshouderij				varkenshouderij			
Datum	23-10-2013					24-10-2013					23-10-2014				24-10-2014				4-7-2014				15-7-2014				31-7-2014			
Afstand	-50	0	50	80	160	-50	0	40	80	160	-50	40	80	160	-50	40	80	160	-50	40	80	160	-50	40	80	160	-50	40	80	160
1-methoxy-2-propanol																					2.0									
1-nonanol																						2.5								
1-octanol																						1.6								
2-(2-butoxyethoxy)-ethanol acetate											3.0	40.5	13.0			21.8	7.5					4.9						4.5	2.1	
2-butoxyethanol																2.2					9.4	34.3					2.4			
2-ethyl-1-hexanol																2.0	2.3		5.5	65.3	6.5	9.6					2.0			
2-ethylhexanoic acid														2.2								1.7								
2-ethylhexanal																				2.7										
2-hydroxy-benzaldehyde																						4.6								
2-hydroxy-iso-butyrophenone											1.9	19.6	8.0			6.1	3.4				5.7	59.2								
2-n-pentylfuran																				2.0										
3-heptanone																				2.2										
3-carene																8.6	5.9													
acetic acid												7.4	2.7	13.6	8.9	19.0	13.2	3.4	7.8	4.3	2.5	4.3	5.9	2.2		7.7	4.7	6.7	10.2	4.9
acetone													2.5		2.4	2.5	3.4													
acetophenone											2.6	4.6	2.2	5.3	2.9	2.7	5.9	1.8			1.9	8.2	4.3			2.3	3.8		2.9	2.2
alpha-pinene												1.7				14.3	10.0													
benzaldehyde	47.0	32.0	35.0	65.0	42.0	34.0		61.0	51.0	36.0	3.0	4.3	3.5	4.3	2.8	4.0	5.9	2.6		2.8	3.1	9.6	3.2	3.0	2.6	3.0	4.5	1.9	2.8	3.4
benzoic acid									54.0		8.9	19.6	16.0	27.6	11.7	6.0	21.2	6.1	10.4	14.7	12.6	14.7	12.8	6.9	6.3	10.7	15.8	13.7	13.4	9.5
beta-pinene																5.3	3.6													
caprolactam												3.0	1.7			5.6						6.2								
decanal		96.0		75.0	40.0	34.0	87.0		202.0	64.0	2.2	8.2	6.7			7.3	3.3		2.0		10.2	14.1		6.9		5.2	2.8	3.2	1.8	
decanoic acid							37.0		120.0	34.0	2.6	5.6	14.0	7.0	2.9		3.6				5.1	16.1				4.2	2.1	7.0	3.7	2.5
diethylene glycol																						2.8								
dodecanal												2.0																		
ethanol															2.4		2.7													
formic acid																5.3														
glycerin																					15.3									
heptanoic acid												2.1	2.2	3.3					2.1	2.5	3.1	5.0				2.4				
hexanal																						2.2								
hexanoic acid												1.8		4.7		2.7					1.8	8.3							2.8	

[illegible]



Universiteit Utrecht

Institute for Risk Assessment Sciences

www.iras.uu.nl