

## INTENSIEVE VEEHOUDERIJ EN GEZONDHEID

### *Overzicht van kennis over werknemers en omwonenden*

Opdrachtgever	Bureau GMV voor de GGD'en Brabant en Zeeland
Auteurs	Ir. A. Dusseldorp, Drs. P.C.C. Sijnesael (RIVM-IMG) Prof. Dr. D. Heederik, Dr. Ir. G. Doekes (UU-IRAS) Dr. Ir. A.W van de Giessen (RIVM-LZO)
Overige betrokkenen	Drs. M. Mooij (RIVM-IMG, mede-auteur eerste concept) Dr. A.J. Baars (RIVM-SIR, auteur bijlage C) Drs. M. van Bruggen (RIVM-IMG, review) Drs. H.J.T. Bloemen, Ir. K.W. van der Hoek (RIVM-LVM, review)
Status rapport	Definitief
Datum	30 januari 2008
Rapportnummer	609300006
Dit rapport bestaat uit	47 pagina's
IMG vraagnummer	3075
Projectnummer	V/609300/08/IV

**Inhoudsopgave**

<b>1.</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>INFORMATIE OVER RELEVANTE STOFFEN.....</b>	<b>5</b>
2.1	AMMONIAK .....	5
2.2	(FIJN) STOF .....	6
2.3	BIOLOGISCHE AGENTIA .....	8
2.3.1	<i>Algemeen</i> .....	8
2.3.2	<i>Endotoxinen</i> .....	9
2.3.3	<i>MRSA</i> .....	10
2.4	CONCENTRATIES SAMENGEVAT .....	12
<b>3.</b>	<b>GEZONDHEID VAN WERKNEMERS EN OMWONENDEN .....</b>	<b>13</b>
3.1	ONDERZOEK ONDER WERKNEMERS VAN DE INTENSIEVE VEEHOUDERIJ.....	13
3.1.1	<i>Mogelijke oorzaken: allergenen</i> .....	13
3.1.2	<i>Mogelijke oorzaken: endotoxinen</i> .....	14
3.1.3	<i>Positief effect van endotoxinen?</i> .....	15
3.1.4	<i>Samenvatting van de bevindingen bij werknemers</i> .....	16
3.2	ONDERZOEK BIJ FAMILIELEDEN VAN VEEHOUDERS .....	16
3.2.1	<i>Endotoxine in huisstof in boerenwoningen</i> .....	16
3.2.2	<i>Endotoxinen in huisstof en de hygiëne hypothese</i> .....	17
3.3	ONDERZOEK ONDER OMWONENDEN VAN DE INTENSIEVE VEEHOUDERIJ.....	18
<b>4.</b>	<b>GEURHINDER .....</b>	<b>21</b>
4.1	ALGEMEEN .....	21
4.2	GEURHINDER RONDOM INTENSIEVE VEEHOUDERIJ.....	21
4.2.1	<i>De Wet Geurhinder en Veehouderij (WGV)</i> .....	21
4.2.2	<i>Onderzoek naar geurhinder rond intensieve veehouderijen</i> .....	22
4.2.3	<i>Dosis-respons relaties varkenshouderijen Nederland</i> .....	23
<b>5.</b>	<b>LOPENDE ZAKEN.....</b>	<b>25</b>
5.1	INTEGRALE ANALYSE VAN MEGASTALLEN (KIPPEN EN VARKENS).....	25
5.2	METINGEN FIJN STOF EN AMMONIAK IN DE PEEL .....	25
5.3	BEOORDELING VAN GEZONDHEIDSASPECTEN BIJ IPPC VERGUNNINGEN .....	26
5.4	STAAT VAN INFECTIEZIEKTEN .....	26
5.5	GEÏNTEGREERD ONDERZOEKSPROGRAMMA MRSA .....	26
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIE .....</b>	<b>27</b>
6.1	DEELCONCLUSIES.....	27
6.2	SAMENVATTENDE CONCLUSIE .....	29
<b>7.</b>	<b>REFERENTIES .....</b>	<b>31</b>
	<b>BIJLAGE A: ZOEKPROFIEL LITERATUUR .....</b>	<b>37</b>
	<b>BIJLAGE B: MEETWAARDEN.....</b>	<b>39</b>
	<b>BIJLAGE C: ADVIESWAARDEN AMMONIAK .....</b>	<b>43</b>
	<b>BIJLAGE D: PUBLIEKSINFORMATIE MRSA .....</b>	<b>45</b>
	<b>BIJLAGE E: AANBEVELINGEN WORKSHOP 2004 .....</b>	<b>47</b>

## 1. INLEIDING

### *Achtergrond*

In de landbouw vindt de laatste jaren een schaalvergroting plaats. Diverse gebieden zijn aangewezen als LandbouwOntwikkelingsGebied (LOG). In deze gebieden worden bedrijven, waaronder intensieve veehouderijen, geconcentreerd. Mede als gevolg van dit beleid worden in deze gebieden steeds grotere bedrijven gevestigd, ook wel aangeduid als megastallen. Er bestaan verschillende definities voor 'megastal'. Alterra hanteert een grootte van minstens 250 melkkoeien, 7500 vleesvarkens, 1200 fokvarkens, 120.000 leghennen, 220.000 vleeskuikens of 2500 vleeskalveren (Gies 2007). In een advies dat momenteel door 4 verschillende partijen wordt opgesteld (zie paragraaf 5.1) wordt een megabedrijf gedefinieerd als een bedrijf groter dan 500 'nge' (Nederlandse grootte-eenheden), dat gelijk staat aan 12.500 vleesvarkens of 160.000 legkippen, die volledig op één locatie zijn ondergebracht.

Huisartsen in Brabant maken zich zorgen dat de (uitbreidende) intensieve veehouderij in de regio aanleiding geeft tot gezondheidseffecten in deze gebieden. Het Bureau Gezondheid, Milieu en Veiligheid (bGMV) van de GGD'en Brabant en Zeeland is ingeschakeld om de vragen te beantwoorden over de risico's voor omwonenden. Het Bureau vroeg ondersteuning aan het RIVM. Het RIVM heeft het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) bereid gevonden om mee te werken aan de beantwoording van de vragen. Bij het IRAS, een instituut van de Universiteit Utrecht, bestaat jarenlange ervaring met onderzoek naar gezondheidseffecten in de intensieve veehouderij.

### *Vraagstelling*

De vraag aan het RIVM is om een studie te doen naar de in de literatuur beschreven gezondheidseffecten van de intensieve veehouderij, met de volgende aspecten:

- Het gaat niet alleen om omwonenden, maar ook om werknemers;
- De gezondheidseffecten dienen bij voorkeur in verband te zijn gebracht met blootstellingsmetingen, - berekeningen of – schattingen.
- De agentia die van belang zijn, zijn in ieder geval ammoniak (NH<sub>3</sub>), fijn stof en biologische agentia (toxinen, allergenen, bacteriën).
- Tevens dient onderzoek naar de gevolgen en de effecten van geuroverlast door veehouderijen te worden meegenomen.

### *Literatuursearch*

In de literatuurbestanden Medline, Picarta en Scopus is gezocht naar artikelen die de concentraties van ammoniak, stof en biologische agentia in of rondom intensieve veehouderijen beschrijven (in Nederland en internationaal). Tevens hebben we artikelen verzameld die ingaan op gezondheidseffecten bij werknemers en/of omwonenden, of artikelen die ingaan op geuroverlast. De periode betrof 1990-januari 2008. Het volledige zoekprofiel is weergegeven in Bijlage A. Het leverde ca. 400 verwijzingen op. Artikelen zijn buiten beschouwing gelaten als ze de gezondheid van de dieren zelf beschreven, gefocust waren op slachthuizen of andere

agrarische activiteiten (bijvoorbeeld graanproductie en -verwerking), niet in het Nederlands, Duits of Engels waren geschreven, pesticiden als voornaamste onderwerp van studie hadden, of alleen ingingen op emissie(factoren) of maatregelen om in de stal de concentratie te verlagen. Vooral artikelen die ingaan op de situatie in Westerse landen zijn in deze studie meegenomen. Daarbij vormen de bestaande overzichtartikelen (reviews) in de literatuur de belangrijkste basis voor dit rapport.

#### *Verdere Afbakening*

Het rapport gaat voornamelijk in op intensieve veehouderij waar kippen of varkens worden gehouden. De reden hiervoor is dat bij deze diersoorten de concentraties van de diverse componenten in de stallen hoger liggen dan in stallen waar koeien zijn gehuisvest (zie hoofdstuk 2). Het rapport spreekt over intensieve veehouderij, en niet specifiek over megastallen, omdat wetenschappelijk onderzoek voor deze nieuwe ontwikkeling nog niet voorhanden is.

## 2. INFORMATIE OVER RELEVANTE STOFFEN

Een groot aantal stoffen speelt een rol in de intensieve veehouderij. De dieren worden gevoederd met allerlei verschillende voedermiddelen uiteenlopend van granen, soja, en afvalproducten uit de humane voedingsmiddelenindustrie (schroot), stallen worden gedesinfecteerd en dieren worden behandeld met geneesmiddelen. Hierdoor ontstaat blootstelling aan verschillende stoffen. Daarnaast scheiden de dieren zelf mest en urine uit, en dit is weer een bron van gassen waaronder ammoniak, mercaptanen (typische geurstoffen), en van bacteriën en dierlijke allergenen.

De stoffen die rondom de intensieve veehouderij een belangrijke rol spelen en de meeste aandacht hebben gekregen in verband met gezondheidseffecten of effecten op het milieu zijn ammoniak, fijn stof en biologische agentia (zie ook de vraagstelling in hoofdstuk 1). In de volgende paragrafen staat algemene informatie over deze stoffen, zoals normen en gemiddelde concentraties in Nederland. Indien beschikbaar worden de concentraties rondom intensieve veehouderijen in Nederland beschreven. De meetwaarden die we hebben aangetroffen in de wetenschappelijke literatuur hebben voornamelijk betrekking op het binnenmilieu in de stallen. De waarden zijn weergegeven in Bijlage B.

### 2.1 AMMONIAK

Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) is een kleurloos gas en is bijtend voor de ogen, huid en luchtwegen. De MAC-waarde voor werknemers is 20 ppm ofwel  $14 \text{ mg/m}^3$ . Voor omwonenden gelden andere normen, omdat zij langer zijn blootgesteld en ook gevoelige groepen hier deel van uitmaken. De volgende waarden kunnen voor omwonenden worden gehanteerd (gebaseerd op de MRL, zie Bijlage C):

- Acute blootstelling (1 – 14 dagen):  $1,2 \text{ mg/m}^3$ .
- Chronische blootstelling (één jaar en langer):  $0,1 \text{ mg/m}^3$  ( $100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ).

De geurdrempel, de waarde waarbij ongeveer de helft van de mensen de geur waarneemt, ligt tussen  $0,1\text{-}1 \text{ mg/m}^3$  ( $0,15\text{-}1 \text{ ppm}$ ) (Janssen 2007, Vossen 2007).

#### *Gemiddelde ammoniakconcentratie Nederland*

In Nederland is de gemiddelde ammoniakconcentratie met 25% afgenomen ten opzichte van 1993, het jaar waarin maatregelen verplicht werden voor de reductie van ammoniak-emissie. De laatste jaren is de concentratie constant (MNC 2007). Het landelijk gemiddelde bedraagt  $8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (RIVM, 2007)<sup>1</sup>. In gebieden met veel intensieve veehouderijen is het jaargemiddelde ongeveer  $15\text{-}17 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (Smits 2002). Bij metingen in een agrarisch gebied werden lokaal, tijdens het emissie-arm aanwenden van mest, pieken van enkele dagen gemeten tot maximaal  $140 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (Smits 2005).

---

<sup>1</sup> Dit is het gemiddelde van de regionale stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.

### *Ammoniakconcentraties in de intensieve veehouderij*

De concentratie ammoniak is het hoogst in stallen van de varkens- en pluimveehouderij, en een stuk lager in de rundveehouderij. Staltype en manier van het opslaan van mest hebben grote invloed op de concentraties ammoniak. Groot-Koerkamp e.a. (1998) deden onderzoek naar de concentratie van ammoniak in diverse veehouderijen in Nederland, Denemarken, Engeland en Duitsland. Gemiddelde concentraties in de stallen van rundvee lagen rond 8 ppm (~5,6 mg/m<sup>3</sup>). In varkens- en kippenstallen werden hogere gemiddelden gemeten van respectievelijk 5-18 ppm en 5-30 ppm. Heederik e.a. (1991) deden onderzoek bij 136 varkensfokkerijen en vonden in de stallen gemiddelde concentraties ammoniak van 4 mg/m<sup>3</sup> (range 0,2-25 mg/m<sup>3</sup>).

## **2.2 (FIJN) STOF**

Stof is een verzamelnaam voor deeltjes in de lucht met verschillende grootte en van diverse chemische samenstelling. De samenstelling is afhankelijk van de bron van het fijn stof (natuurlijke oorsprong, landbouw, verkeer etc.). De grootte van de deeltjes bepaalt waar ze in de longen terecht kunnen komen en tot welke effecten dat kan leiden. Hierbij geldt dat hoe kleiner de stofdeeltjes zijn, hoe dieper zij kunnen doordringen in de longen en hoe schadelijker het is. Daarom is er de laatste decennia veel aandacht voor fijn stof (PM<sub>10</sub>: PM staat voor de Engelse term Particulate Matter, en 10 geeft aan dat de deeltjes een aerodynamische diameter hebben tot 10 µm). Ook PM<sub>2,5</sub> staat de laatste jaren in de belangstelling (dit zijn deeltjes kleiner dan 2,5 µm). In de werkomgeving zijn vaak andere stoffracties gemeten. Meestal wordt een onderscheid gemaakt tussen inhaleerbaar stof en respirabel stof. Inhaleerbaar stof betreft deeltjes van ca. 4-20 µm en respirabel stof ca. 1-5 µm.

Epidemiologisch onderzoek heeft aangetoond dat blootstelling aan fijn stof in de buitenlucht samenhangt met een breed scala aan gezondheidseffecten zoals (ziekenhuisopnamen voor) luchtwegklachten en vervroegde sterfte (Brunekreef en Holgate 2002). Het gaat daarbij voornamelijk om verergering van bestaande aandoeningen. De norm voor de jaargemiddelde concentratie fijn stof bedraagt 40 µg/m<sup>3</sup>. Daarnaast is er een norm voor kortdurende blootstelling aan fijnstofconcentraties. Deze bedraagt 50 µg/m<sup>3</sup> voor het daggemiddelde, dat niet vaker dan 35 dagen per jaar mag worden overschreden (RIVM, 2007).

### *Gemiddelde concentratie fijn stof in Nederland*

In Nederland is de jaargemiddelde achtergrondconcentratie fijn stof ongeveer 27 µg/m<sup>3</sup> (RIVM 2007). De achtergrondconcentratie wordt gevormd door de regionale (grootschalige) en stedelijke achtergrond. Vooral in straten kan de norm worden overschreden door de lokale bijdrage van verkeer aan de concentratie fijn stof. Een groot deel (ca. 55 %) van de heersende fijn stof concentratie is van natuurlijke oorsprong (zoals bodemstof en zeezout). De rest is afkomstig van menselijk handelen, de zogenaamde antropogene bronnen in binnen- en buitenland (MNP 2005). De landbouw is verantwoordelijk voor ongeveer 20 % van de Nederlandse antropogene fijn stof emissie (MNC). Het overgrote deel van deze landbouwemissie is afkomstig van stallen, vooral pluimvee- en varkensstallen.

### *Stofconcentraties in intensieve veehouderij*

In stallen zelf is een groot deel van de stofdeeltjes in de lucht groter dan  $PM_{10}$ . In onderzoeken naar de blootstelling van werknemers wordt dan ook vaak de inhaleerbaar stoffractie gemeten. In oudere studies werd wel totaalstof (TSP) gemeten. Dit betreft in principe alle in de lucht zwevende deeltjes.

De concentratie van stofdeeltjes in stallen is afhankelijk van het soort dieren, de behuizing van de dieren en het jaargetijde (Ellen 1995). Voor zowel inhaleerbaar als respirabel stof geldt dat de concentratie groter is in pluimvee- en varkenshouderijen dan in de rundveehouderij (Aarnink 2006). Bij metingen in Nederlandse varkensbedrijven werden gemiddelde inhaleerbaar stofconcentraties aangetroffen van  $3 \text{ mg/m}^3$  met wat hogere niveaus in de winter ( $3,3 \text{ mg/m}^3$ ) in vergelijking met de zomer ( $2,7 \text{ mg/m}^3$ ). Deze metingen zijn bij de individuele werknemers uitgevoerd en geven dus de persoonlijke blootstelling weer (Preller 1995). In verschillende bedrijven met kippen of varkens werden gemiddelde persoonlijke blootstellingen aan inhaleerbaar stof gemeten tussen grofweg 3 en  $9 \text{ mg/m}^3$  (Spaan 2006).

### *Concentraties fijn stof rond intensieve veehouderij*

Er zijn weinig metingen gedaan van de concentratie fijn stof in de directe leefomgeving rondom intensieve veehouderijen. Modelberekeningen ten behoeve van een eerder advies wezen uit dat op een kilometer afstand de bijdrage aan de jaargemiddelde concentratie van een voorbeeldstal met 1000 vleesvarkens ca.  $0,02 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  is. (Dusseldorp, Mennen 2005). De hoogste bijdrage aan de jaargemiddelde concentraties fijn stof wordt berekend vlakbij de stal (tot ca.  $1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  op 25 meter afstand). De bijdrage aan de lokale luchtkwaliteit verschilt per staltype, aantal dieren en diersoort. Voor fokzeugen is bijvoorbeeld, in vergelijking met vleesvarkens, de emissiefactor van fijn stof per dierplaats twee keer zo hoog omdat ook de bijbehorende biggen worden meegerekend. Daardoor is (bij evenveel dierplaatsen in een vergelijkbare stal<sup>2</sup>) de bijdrage aan de concentratie in de leefomgeving ook twee keer hoger. Ook bestaat uiteraard de mogelijkheid dat meer bedrijven in de omgeving bijdragen aan de lokale concentratie, zeker bij een LOG. Overigens is hierboven reeds opgemerkt dat in de stallen relatief veel grof stof aanwezig is, dat zich minder ver verspreidt en niet bijdraagt aan de concentratie fijn stof in de omgeving.

### *Maatregelen ter reductie van fijn stof*

De meeste maatregelen ter reductie van de fijn stof emissie uit stallen brengen hoge kosten met zich mee. Maatregelen aan de bron (zoals het veranderen van de voeding of het verminderen van de hokbevuiling) zijn met minder kosten te realiseren. Combiwassers, luchtwassers die naast ammoniak ook fijn stof uitfilteren, zijn zeer duur (Aarnink, 2006). Momenteel loopt onderzoek naar het resultaat van de inzet van deze luchtwassers (zie 5.2).

---

<sup>2</sup> De voorbeeldstal waarvoor is gerekend was  $30 * 10 * 5$  meter (hoog), met 1 ventilator met een doorsnee van 0,5 meter en een debiet van  $7500 \text{ m}^3/\text{uur}$ .

## 2.3 BIOLOGISCHE AGENTIA

### 2.3.1 Algemeen

Onder biologische agentia verstaan we micro-organismen zoals bacteriën, schimmels, gisten en virussen, of bestanddelen daarvan zoals endotoxinen. Micro-organismen bevinden zich overal. De achtergrondconcentratie in de buitenlucht ligt bijvoorbeeld voor bacteriën op enkele honderden kolonievormende eenheden (kve)/m<sup>3</sup>, afhankelijk van seizoen en weersomstandigheden. Sommige micro-organismen kunnen gezondheidseffecten bij dier en/of mens veroorzaken, zoals luchtweginfecties of maagdarminfecties.

In stallen en andere bedrijfsgebouwen van de intensieve veehouderij zijn de concentraties micro-organismen in de lucht vaak hoog (Seedorf 1998). De micro-organismen kunnen zich van bedrijf tot bedrijf verspreiden, bijvoorbeeld via transport van dieren of 'insleep' door mensen die op meer bedrijven komen, zoals dierenartsen. Daarnaast is de uitstoot van stallucht een route waardoor de micro-organismen zich kunnen verspreiden, al dan niet gehecht aan stofdeeltjes. Als bedrijven met veel dieren dicht bij elkaar staan, kan deze route een punt van zorg zijn bij het uitbreken van dierziekten.

Mensen kunnen in contact komen met de micro-organismen die dieren bij zich dragen door direct contact met de dieren, de mest of stof, of via inademing van de lucht. De mogelijkheden voor verspreiding van micro-organismen op een bedrijf zijn onder andere afhankelijk van de opbouw van het bedrijf (open/gesloten units), looproutes van het personeel, de aanvoer en samenstelling van diergroepen, het mengen/verplaatsen van dieren tijdens de productieperiode en de hygiëneregels en de naleving hiervan op het bedrijf.

In relatie tot de intensieve veehouderij en humane gezondheid staan vooral endotoxinen (zie 2.3.2) en de bacterie MRSA (zie 2.3.3.) momenteel in de belangstelling. Ten aanzien van andere ziekteverwekkende micro-organismen wordt binnenkort een afzonderlijk advies uitgebracht (zie 5.1).

#### *Concentratie micro-organismen in intensieve veehouderijen*

De meeste gegevens over micro-organismen in het binnenmilieu van intensieve veehouderijen hebben betrekking op de varkenshouderij; minder gegevens zijn voorhanden voor kippenhouderijen en kalvermesterijen (zie bijlage B). Kiekhaefer (1995) beschrijft één van de meest uitgebreide studies naar het voorkomen van micro-organismen in de lucht. In de lucht in varkensstallen worden zowel schimmels als bacteriën gevonden. Het totaal aantal micro-organismen kan oplopen tot boven 10<sup>8</sup> kve/m<sup>3</sup>. Een belangrijk deel bestaat uit Gram-positieve bacteriën. Gram-negatieve bacteriën komen in wat mindere mate voor, maar zijn wel uitgebreid bestudeerd omdat in de celwanden van Gram-negatieve bacteriën endotoxinen voorkomen (zie 2.3.2.)



### *Concentratie micro-organismen rondom intensieve veehouderijen*

De concentratie micro-organismen in de omgeving van veehouderijen is veel lager dan in de stallen. Bilic e.a. 2000 bestudeerden concentraties bacteriën rond een grote veehouderij (17.000 dieren in ca. 20 gebouwen). Op diverse afstanden (5-500 meter) van de mestopslag vonden zij concentraties vergelijkbaar met de achtergrond ( $10^2$  kve/m<sup>3</sup>), terwijl in de stallen de ordegrrootte  $10^6$  kve/m<sup>3</sup> was. Green e.a. (2006)<sup>3</sup> concludeerden op grond van metingen van bacteriën in en rond een varkenshouderij dat de concentratie die binnen wordt gevonden (ruim 18.000 kve/m<sup>3</sup>), buiten snel daalt met de afstand. Op 150 meter afstand was nog een lichte verhoging te zien ten opzichte van de bovenwindse meting (25 meter): 140 kve/m<sup>3</sup> ten opzichte van 60 kve/m<sup>3</sup>. Het feit dat geen uitbraken gerapporteerd worden van infectieziekten bij omwonenden van intensieve veehouderijen, is in lijn met het feit dat de concentraties in de omgeving niet sterk verhoogd zijn (Cole 2000). De zorg over infectieziekten in relatie tot de intensieve veehouderij neemt met de schaalvergroting wel toe (Thorne 2007, zie bijlage E).

### **2.3.2 Endotoxinen**

Endotoxinen zijn bestanddelen van de celwand van Gram-negatieve bacteriën. Ze komen overal voor, ook in de buitenlucht en in woningen, maar worden in hoge concentratie gevonden in diverse bedrijfstakken (bijvoorbeeld bij veevoerproductie). De Gezondheidsraad beveelt voor werknemers een maximale blootstelling aan van 50 EU/m<sup>3</sup>. EU staat daarbij voor endotoxine-unit<sup>4</sup>. Deze waarde is gebaseerd op een persoonlijke inhaleerbare fractie gemeten als een 8 uur tijd-gewogen-gemiddelde en komt overeen met ongeveer 5 ng/m<sup>3</sup> (DECOS 1998). Dit advies is door de SER in verband met de haalbaarheid niet overgenomen en daarom is de MAC-waarde vastgesteld op 200 EU/m<sup>3</sup>. Deze MAC is op 1 januari 2003 ingevoerd als wettelijke standaard maar enkele maanden daarna weer door het Ministerie voor Sociale Zaken en Werkgelegenheid ingetrokken in verband met de haalbaarheid. Momenteel heeft de Gezondheidsraad endotoxine opnieuw in behandeling: een nieuw advies wordt in de loop van 2008 verwacht.

### *Concentratie endotoxinen in de intensieve veehouderij*

In de varkenshouderij is endotoxine blootstelling uitgebreid onderzocht en er bestaan reeksen Nederlandse en buitenlandse studies waarin de blootstelling goed wordt beschreven. Endotoxine lijkt vooral gebonden te zijn aan grotere stofdeeltjes (Schierl 2007). Bij 170 Nederlandse bedrijven was de persoonlijke blootstelling<sup>5</sup> van varkenshouders gemiddeld 1300 EU/m<sup>3</sup>, en varieerde van 56 tot 15000 EU/m<sup>3</sup> (Preller 1995). De concentratie was lager in de zomer (1100 EU/m<sup>3</sup>) dan in de winter (1500 EU/m<sup>3</sup>). Naast stakenmerken en hygiënische maatregelen bepaalden de uitgevoerde taken de blootstelling. Vooral taken die tot direct contact met het dier leiden (castreren, tandentrekken etc.) zijn geassocieerd met een hoge blootstelling aan stof en endotoxine (Preller 1995).

---

<sup>3</sup> Deze resultaten zijn in bijlage B terug te vinden onder Gibbs e.a., die een (klein) aantal van deze bacteriën heeft getest op resistentie.

<sup>4</sup> 1 ng endotoxinen komt overeen met ongeveer 10 endotoxinen-units (EU).

<sup>5</sup> De blootstelling, gemeten met door de varkenshouder gedragen meetapparatuur, gedurende de werkdag

### *Concentratie endotoxinen rond intensieve veehouderij*

Metingen in Duitsland wezen uit dat in de woonomgeving van intensieve veehouderijen significant hogere concentraties endotoxinen (inhaleerbare fractie tussen 0-23 EU/m<sup>3</sup>) voorkomen dan in de stedelijke omgeving (alle metingen beneden detectielimiet). De endotoxinen concentraties variëren erg op verschillende locaties. De auteurs geven aan dat de intensieve veehouderij mogelijk één van de redenen is voor hogere endotoxineconcentraties in de lucht. Het verspreiden van mest op de weilanden en de aanwezigheid van slachthuizen zijn andere factoren die ook van invloed kunnen zijn (Schulze 2006).

De concentratie endotoxinen in stalstof is vele malen hoger dan de concentratie in huisstof van woonhuizen van veehouders (zie voor endotoxinen in huisstof verder paragraaf 3.2).

### **2.3.3 MRSA**

#### *Wat is MRSA?*

De Meticilline Resistente Staphylococcus Aureus, kortweg MRSA, is een stafylokok. Stafylokokken zijn bacteriën die veel voorkomen bij gezonde mensen, zonder dat zij daar last van hebben. MRSA is een bijzondere stafylokok, want hij is ongevoelig (resistent) voor behandeling met de meeste antibiotica. (RIVM 2007).

In Nederland is de prevalentie van MRSA onder klinische isolaten relatief laag in vergelijking met veel andere landen. Binnen het ziekenhuis is circa 2% van *S. aureus* isolaten resistent tegen meticilline (SWAB 2007). Deze lage prevalentie is het gevolg van het search-and-destroy beleid in Nederlandse ziekenhuizen in combinatie met een restrictief antibioticagebruik. Hiermee wordt het risico van resistentie-ontwikkeling en verspreiding van MRSA in ziekenhuizen beperkt. Dit is van belang omdat MRSA doorgaans resistent is tegen diverse groepen van antibiotica, waardoor patiënten met een MRSA-infectie moeilijk te behandelen zijn. In een onderzoek onder patiënten die in een ziekenhuis werden opgenomen, bedroeg het percentage MRSA 0,03% (Wertheim 2004).

#### *MRSA bij varkenshouders*

In 2004 en 2005 werden enkele onverwachte gevallen van MRSA-infectie bij patiënten in verband gebracht met de varkenshouderij (Voss 2005, Van Dijke 2006). Tevens werd in een kleinschalig onderzoek onder 26 varkenshouders een uitzonderlijk hoge MRSA-prevalentie (23%) gevonden. Het bleek hier te gaan om een nieuwe variant van MRSA (NT-MRSA, oftewel veehouderij-gerelateerde MRSA<sup>6</sup>). Uit de nationale MRSA-surveillance van het RIVM bleek dat NT-MRSA toenam van 0% in 2002 tot meer dan 5% van de ingezonden MRSA-isolaten in mei 2006. Naar aanleiding van deze bevindingen is in 2005/2006 een survey uitgevoerd naar het voorkomen van MRSA bij Nederlandse slachtvarkens, waarbij MRSA werd aangetoond in ca. 80% van de onderzochte slachtbatches en in ongeveer 40% van de onderzochte varkens (de Neeling 2007). In dezelfde periode is een patiënt-controle onderzoek uitgevoerd, waarbij

dragerschap van NT-MRSA werd geassocieerd met het hebben van contact met varkens of runderen (van Loo 2007).

Deze resultaten hebben geleid tot aanpassing van de WIP (Werkgroep Infectieziekte Preventie)-richtlijn voor MRSA, waarbij personen die intensief contact hebben met varkens of kalveren bij ziekenhuisopname worden onderzocht op MRSA en in isolatie worden verpleegd totdat MRSA-dragerschap is uitgesloten. Recentelijk is MRSA ook aangetroffen bij vleeskalveren (Mooij 2007) en bij bewoners en in de mest op een pluimveebedrijf (Leenders 2007). Naar aanleiding van bovenstaande bevindingen loopt een uitgebreid onderzoek naar diverse aspecten van MRSA (zie 5.5).

#### *Transmissie naar bewoners van boerenbedrijven*

Personen die nauw (beroepsmatig) contact hebben met varkens of vleeskalveren hebben een verhoogd risico op het oplopen van een besmetting met de veehouderij-gerelateerde MRSA. Bij transmissie van MRSA op veehouderijbedrijven van dier naar mens zouden in theorie diverse routes een rol kunnen spelen, waaronder direct contact met de dieren, contact met mest of stof, of inhalatie van stallucht. Het lopende onderzoek moet hierin meer inzicht verschaffen. Verspreiding van MRSA binnen het gezin valt niet uit te sluiten. Het MRSA-dragerschap is voor de bewoners zelf geen grote bedreiging voor hun gezondheid; in de meeste gevallen zullen zij er niets van merken.

#### *Transmissie naar omwonenden*

Bacteriën die voorkomen in de stallucht kunnen via het ventilatiesysteem worden uitgestoten in de buitenlucht. In recent onderzoek werden resistente bacteriën, waaronder MRSA, aangetoond in de lucht in een varkensbedrijf tot op een afstand van tenminste 150 meter met de wind mee van het bedrijf af (Green 2006). In hoeverre de uitstoot van stallucht kan leiden tot MRSA-besmetting van omwonenden is nog onduidelijk. In de buitenlucht vindt een sterke verdunning plaats, waardoor de kans op contact met MRSA snel afneemt met toenemende afstand van de stal. De kans op besmetting van omwonenden via de uitstoot van stallucht lijkt derhalve gering te zijn. Net als voor bewoners van een boerderij geldt dat mensen weinig kans lopen er ziek van te worden.

Omdat er vaak veel vragen zijn over MRSA, onder andere naar aanleiding van aandacht in de media, bestaat er publieksinformatie ten aanzien van MRSA. Deze is opgenomen als Bijlage D bij dit rapport.

---

<sup>6</sup> De MRSA-isolaten van mensen en varkens bleken namelijk geen van alle typeerbaar te zijn met de standaard typeringstechniek, de Pulsed-field gel electroforese (PFGE). Met andere typeringsmethoden bleken de PFGE-ontypeerbare stammen genetisch verwant te zijn (van Loo 2007)

## 2.4 CONCENTRATIES SAMENGEVAT

Op grond van de gegevens in dit hoofdstuk en de gegevens uit Bijlage B, geeft tabel 2.1 de orde-grootte van de concentraties van de verschillende componenten in stallen, de omgeving en de achtergrond, voor zover bekend. De tabel presenteert de gemiddelde waarden uit verschillende studies en eventueel tussen haakjes de range over de betreffende studies. Omdat sommige gegevens slechts op een enkele studie zijn gebaseerd, dient aan deze gegevens geen absolute waarde te worden toegekend.

Tabel 2.1. Orde-grootte van gemiddelde concentraties van diverse agentia.

Component	In stallen met varkens	In kippenstallen	Omgeving veehouderij	Achtergrond
Ammoniak (in mg/m <sup>3</sup> )	4-12 (range: 1-30)	4-20 (?-57)	0,015	0,008
Bacteriën (in kve/m <sup>3</sup> )	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	2-4*10 <sup>2</sup> (tot 500 meter)	10 <sup>2</sup>
Endotoxinen, Inhaleerbaar (EU/m <sup>3</sup> )	670 (43-7469)	460 (22-21933)	4 (in dorp)	0.5-1.0 <sup>7</sup>
Endotoxinen, respirabel (EU/m <sup>3</sup> )	23 (2-236)	62 (3-12000)	- (0-23)	<0.3
Inhaleerbaar stof (in mg/m <sup>3</sup> )	2-3 (1-26)	3-9 (1-14)	-	<0.1
Respirabel stof (in mg/m <sup>3</sup> )	0,1-0,3	0,45	-	-
Fijn stof (mg/m <sup>3</sup> )	-	-	- <sup>8</sup>	0,027

<sup>7</sup> De endotoxineconcentraties zijn vooral schattingen op basis van studies in Steenberg (Knuit 1995) en Markelo (Doekes en Spithoven, 1997)

<sup>8</sup> Orde-grootte berekening van de bijdrage van 1 stal (1000 varkens) op ca. 25 meter afstand: 0,001 mg/m<sup>3</sup>

### 3. GEZONDHEID VAN WERKNEMERS EN OMWONENDEN

#### 3.1 ONDERZOEK ONDER WERKNEMERS VAN DE INTENSIEVE VEEHOUDERIJ

Onderzoek onder werknemers in de intensieve veehouderij dateert van begin jaren 80 van de vorige eeuw. In die tijd verschijnen de eerste studies naar het voorkomen van vooral symptomen van de luchtwegen (Donham 1984). Varkenshouders en werknemers van grote varkenshouderijen in de intensieve veehouderij in de Verenigde Staten en Canada blijken op grond van deze studies veel luchtwegklachten te hebben waaronder hoesten, slijm opgeven, kortademigheid en benauwdheid. De prevalentie van deze klachten is, afhankelijk van de studie en het symptoom ongeveer 10-30 % (Omland, 2002). Daarnaast heeft een deel van de varkenshouders systemische klachten zoals rillingen, transpireren, koorts en gewrichtspijn. Al snel verschijnen ook de eerste Nederlandse studies onder varkenshouders en die laten feitelijk vergelijkbare klachtenpatronen zien (Bongers 1987).

##### 3.1.1 Mogelijke oorzaken: allergenen

De oorzaak van de klachten is lange tijd niet duidelijk geweest. Allereerst werd voor wat betreft de luchtwegklachten gedacht aan blootstelling aan allergenen afkomstig van de dieren zoals eiwitten uit varkenshaar en huidschilfers, urine, voeder (soja, granen) en voorraadmijten. In meerdere studies is gekeken of werknemers inderdaad allergisch zijn voor allergenen in de varkensstalomgeving. Van allergie is sprake als specifieke antilichamen zijn gevormd tegen stoffen in de omgeving (sensibilisatie) in combinatie met specifieke klachten of andere verschijnselen (longfunctie-veranderingen en dergelijke). Uit deze studies bleek dat de blootstelling aan allergenen het hoge aantal klachten niet kan verklaren, omdat sensibilisatie tegen de diverse allergenen alleen in uitzonderlijke gevallen is geconstateerd (zie voor een overzicht Omland 2002). Daarnaast is er het vermoeden dat de reactie tegen huisstofmijtallergeen (veel voorkomend in woningen) zeer vaak dezelfde is als de reactie tegen voorraadmijtallergenen. Er is daarom twijfel of er wel werkelijk zo vaak door voorraadmijten veroorzaakte reacties worden gevonden (Omland 2002, Radon 2000), ook omdat de blootstelling van werknemers aan voorraadmijtallergeen laag is. Verhoogde *Lepidoglyphus destructor* (de belangrijkste voorraadmijt) allergeen niveaus (*Lep d 2*) worden ook niet in de stallen gevonden, maar alleen bij opslag van diervoeder (Radon 2000).

### 3.1.2 Mogelijke oorzaken: endotoxinen

Een verklaring voor de klachten is daarom meer gezocht in de hoge concentraties micro-organismen in de stallen en met name in relatie tot de endotoxineblootstelling. In diverse omvangrijke epidemiologische studies konden acute en chronische longfunctieveranderingen<sup>9</sup> en systemische effecten waaronder koorts, rillingen, transpiratie en gewrichtspijn duidelijk in verband worden gebracht met de endotoxineblootstelling. De systemische effecten worden wel gevat onder het ‘Organic dust Toxic Syndrome’ (ODTS), een acuut, reversibel effect dat op kan treden bij eenmalige (relatief) hoge endotoxine blootstelling. Ook is beschreven dat werknemers tolerantie kunnen ontwikkelen. Werknemers hebben namelijk vaak acute klachten en longfunctieveranderingen op de eerste dag na een weekend of vakantie, maar deze verschijnselen zijn zwakker later in de week, na herhaalde blootstelling. Pas na een nieuwe periode zonder blootstelling keren de klachten weer in de oorspronkelijke ernst terug.

De endotoxine concentraties in stallen (zie hoofdstuk 2) bleken in diverse onafhankelijke studies geassocieerd met acute longfunctieveranderingen over een werkdag (Donham 2000), lagere longfunctie (Schwartz 1995), een versnelde longfunctiedaling over meerdere jaren (Vogelzang 1998, Kirychuk 1998, Chenard 2007) en een toename van de bronchiale hyperreactiviteit met toenemende blootstelling (Vogelzang 1998, Portengen 2004). Bronchiale hyperreactiviteit wordt vastgesteld als een verhoogde gevoeligheid voor ingeademd histamine of metacholine. Deze stoffen zorgen voor acute luchtwegvernauwing. Mensen die hyperreactief zijn, reageren op lagere concentraties. Ook bestaat casuïstiek onder werknemers die in varkensstallen zijn gaan werken en in korte tijd klachten en verschijnselen (bronchiale hyperreactiviteit, acute longfunctieveranderingen) ontwikkelden die duiden op astma (Dosman 2004). Deze studies laten dus tezamen zien dat sprake is van evidente effecten op de luchtwegen.

Voor symptomen en longfunctieveranderingen zijn door meerdere onderzoeksgroepen blootstelling-respons relaties beschreven. Hoeveel deze niet eenvoudig zijn te vergelijken door verschillen in onderzoeksmethoden, waaronder de meting van stof en endotoxine in de lucht, wordt algemeen aangenomen dat symptomen en acute longfunctieveranderingen bij lage niveaus op kunnen treden, vanaf 100 EU/m<sup>3</sup> (Douwes 1997). Bedacht moet worden dat ernstiger effecten, zoals de versnelde daling in longfunctie en toename in bronchiale hyperreactiviteit bij hogere niveaus zijn waargenomen. ODTS lijkt voornamelijk of uitsluitend bij (zeer) hoge niveaus op te treden, vanaf circa 1000 EU/m<sup>3</sup>, maar dit is minder goed beschreven dan de respiratoire effecten.

---

<sup>9</sup> Verandering in longfunctie heeft een irreversibele en een reversibele component. Gedurende de dag verandert de longfunctie. De volgende dag, en zeker na een vrij weekend is die hersteld. Daarnaast gaat bij iedereen de longfunctie ongeveer 25-30ml per jaar achteruit, met geringe verschillen tussen mannen en vrouwen en een versnelling met het ouder worden. Rokers, maar ook personen met hoge (werkgerelateerde) blootstellingen, vertonen een versnelde daling, die voor het grootste deel irreversibel is.

### *Mechanisme*

De aard van de effecten en achterliggende mechanismen van de longfunctie-veranderingen zijn lange tijd onderdeel van discussie geweest. Zo zijn de acute effecten op de longfunctie gedurende de werkdag (<20% verandering in FEV<sub>1</sub>) in de meeste gevallen kleiner dan bijvoorbeeld bij allergisch astma wordt gezien. In combinatie met de waarnemingen dat sensibilisatie tegen allergenen uit de werkomgeving (vooral bij varkenshouders) niet vaak wordt gezien, maakt dit het onwaarschijnlijk dat allergie een belangrijke rol speelt. In een recente studie van Eduard (2004) wordt een onderscheid gemaakt tussen astma onder atopici en onder niet-atopici (een atopicus is een persoon die is gesensibiliseerd tegen veel voorkomende allergenen in de omgeving zoals huisstofmijt, kat, hond, grassen en pollen). In deze studie blijkt vooral bij niet-atopici een verband te bestaan tussen endotoxineblootstelling en astma. In meerdere artikelen wordt naar deze vorm van astma wel verwezen als niet-allergisch astma. De versnelde longfunctiedalingen op populatieniveau wijzen in de richting van een verhoogd risico op astma en COPD (chronic obstructive lung disease, hieronder wordt onder andere chronische bronchitis verstaan).

Door verschillende onderzoekers is gekeken naar de achterliggende mechanismen die kunnen verklaren dat onder werknemers meer ademhalingsklachten voorkomen. Onder andere in Zweden, maar vervolgens ook in andere landen, zijn experimentele studies met niet eerder blootgestelde proefpersonen uitgevoerd. Deze personen heeft men enige uren blootgesteld aan stalstof onder omstandigheden zoals die normaal in de stal voorkomen. (Larsson 1997, Muller-Zuur 1997, Wang 1997). De exacte mechanismen zijn nog niet bekend, maar duidelijk is dat na blootstelling aan stalstof een acute ontstekingsreactie plaatsvindt.

Ook wordt in de literatuur regelmatig de vraag gesteld in welke mate klachten onder werknemers geheel aan endotoxine kunnen worden toegeschreven. Slechts in een enkele studie is echter naar de effecten van blootstelling aan andere stoffen gekeken. Zhiping e.a. (1996) zagen dat bij blootstelling van vrijwilligers aan stalstof de toename in lichaamstemperatuur en aantal granulocyten in bloed waren geassocieerd met de blootstelling aan peptidoglycanen, een marker van blootstelling aan Gram positieve bacteriën.

Op grond van inhalatiestudies in laboratoria is bekend dat tussen personen een grote variatie bestaat in respons op blootstelling aan endotoxine (Kline 1999), maar ook de studies onder proefpersonen in stallen hebben hiervoor sterke aanwijzingen gegeven. Sommige personen reageren dus met klachten en een ontstekingsreactie bij zeer lage blootstelling terwijl anderen dan nog geen symptomen of andere verschijnselen vertonen.

### **3.1.3 Positief effect van endotoxinen?**

De afgelopen jaren geven steeds meer studies aanwijzingen dat endotoxineblootstelling mogelijk beschermt tegen de ontwikkeling van allergie: bij hogere blootstelling aan endotoxine worden minder atopici gevonden. De meeste informatie was in eerste instantie afkomstig van onderzoek onder kinderen (zie 3.2.). Inmiddels is duidelijk dat een mogelijk beschermend effect

in ieder geval tot op hogere leeftijd meetbaar blijft. Dus, personen die op een agrarisch bedrijf zijn opgegroeid en relatief hoog zijn blootgesteld geweest aan microbiële factoren, waaronder endotoxine, vertonen ook op latere leeftijd minder allergie. Daarnaast lijkt de hogere werkgerelateerde endotoxineblootstelling bij volwassen varkenshouders ook nog bij te dragen aan het verminderde risico op atopische reacties (Portengen 2004). Op dit moment loopt door het Astmafonds gefinancierd onderzoek bij het IRAS en op grond van de eerste resultaten van deze studie is duidelijk dat zowel vroegere als de huidige blootstelling aan endotoxine negatief geassocieerd zijn met het voorkomen van atopie en allergie (hooikoorts) (Smit 2008).

### **3.1.4 Samenvatting van de bevindingen bij werknemers**

De meeste informatie over effecten van blootstelling van werknemers in de intensieve veehouderij is afkomstig van de varkenshouderij. Er zijn tientallen studies die een verhoogd voorkomen van symptomen beschrijven, acute en chronische longfunctieveranderingen en versnelde daling in longfunctie. In de literatuur worden deze associaties dan ook als vaststaand gezien. Het agens dat het meest is bestudeerd en samenhangt met het in verhoogde mate voorkomen van symptomen, longfunctieveranderingen en bronchiale hyperreactiviteit is endotoxine. Effecten op de luchtwegen kunnen optreden vanaf 100 EU/m<sup>3</sup>. Dezelfde endotoxine blootstelling wordt in verband gebracht met het in verminderde mate voorkomen van allergie. Dit verminderde risico op allergie treedt tegelijk op met het in verhoogde mate voorkomen van symptomen, longfunctieveranderingen en bronchiale hyperreactiviteit. Mogelijk spelen andere agentia afkomstig van andere groepen micro-organismen of individuele species nog een rol, maar dit is niet uitgebreid onderzocht.

## **3.2 ONDERZOEK BIJ FAMILIELEDEN VAN VEEHOUDERS**

Er zijn voldoende gegevens waaruit kan worden geconcludeerd dat de concentratie endotoxinen in (de woonomgeving van) boerderijen verhoogd is ten opzichte van andere plattelands- en stadswoningen. De meeste van deze metingen zijn uitgevoerd als onderdeel van onderzoek in het kader van de zogenaamde 'hygiëne hypothese'. De hygiëne hypothese stelt dat regelmatige blootstelling aan microbiële componenten als endotoxine de ontwikkeling van astma en allergie kan voorkomen of afremmen. Deze is voortgekomen uit waarnemingen dat onder boerenkinderen minder allergie en astma voorkomt dan onder leeftijdgenoten.

### **3.2.1 Endotoxine in huisstof in boerenwoningen**

In de Zuid-Duitse/Zwitserse/Oostenrijkse ALEX studie werd in stofmonsters van keukenvloeren van 39 boerenwoningen en 45 controle plattelandswoningen respectievelijk 143 EU/mg en 44 EU/mg gemeten (von Mutius 2000). In de laatste groep bleken de concentraties iets hoger (51 EU/mg) als de bewoners regelmatig in contact kwamen met vee, vergeleken met huishoudens waarvoor dat niet het geval was (39 EU/mg). In stallen werd 649 EU/mg stof gemeten. In een later gepubliceerde grotere serie (319 boeren- en 493 controle plattelandswoningen) van dezelfde ALEX studie (Waser 2004) waren de verschillen iets minder groot maar nog steeds



duidelijk zichtbaar en zeer significant. Voor boerderijen werd 258 EU/mg in stalstof gemeten, 82 EU/mg in de woonkamer, en 38 EU/mg in matrasstof, versus 45 EU/mg in de woonkamer en 23 EU/mg in matrasstof van controle woningen.

In de PARSIFAL studie, waarin naast dezelfde regio's in Midden-Europa ook Nederland en Zweden waren vertegenwoordigd, werden vrij grote verschillen tussen landen gevonden. In elk van de landen werd opnieuw significant (2,6 tot 3,2 maal) meer endotoxine per mg stof gevonden in het stof van woonkamervloeren en in matrasstof van boerenwoningen dan van controle plattelands- of stadswoningen (Schram-Bijkerk 2005). Ook in deze studie (die net als de ALEX studie vooral werd uitgevoerd bij boerenkinderen op melkveebedrijven) waren de concentraties in stof in de stallen met melkvee fors hoger (ongeveer 5x) dan in de woning, maar veel lager dan in varkens- of pluimveestallen.

In vergelijking met de gemeten waarden in de (intensieve) varkens- en pluimveehouderij lijken de endotoxineconcentraties in stalstof in de ALEX en PARSIFAL studie wellicht aan de lage kant. De ALEX studie werd echter uitgevoerd in een populatie van vooral traditionele, relatief kleine boerenbedrijven in het Alpengebied, met als regel enkele tientallen stuks melkvee en een beperkt aantal andere dieren, zoals 5 tot 10 varkens, 1 tot 3 paarden en een paar schapen. De PARSIFAL studie, en zeker het Nederlandse deel, omvatte weliswaar meer grotere en mogelijk modernere bedrijven, maar dit waren opnieuw vooral melkveehouderijen.

### **3.2.2 Endotoxinen in huisstof en de hygiëne hypothese**

Blootstelling aan endotoxine in huisstof is een onderwerp dat is omgeven met veel op het eerste gezicht tegengestelde bevindingen en theorieën (Liu 2004). Studies als ALEX en PARSIFAL zijn uitgevoerd vanuit de 'hygiëne hypothese' en deze theorie leek ook bevestigd te worden (Braun-Fahrlander 2002). Anderzijds is echter al sinds de vroege 90-er jaren bekend dat bij patiënten met een bestaande luchtwegaandoening, en in het bijzonder allergisch astma, de concentraties endotoxine in huisstof significant geassocieerd zijn met de ernst van hun luchtwegklachten, een verminderde longfunctie, en een meer frequent gebruik van luchtwegverwijdende medicatie (Michel 1991).

Vergelijkbare bevindingen zijn gedaan in diverse andere studies. Zo werd in de Boston geboortecohort studie (Park 2001b) een 30-50% hoger risico op piepende ademhaling ('early wheeze') gevonden bij 0-1 jaar oude kinderen met >100 EU/mg endotoxine in huisstof, en ook in de Amerikaanse National Housing Survey (Thorne 2005) werd een positieve associatie gevonden tussen endotoxineconcentraties in huisstof en het risico van astmatische klachten bij de bewoners. Dus ondanks de eventuele voor de ontwikkeling van allergie 'beschermende' werking van endotoxine, hebben dezelfde concentraties in huisstof ook een nadelig effect op de ernst van allergische aandoeningen bij patiënten bij wie zich al een allergie heeft ontwikkeld.

### 3.3 ONDERZOEK ONDER OMWONENDEN VAN DE INTENSIEVE VEEHOUDERIJ

Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven komen bij werknemers van de intensieve veehouderij een aantal gezondheidseffecten vaker voor dan bij controlegroepen. Het betreft chronische bronchitis, astma-achtige klachten, en diverse luchtwegklachten. Allergieën blijken juist minder voor te komen. Onderzoek naar de gezondheid van omwonenden van intensieve veehouderijen is een stuk schaarser dan onder werknemers. Vertaling van de effecten bij werknemers naar de gezondheid van omwonenden is niet zonder meer mogelijk. Dat is het gevolg van een aantal verschillen:

- Werknemers worden blootgesteld aan hogere concentraties van alle componenten dan omwonenden (zie tabel 2.1), grofweg een factor 100-1000. Bovendien komen werknemers in direct contact met de dieren.
- Daarentegen zijn in de bevolking meer gevoelige groepen vertegenwoordigd (kinderen, ouderen), en kunnen zij gedurende 7 dagen per week, 24 uur per dag worden blootgesteld. Advieswaarden voor de blootstelling van de bevolking houden hier rekening mee (zie hoofdstuk 2).
- In de omgeving speelt geuroverlast een rol in de relatie tussen het wonen nabij een intensieve veehouderij en (zelfgerapporteerde) gezondheidseffecten (zie hoofdstuk 4).

#### *Gezondheidsklachten bij omwonenden*

Nimmermark e.a. 2004 geven in een overzichtsartikel de symptomen die in diverse studies vaker bij omwonenden van intensieve veehouderij voorkwamen dan onder de algemene bevolking of controlegroepen. Het betreft luchtwegklachten, irritatie van de ogen, stress, hartkloppingen, hoofdpijn, misselijkheid, aantasting van de stemming. Ook sindsdien wijst een aantal studies op het vaker voorkomen van ademhalingsklachten onder omwonenden van intensieve veehouderijen (Radon 2007<sup>10</sup>). Verder rapporteren omwonenden een lagere kwaliteit van leven en/of welzijn dan vergelijkbare groepen (o.a. Schiffman 1998, Wing 2000, Nimmermark 2004). Allergische klachten komen bij omwonenden, net als bij werknemers van veehouderijen juist minder voor dan bij de algemene bevolking. (o.a. Radon 2001/2004). Dit geldt ook voor mensen die hun jeugd in een dergelijke omgeving hebben doorgebracht (Smit 2007, Schulze 2007). Zie ook paragraaf 3.1.

#### *Gezondheidsklachten gerelateerd aan blootstelling*

In vrijwel alle studies ontbreken schattingen van de daadwerkelijke blootstelling, waardoor niet goed duidelijk wat de eventuele gezondheidsklachten precies veroorzaakt (Thu 2002, Mitloehner 2007). Het is waarschijnlijk dat een deel van de effecten wordt veroorzaakt via geurhinder (Nimmermark 2004, zie voor geur verder hoofdstuk 4). Geurhinder zelf wordt vaak gehanteerd als maat voor de blootstelling van de deelnemers aan de studie, evenals de (zelfgerapporteerde) afstand tot veehouderijen. Deze maten blijken slecht te correleren met de daadwerkelijke blootstelling, deels omdat mensen vaak niet weten hoeveel bedrijven er in de buurt staan en op welke afstand (Radon 2007). Niet alleen de blootstelling, maar ook de symptomen zijn in de meeste studies zelfgerapporteerd, met behulp van vragenlijsten.

---

<sup>10</sup> Verwijst o.a. naar Wing 2000, Thu 2002, Mirabelli 2006, Avery, 2004.

Moeilijkheid bij de interpretatie van studies naar de effecten in de omgeving van bedrijven, is dat antwoorden van de respondenten beïnvloed kunnen zijn door de houding ten opzichte van het bedrijf. Mensen kunnen er bijvoorbeeld negatief tegenover staan omdat ze bang zijn dat hun huis in waarde daalt door de aanwezigheid van bedrijf (Cole 2000). Degenen die economisch met het bedrijf verbonden zijn, hebben in het algemeen een positievere houding.

Radon e.a. (2007) hebben daarom naast subjectieve gezondheidsklachten (zelfgerapporteerd) ook objectieve (klinische) maten meegenomen. Omdat deze studie hierin vrij uniek is, beschrijven we hem wat uitgebreider. De studie betrof bijna 7000 omwonenden van de intensieve veehouderij, in vier dorpen in Duitsland. Analyses werden beperkt tot mensen die niet werkzaam zijn in de veehouderij. Als objectieve gezondheidsmaat werden onder andere longfunctiemetingen ( $FEV_1$ ) gedaan en bepaling van antilichamen (IgE) tegen allergenen, zowel algemene als landbouwspecifiek. Ook voor de blootstelling werden twee maten gebruikt, namelijk geuroverlast door intensieve veehouderij (subjectief) en het aantal veehouderijen binnen een straal van 500 meter<sup>11</sup>, op grond van gegevens van de gemeenten (objectief). Onderscheid naar grootte van het bedrijf en diersoort kon op grond van deze gegevens niet worden gemaakt. De endotoxineconcentratie in de buitenlucht in één van de 4 bestudeerde dorpen (met de meeste veebedrijven) lag op ongeveer 3 EU/m<sup>3</sup>. Verder zijn geen concentraties gemeten.

Zelfgerapporteerde ademhalingsklachten namen toe met zelfgerapporteerde geurhinder. De klinische uitkomsten bleken niet met geurhinder samen te hangen. Dit geeft aan dat geur niet goed gebruikt kan worden om de blootstelling aan agentia vast te stellen. Mensen die woonden op een plek met meer dan 12 veehouderijen op minder dan 500 meter afstand, rapporteerden twee keer zo vaak last te hebben van een piepende ademhaling terwijl zij niet verkouden waren. Tevens hadden zij een lagere longfunctie (7 %), in vergelijking met mensen met < 5 veehouderijen binnen 500 meter van hun woonadres. De overige symptomen en verschijnselen (allergische rhinitis, sensibilisering, astma of bronchiale hyperreactiviteit) toonden geen verband met het aantal veehouderijen in de buurt. Het feit dat deze symptomen niet vaker worden aangetroffen is in lijn met klachten die bij werknemers worden gevonden (niet-allergisch astma).

De gevonden longfunctieveranderingen zijn van een vergelijkbare orde grootte als de veranderingen die bij werknemers worden gevonden, en dit is daarmee verbazend voor een studie onder omwonenden. Hoe dit met elkaar gerijmd kan worden, is vooralsnog onduidelijk. De studie is rond meerdere gebieden uitgevoerd waarbij de dichtheid in agrarische bedrijven duidelijk verschilde. Vooral bij vergelijking tussen hoog blootgestelde omwonenden versus laag blootgestelde omwonenden worden tot op zekere hoogte verschillende gebieden bekeken. In de analyse is niet voor dergelijke mogelijke vormen van clustering gecorrigeerd. De auteurs geven aan dat deze resultaten bevestigd dienen te worden in andere studies, voordat definitieve

---

<sup>11</sup> Deze afstand werd gekozen op basis van een eerdere Duitse studie, waarbij tot op deze afstand microbiële emissies werden aangetroffen (aldus Radon 2007). Overigens raadt Green (2006) 200 meter aan als afstand tussen een varkenshouderij en woningen.

conclusies kunnen worden getrokken. Een commentaar naar aanleiding van deze studie onderschrijft deze constatering (Mitloehner, 2007).

## 4. GEURHINDER

### 4.1 ALGEMEEN

Geur heeft als direct effect geurhinder. In veel situaties blijkt geur ook samen te hangen met andere klachten en verstoring van gedrag of activiteiten zoals slechte ventilatie, niet graag thuis zijn of naar buiten gaan en minder diep ademhalen (Smeets en Fast 2006). Diverse factoren bepalen het optreden van geurhinder: de frequentie van het waarnemen van de geur, de intensiteit van de geur, de duur van het waarnemen van de geur en het karakter van de geur (Nimmermark 2004). Ook demografische factoren als leeftijd en geslacht, sociaal-economische factoren, bezorgdheid en de eigen ervaren gezondheid spelen een rol in de relatie tussen geur en gezondheid.

Andere lichamelijke klachten zoals irritatie van ogen en neus, misselijkheid, hoofdpijn en andere algemene gezondheidsklachten worden vaak toegeschreven aan componenten die de geur veroorzaken. Gezondheidsklachten rondom geuremitterende industrieën worden vaker aangegeven door mensen die ook geurhinder ondervinden, ook bij blootstellingen waarbij toxische effecten kunnen worden uitgesloten (Sucker 2001). Mensen met astma, allergieën of bepaalde vormen van overgevoeligheid zoals meervoudig chemische overgevoeligheid en mensen die bezorgd zijn, ervaren eerder hinder en bijbehorende symptomen dan anderen (Smeets en Fast 2006). Het zou kunnen dat stressmechanismen die optreden door geurhinder een rol spelen van het ontstaan van gezondheidsklachten (Sucker 2001).

### 4.2 GEURHINDER RONDOM INTENSIEVE VEEHOUDERIJ

De geur van een intensieve veehouderij is het resultaat van een mengsel van diverse emissies, zoals NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, en diverse vluchtige organische stoffen. De verspreiding van de geur hangt dus samen met de verspreiding van deze stoffen. Het waarnemen van de geur verschilt per persoon.

#### 4.2.1 De Wet Geurhinder en Veehouderij (WGV)

De Wet Geurhinder en veehouderij (WGV), die sinds januari 2007 van kracht is, geeft de toegestane geurbelasting voor gevoelige objecten (woningen en andere plaatsen waar mensen verblijven). Deze zijn weergegeven in tabel 4.1. Concentratiegebieden zijn gebieden die in de Wet herstructurering varkenshouderijen zijn aangewezen als reconstructiegebied. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt naar binnen en buiten de bebouwde kom. Gemeenten kunnen gemotiveerd afwijken van deze waarden, binnen de genoemde range (Infomil 2007).

Tabel 4.1. Ten hoogste toegestane geurbelasting volgens de Wet Geurhinder en intensieve veehouderij (WGV).

	Toegestane geurbelasting <sup>12</sup>	Range
Concentratiegebied, binnen bebouwde kom	3,0 ouE/m <sup>3</sup>	0,1-14
Concentratiegebied, buiten bebouwde kom	14,0 ouE/m <sup>3</sup>	3-35
Niet-concentratiegebied, binnen bebouwde kom	2,0 ouE/m <sup>3</sup>	0,1-8
Niet-concentratiegebied, buiten bebouwde kom	8,0 ouE/m <sup>3</sup>	2-20

#### 4.2.2 Onderzoek naar geurhinder rond intensieve veehouderijen

##### Buitenlands onderzoek

Radon e.a. (2004) voerden een uitgebreid vragenlijstonderzoek uit onder ruim 3000 omwonenden in een gebied met veel veehouderijen. Ruim 60 % van de deelnemers rapporteerden enige tot extreme mate van geurhinder (extreem: 4 %). In een latere studie werd nogmaals gevraagd naar geurhinder (Radon 2007, zie tabel 4.2).

Tabel 4.2. Geuroverlast in 4 agrarische gebieden (Bron: Radon e.a. 2007)

	Dorp 1	Dorp 2	Dorp 3	Dorp 4
Aantal veehouderijen < 500 meter (mediaan + range)	7 (0-18)	3 (0-15)	3 (0-12)	4 (0-20)
<b>Geurhinder (%)</b>				
Geen	19	48	43	36
Enigszins	38	44	45	48
Matig	20	6	9	10
Ernstig	23	3	4	5

De kwaliteit van leven (gebaseerd op gestandaardiseerde scores) was lager onder mensen naarmate ze meer geurhinder rapporteerden. Van de mensen die economische banden met de sector hadden, rapporteerden er minder geurhinder. De auteurs concluderen dat de mate van hinder eerder een indicatie is van de bezorgdheid dan van de actuele blootstelling. Ook is zelfgerapporteerde geurhinder een voorspeller van scores voor kwaliteit van leven (Wing 2000). Omwonenden (n=44) van een intensieve veehouderij die geur waarnemen rapporteren vaker klachten als spanning, depressie en moeheid dan een controlegroep (Schiffman 2005). Afstanden tot de veehouderijen worden in deze studies niet vermeld. Mirabelli e.a. (2006) geven aan dat geuroverlast van varkenshouderijen in sommige studies tot op een afstand van > 2 mijl wordt gerapporteerd (~ 3 kilometer).

##### Onderzoek in Nederland

Bij een bedrijf met ruim 5000 varkens in Kapel-Avezaath meldden omwonenden in een straal van 0,5-1 km stankoverlast, ernstige hinder en een sterke reductie van het woongenot. Ook werden acute en chronische gezondheidsklachten gemeld. Het 98- percentiel van 1 ge/m<sup>3</sup> lag

<sup>12</sup> ouE staat voor Europese odour units. 1 ouE/m<sup>3</sup> = 2 ge/m<sup>3</sup> (ge=geureenheden).

hier op ongeveer 2-3 km. Uit een telefonisch leefsituatie onderzoek (TLO) bleek dat binnen het 98-percentiel van gemiddeld  $3,5 \text{ ge/m}^3$  100 % van de respondenten geuroverlast van ‘bedrijven en/of landbouw’ ondervindt, waarvan 90 % vaak. Bij gemiddeld  $0,9 \text{ ge/m}^3$  was dat nog 27 % van de respondenten (waarvan 4% vaak). In deze laatste groep werd 7 % van de stankoverlast nog specifiek aan het varkensbedrijf toegeschreven (van Brederode 2004). Ander Nederlands onderzoek leidde dosis-respons relaties af tussen geurimmissie en geurhinder (zie 4.2.3.). Deze kunnen niet direct met de gegevens uit het onderzoek van Van Brederode worden vergeleken, omdat hierin geurhinder van meer verschillende bronnen is meegenomen.

#### **4.2.3 Dosis-respons relaties varkenshouderijen Nederland**

In 2001 deed PRA Odournet BV onderzoek naar de relatie tussen geurimmissie en geurhinder rondom varkenshouderijen. Hierin werden verschillende dosis-responsrelaties gevonden voor:

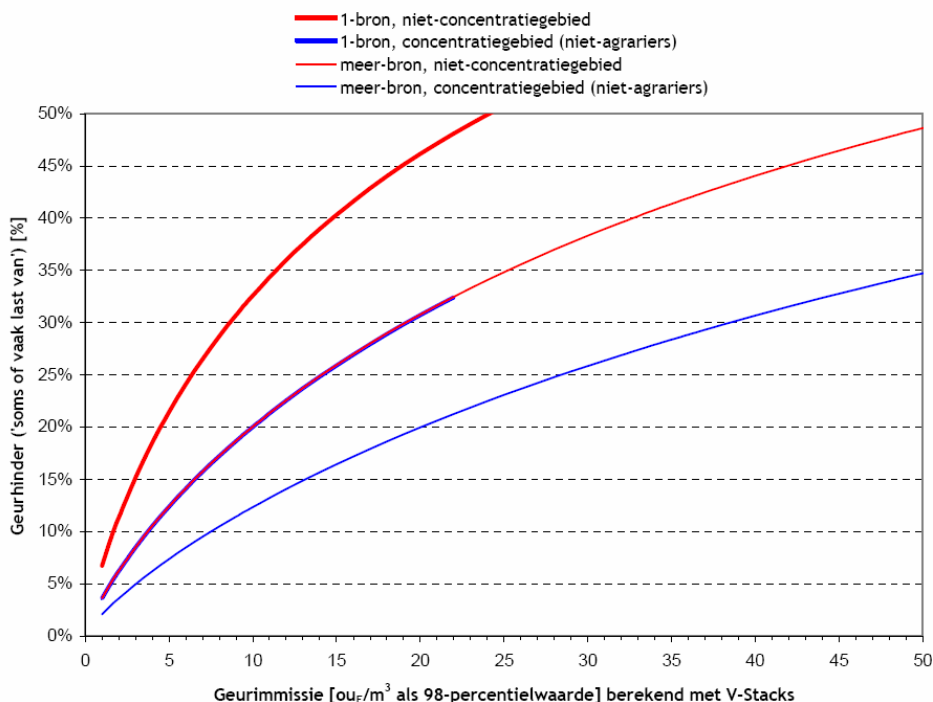
1. inwoners van het niet-concentratiegebied, één bron
2. niet-agrariërs in het concentratiegebied, één bron
3. agrariërs in het concentratiegebied, één bron
4. inwoners van het niet-concentratiegebied, meer bronnen
5. niet-agrariërs in het concentratiegebied, meer bronnen
6. agrariërs in het concentratiegebied, meer bronnen

Concentratiegebied was daarbij gedefinieerd op grond van de ammoniakemissie op gemeenteniveau (een andere definitie dan die nu in de wet wordt gebruikt, zie 4.2.1.).

In concentratiegebieden waren mensen, bij dezelfde geurimmissie, minder gehinderd dan in niet-concentratiegebieden. Daarbinnen waren agrariërs het minst gehinderd. Bij dezelfde geurimmissie bleek bovendien de hinder door één bron hoger dan de hinder door meer bronnen. Een verklaring hiervoor werd niet gevonden (PRA Odournet 2007). Odournet heeft in 2007 de dosis-respons relaties tussen geurimmissie en geurhinder op grond van de gegevens uit 2001, berekend met Vstacks, een model dat nu van toepassing is (eerder werd het LTFD model gehanteerd). In de resulterende grafiek (zie figuur 4.1.) kan worden afgelezen hoeveel geurgehinderden te verwachten zijn bij bepaalde geurimmissies<sup>13</sup>. Deze relaties gelden voor varkenshouderijen. Ze kunnen anders zijn voor veehouderijen waar andere diersoorten worden gehouden (PRA Odournet 2007). Odournet heeft op grond van deze dosis responsrelaties schattingen gegeven van het percentage hinder dat wordt verwacht bij de waarden die in de WVG worden genoemd. Deze zijn weergegeven in tabel 4.3.

---

<sup>13</sup> In het rapport van Odournet uit 2007 wordt onderbouwd waarom deze 4 groepen relevant zijn in het kader van de WVG



Figuur 4.1: Verband tussen de geurimmissie (berekend met V-Stacks, uitgedrukt in  $ouE/m^3$  als 98-percentielwaarde) en de hinder in één-bronsituaties en in meer-bronsituaties, in het niet-concentratiegebied en in het concentratiegebied (niet-agrariërs). Overgenomen uit: PRA Odournet 2007.

Tabel 4.3. (maximaal) toegestane geurimmissies volgens de WGV en de bijbehorende hinder, bij één bron (varkenshouderij). Bron: PRA Odournet 2007.

	Hinder bij toegestane geurbelasting	Hinder bij bovenste waarde van de range
<b>Concentratiegebied</b>		
Binnen bebouwde kom 3,0 $ouE/m^3$ (max. 14)	8 %	25 %
Buiten bebouwde kom 14,0 $ouE/m^3$ (max .35)	25 %	(41%) <sup>14</sup>
<b>Niet concentratiegebied</b>		
Binnen bebouwde kom 2,0 $ouE/m^3$ (max. 8)	11 %	29 %
Buiten bebouwde kom 8,0 $ouE/m^3$ (max. 20)	29 %	46 %

<sup>14</sup> Verkregen door extrapolatie den daardoror minder betrouwbaar dan de andere percentages



## 5. LOPENDE ZAKEN

De adviesaanvraag van de GGD die leidde tot dit rapport is niet de enige lopende activiteit naar aanleiding van de schaalvergroting in de intensieve veehouderij. Binnenkort verschijnen meer rapportages over dit onderwerp. Enkele daarvan staan hieronder op een rij.

### 5.1 *INTEGRALE ANALYSE VAN MEGASTALLEN (KIPPEN EN VARKENS)*

Vanwege de toenemende onrust rondom megastallen heeft de Tweede Kamer om een onafhankelijke, integrale advisering gevraagd. Het betreft dierenwelzijn, diergezondheid, milieu, volksgezondheid met betrekking tot infectieziekten en ruimtelijke ordening. Vier onderzoeksinstituten zijn bij deze advisering betrokken, te weten het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), het RIVM, De Raad voor het landelijk gebied en de Raad voor dieraangelegenheden.

Het MNP buigt zich over de milieuaspecten van ammoniak, fijn stof, geur en de mestproductie. Het gaat dan voornamelijk over de mogelijkheden om emissies te verlagen, tegelijk met de schaalvergroting. Daarnaast kijkt het MNP naar de landschappelijke inpassing van de megastallen. Het RIVM beantwoordt de vragen over infectieziekten, gerelateerd aan de intensieve veehouderij.

Het advies zal half februari 2008 uit worden gebracht.

### 5.2 *METINGEN FIJN STOF EN AMMONIAK IN DE PEEL*

Om de Europese doelstellingen voor fijn stof te kunnen bereiken, is een extra reductie van de fijn stof emissies nodig, waaronder die uit de landbouw (vooral stallen met pluimvee en varkens). Met de techniek van de gecombineerde luchtwasser kan worden voorkomen dat het ammoniak uit de stallen komt. Tegelijkertijd wordt door de luchtwassers ook fijn stof voor een groot deel verwijderd. Voor implementatie van deze luchtwassers is geld voor onderzoek en stimulering beschikbaar gesteld. Het is wenselijk het resultaat van de inzet van luchtwassers voor het bereiken van de milieudoelstellingen voor fijn stof zichtbaar te maken. Daartoe heeft VROM het project "Monitoring fijn stof uit stallen op nationaal niveau" gelanceerd.

Het RIVM geeft invulling aan een deel van dit project en meet sinds september 2007 de concentratie PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> en ammoniak op 3 locaties in de Peel (De Rips, Landbouwontwikkelingsgebied). De metingen worden uitgevoerd volgens de methodiek van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Door zowel bovenwinds als benedenwinds van een gebied met een aantal varkenshouderijen te meten, wordt inzicht verkregen in de bijdrage van deze bedrijven aan de lokale luchtkwaliteit en de invloed van luchtwasserinstallaties. In 2008 zullen

de metingen worden uitgebreid met een locatie in Gelderland, waar zich voornamelijk pluimvee bevindt.

Het project loopt tot in 2012. De eerste resultaten voor Brabant komen naar verwachting in april 2008 beschikbaar.

### **5.3 BEOORDELING VAN GEZONDHEIDSASPECTEN BIJ IPPC VERGUNNINGEN**

Sinds 1996 wordt de milieuvervuiling door grote bedrijven gereguleerd in de Europese richtlijn 'Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Deze richtlijn heeft als belangrijkste uitgangspunt dat bedrijven gebruik dienen te maken van de Beste Beschikbare Technieken. De VROM-Inspectie heeft het RIVM de opdracht gegeven een methode te ontwikkelen om te beoordelen of met deze integrale vergunningverlening ook de gezondheid van de omwonenden voldoende beschermd wordt. Beoogde gebruikers van de methode zijn de VROM-Inspectie en de GGD'en. Daarbij is de wens dat wordt aangesloten bij de GES methode (Gezondheids-EffectScreening), waarbij ook grafische weergave van de resultaten mogelijk is. De methode wordt in dit project uitgetest bij vijf bestaande bedrijven. Het beoordelen van luchtverontreiniging en geur bij de uitbreiding van een *pluimveebedrijf* maakt hier onderdeel van uit.

Het rapport (van RIVM in samenwerking met Fast Advies) zal verschijnen in april 2008.

### **5.4 STAAT VAN INFECTIEZIEKTEN**

De jaarlijks door RIVM-CIb uitgegeven Staat van Infectieziekten heeft in 2008 het thema "intensieve veehouderij en de infectieziektenrisico's voor de mens". Dit gaat niet specifiek over megastallen maar over de intensieve veehouderij algemeen. Drie ontwikkelingen staan centraal: schaalvergroting, verbreding en opkomst biologische landbouw. De uitgave gaat in op de mogelijke gevolgen van deze ontwikkelingen voor de mens (voor wat betreft infectieziekten).

De Staat van Infectieziekten verschijnt eind juni 2008

### **5.5 GEÏNTEGREERD ONDERZOEKSPROGRAMMA MRSA**

Onder leiding van het Centrum Infectieziektebestrijding (RIVM-CIb) is een MRSA-onderzoeksconsortium gevormd van veterinaire en medische kennisinstellingen. In 2007-2009 wordt door dit consortium in opdracht van LNV en het CIb een veterinair-humaan geïntegreerd onderzoeksprogramma uitgevoerd naar o.a. het vóórkomen, transmissie en risicofactoren van MRSA bij varkens, pluimvee, vleeskalveren en melkvee evenals naar transmissie van MRSA naar mensen woonachtig/werkzaam op veehouderijbedrijven en in slachterijen. Ook wordt onderzoek verricht naar concentratie van MRSA in de lucht in de stal en in de buitenlucht rondom de stal. De resultaten van dit programma worden in de eerste helft van 2009 verwacht.

## 6. CONCLUSIE

De vraagstelling is gericht op een aantal specifieke onderwerpen, te weten ammoniak, fijn stof, biologische agentia en geur. Deelconclusies hierover zijn opgenomen in paragraaf 6.1. De samenvattende conclusie beschrijft het algemene beeld betreffende gezondheidsklachten bij werknemers en omwonenden. Voor deze opzet is gekozen omdat in de studies naar de gezondheid de verschillende componenten van de blootstelling niet los en onafhankelijk van elkaar zijn te zien. Blootstelling is namelijk vaak gedefinieerd als wel/niet werken in de veehouderij, of er wel/niet bij in de buurt wonen en in de praktijk is altijd sprake van blootstelling aan meerdere factoren.

### 6.1 DEELCONCLUSIES

#### Ammoniak

Intensieve veehouderij is een belangrijke bron van ammoniakemissie naar de lucht. De concentratie van ammoniak in Nederlandse stallen bedraagt gemiddeld enkele  $\text{mg}/\text{m}^3$ . De MAC waarde ( $14 \text{ mg}/\text{m}^3$  over 8 uur tijd gewogen gemiddelde) wordt soms kortdurend of op een enkele dag overschreden. De concentratie in de directe omgeving van intensieve veehouderijen is door de enorme verdunning 100-1000 keer lager dan in een stal. Deze verdunning neemt sterk toe met de afstand van de bron. De jaargemiddelde concentratie in Nederland is  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De gemiddelde concentratie in gebieden met veel intensieve veehouderijen is ca.  $15\text{-}17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze gemiddelde concentratie ligt ruim onder de advieswaarde voor chronische blootstelling, die  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bedraagt. Enkele veldmetingen tonen aan dat tijdens het bemesten lokaal tijdelijke pieken kunnen optreden tot  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hetgeen onder de advieswaarde ligt voor acute blootstelling ( $1,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ ). De schadelijke effecten van ammoniak zijn vooral terug te vinden in de natuur. Effecten op de mens (anders dan geuroverlast) door ammoniak in gebieden met intensieve veehouderij zijn minder waarschijnlijk.

#### (fijn) stof

De concentratie van stofdeeltjes in stallen is afhankelijk van het soort dieren, de behuizing van de dieren en het jaargetijde. De concentratie is hoger in pluimvee- en varkenshouderijen dan in rundveehouderijen en ligt in de orde van grootte van enkele  $\text{mg}/\text{m}^3$ . In stallen behoort een relatief groot deel van de stofdeeltjes tot grotere stoffracties. De kleinere deeltjes, dus fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ ) en kleiner, kunnen zich met de wind makkelijk verder verspreiden en staan in de belangstelling vanwege het risico voor schade aan de gezondheid. De normen in de buitenlucht zijn gebaseerd op fijn stof en de gewoonlijk gevonden samenstelling daarvan. Er zijn weinig meetgegevens beschikbaar van de concentratie en samenstelling van fijn stof voor de directe omgeving van intensieve veehouderijen. Schattingen wijzen erop dat op korte afstand van bedrijven (enkele tientallen meters) de bijdrage aan de concentratie fijn stof enkele  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kan

zijn. De landelijk gemiddelde jaarconcentratie bedraagt  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Er loopt onderzoek naar de effectiviteit van diverse maatregelen om de emissie van stof vanuit veehouderijen te beperken.

#### Biologische agentia

In stallen zijn vele micro-organismen aanwezig, vooral bacteriën met als bron de uitwerpselen van de dieren ( $10^5$ - $10^6$  kve/ $\text{m}^3$ ). In de directe omgeving van intensieve veehouderijen (enkele 100-en meters) kan de concentratie micro-organismen iets verhoogd zijn ten opzichte van de achtergrondconcentratie.

#### *Endotoxinen*

Het meest onderzocht is endotoxine, een celwandfragment van Gram negatieve bacteriën. Endotoxine is een relatief eenvoudig meetbare component die samenhangt met blootstelling aan Gram negatieve bacteriën, maar vaak ook als merker wordt gezien van microbiële blootstelling in het algemeen. In stallen met vee kan de concentratie endotoxinen boven de MAC-waarde uitkomen ( $200 \text{ EU}/\text{m}^3$ ). Studies onder werknemers in de intensieve veehouderij laten zien dat bij hoge concentraties endotoxinen effecten op de luchtwegen optreden waarbij versnelde longfunctiedaling en niet-allergisch astma op de voorgrond treden. Werknemers met allergie en astma reageren in sterkere mate op een endotoxine blootstelling in vergelijking met werknemers zonder allergie en astma.

Op grond van beperkte meetgegevens kan geconcludeerd worden dat de blootstelling van omwonenden aan endotoxinen laag is. Metingen tijdens specifieke activiteiten die tot een toename van de blootstelling zouden kunnen leiden, zoals tijdens het aanwenden van mest, zijn niet beschikbaar. De concentratie endotoxine in huisstof is verhoogd in woningen van agrariërs, maar niet in andere plattelandswoningen. Deze gegevens ondersteunen de conclusie dat blootstelling van omwonenden (niet-agrariërs) naar alle waarschijnlijkheid laag is en alleen in de directe nabijheid van agrarische activiteit is terug te vinden. Het is onduidelijk of de licht verhoogde concentraties rond agrarische bedrijven kunnen leiden tot effecten op de gezondheid.

#### *Bacteriën*

In dit rapport is vooral aandacht besteed aan MRSA, dat momenteel erg in de belangstelling staat. Over de risico's van de veehouderij in relatie tot diverse andere micro-organismen verschijnt in februari 2008 een uitgebreid advies. Daarom worden over andere bacteriën hier geen afzonderlijke conclusies getrokken<sup>15</sup>.

Ca. 40 % van Nederlandse slachtvarkens is drager van MRSA. Van deze bacterie worden mensen in de algemene bevolking gewoonlijk niet ziek. Een risico ontstaat wanneer deze bacterie wordt geïntroduceerd in ziekenhuizen of verpleeghuizen. Patiënten met een MRSA-besmetting zijn moeilijker met antibiotica te behandelen, en vooral bij mensen met verminderde weerstand vormt dit een gezondheidsrisico. In de algemene bevolking is minder dan 0,1 % drager van de bacterie. Momenteel loopt, in opdracht van het ministerie van VWS en LNV, onderzoek naar het vóórkomen van MRSA onder veehouders. Op grond van de huidige

inzichten wordt de kans dat de bacterie via het milieu wordt overgedragen aan omwonenden gering geacht.

### Geur

Het is uit de literatuur over geurhinder duidelijk dat de blootstelling aan geur ook kan samenhangen met lichamelijke klachten en verstoring van activiteiten. Rondom intensieve veehouderij treedt vaak geurhinder op. Dit kan soms tot op enkele kilometers het geval zijn. Allerlei factoren beïnvloeden de relatie tussen geur en gezondheid en de precieze geurhinder laat zich daardoor, net als in andere geuremitterende industrieën, moeilijk voorspellen. De relatie tussen de dosis (geurimmissie) en respons (geurhinder) rondom Nederlandse varkenshouderijen is verschillend in concentratiegebieden en niet-concentratiegebieden, en verschilt tussen agrariërs en niet agrariërs.

## **6.2 SAMENVATTENDE CONCLUSIE**

Er zijn vele studies gedaan naar de gezondheidseffecten van werknemers van de intensieve veehouderij. Onder werknemers wordt vooral een hoge prevalentie van luchtwegklachten gevonden waaronder hoesten, slijm opgeven, kortademigheid en benauwdheid. Daarnaast heeft een deel van de werknemers systemische klachten zoals rillingen, transpireren, koorts en gewrichtspijnen. Allergie voor allergenen buiten de werksituatie, zoals graspollen (hooikoorts), huisstofmijt en huisdieren (katten en honden) komt echter juist minder voor bij agrariërs en hun kinderen. Als oorzaak van de werkgerelateerde klachten komt uit de literatuur voornamelijk de blootstelling aan endotoxinen naar voren. Het is mogelijk dat ook andere agentia afkomstig van micro-organismen samen met endotoxine deze effecten veroorzaken.

Een veehouderij emitteert stoffen naar de omgeving afhankelijk van onder andere staltype, bedrijfsvoering en aantal en type dieren. De bijdrage van deze emissies aan de concentraties op leefniveau lijkt gering en leidt in elk geval niet tot overschrijding van normen of gezondheidkundige advieswaarden. De blootstelling van omwonenden van de intensieve veehouderij aan diverse stoffen is een ordegrrootte 100-1000 lager dan van werknemers. Dit is één van de redenen waardoor uit de bij werknemers gevonden effecten niet direct conclusies kunnen worden getrokken aangaande het risico voor omwonenden.

Onder omwonenden van intensieve veehouderijen is minder onderzoek gedaan dan onder werknemers. Uit het beschikbare onderzoek blijkt dat omwonenden vaak meer symptomen rapporteren dan vergelijkingsgroepen. Het gaat vooral om klachten van de luchtwegen en verminderde kwaliteit van leven. Het is duidelijk dat rondom intensieve veehouderij vaak geurhinder optreedt. Recent bestudeerden Duitse onderzoekers de longfunctie bij omwonenden en vonden dat deze was verlaagd. Omdat blootstellingschattingen in vrijwel alle studies

---

<sup>15</sup> Overigens zal het aankomende advies ook verder ingaan op de MRSA-problematiek. Informatie in dit briefrapport is gebaseerd op eerdere publicaties en antwoorden op Kamervragen.

ontbreken, is op grond van de beschikbare gegevens geen relatie te leggen tussen blootstelling aan specifieke componenten uit de intensieve veehouderij en de gezondheidsklachten.

Verspreidingsberekeningen en/of blootstellingsmetingen kunnen meer inzicht geven in de verspreiding van stoffen vanuit de grote intensieve veehouderijen (megastallen). Voor bedrijven van een dergelijke omvang zijn namelijk nog helemaal geen gegevens beschikbaar. Daar is wel behoefte aan, zeker gezien het grote aantal vragen dat de schaalvergroting oproept. Binnenkort organiseert bureau GMV van de GGD'en Brabant en Zeeland een expertmeeting, waarin zal worden besproken wat aan onderzoek al dan niet nodig wordt geacht. De informatie in dit rapport kan daarbij dienen als overzicht van de huidige inzichten.

## 7. REFERENTIES

Aarnink AJA, Ellen HH. Animal Science group Wageningen UR. Processen en factoren bij fijn stofemissie in de veehouderij. Rapport 11, oktober 2006.

ATSDR, 2006. <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html>

Avery R, Wing S, Marshall S. Odor from industrial hog farming operations and mucosal immune function in neighbors. Archives of environmental health. Feb 2004, vol 59, no 2.

Bilic V., Habrun B., Barac I., Humski A. Distribution of airborne bacteria in swine housing facilities and their immediate environment. Arh Hig Rada Toksikol 2000;51:199-205

Brunekreef, B., Holgate, S.T. (2002). Air pollution and health. The Lancet, Volume 360, Issue 9341, 19 October 2002, pp. 1233-1242

Braun-Fahrländer C, Riedler J, Herz U, Eder W, Waser M, Grize L, Maisch S, Carr D, Gerlach F, Bufe A, Lauener RP, Schierl R, Renz H, Nowak D, von Mutius E; Allergy and Endotoxin Study Team. Environmental exposure to endotoxin and its relation to asthma in school-age children. N Engl J Med 2002; 347: 869-77.

Brederode NE van. Gezondheidsaspecten voor de omgeving van varkenshouderij de 'Knorhof'. Rapportage op grond van reeds uitgevoerde onderzoeken in de periode 1996-2002. GGD Rivierenland, 2004.

Cole D., Todd L. Wing S. Concentrated Swine Feeding Operations and public health: A Review of Occupational and Community Health Effects. Env. Health Persp. 108(8): Aug 2000.

Cormier,-Y; Israel-Assayag,-E; Racine,-G; Duchaine,-C. Farming practices and the respiratory health risks of swine confinement buildings. Eur-Respir-J. 2000 Mar; 15(3): 560-5

Davis M, Morishita T. Relative ammonia concentrations, dust concentrations and presence of salmonella species and Escherichia coli inside and outside commercial layer facilities. Avian diseases 49:30-35, 2005.

Dutch Expert Committee on Occupational Standards (DECOS). (1998) Endotoxins: Health based recommended exposure limit. A report of the Health Council of the Netherlands. Rijswijk: Health Council of the Netherlands; publication no 1998/03WGD.

Van Dijke B, Koppen H, Wannet W, Huijsdens W, De Neeling H, Voss A. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and pig-farming. Abstract geaccepteerd voor het 16e European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases. Nice, April 1–4, 2006.

Doekes G, Spithoven JJG. Organisch stof in de buitenlucht rond een mengvoederbedrijf. Vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer, 1997. Landbouwniversiteit Wageningen, rapport nr. 1997-283.

Donham KJ, Zavala DC, Merchant JA. Respiratory symptoms and lung function among workers in swine confinement buildings: a cross-sectional epidemiological study. Arch Environ Health 1984; 39: 96-101.

Donham KJ, Cumbro D, Reynolds SJ, Merchant JA. Dose-response relationships between occupational aerosol exposures and cross-shift declines of lung function in poultry workers: recommendations for exposure limits. J Occup Environ Med 2000; 42(3): 260-269.

- Dosman JA, Lawson JA, Kirychuk SP, Cormier Y, Biem J, Koehncke N. Three new cases of apparent occupational asthma in swine confinement facility employees. *Eur Respir J* 2006; 28: 1281-2.
- Douwes J, Heederik D. Epidemiologic investigations of endotoxins. *Int J Occ Env Health* 1997;3 (suppl 1):S26-31.
- Dusseldorp A., Mennen M. Emissie van Fijn Stof uit varkensstallen. Steunpunt advies 2334, aug. 2005.
- Eduard W, Douwes J, Omenaas E, Heederik D. Do farming exposures cause or prevent asthma? Results from a study of adult Norwegian farmers. *Thorax*. 2004;59:381-386.
- Ellen H., Bottcher R, von Wachenfelt E, Takai H. Dust levels and control methods in poultry houses. *Journal of agricultural safety and health*. 6(4): 275-282 2000.
- Gibbs SH., Green CF., Tarwater PM, Mota LC., Mena KD., Scarpino P. Isolation of Antibiotic-Resistant Bacteria from the Air Plume Downwind of a Swine Confined or concentrated Animal Feeding Operation. *Environm. Health Perspectives* 114: 7: July 2006.
- Gies E., van Os J., Hermans T., Olde Loohuis R., 2007. Megastallen in beeld. Alterra rapport 1581.
- Green CF, Gibbs SG, Tarwater PM, Mota L, Scarpino PV. Bacterial Plume emanating from the air surrounding swine confinement operations. *J. Occ. Env. Hyg*, 3:9-15
- Groot Koerkamp PWG., Metz JHM., Uenk GH., Phillips VR., Holden MR., Sneath RW., Short JL., White RP., Hartung J., Seedorf J., Schroder M., Linkert KH., Pedersen S., Takai H., Johnsen JO., Wathes CM. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. *J. Agric. Engng. Res.* (1998), 70, 79-95.
- Heederik D, Brouwer R, Biersteker K, Boleij JS. Relationship of airborne endotoxin and bacteria levels in pig farms with the lung function and respiratory symptoms of farmers. *Int Arch Occup Environ Health*. 1991;62(8):595-601.
- Heederik,-D; Sigsgaard,-T; Thorne,-P-S; Kline,-J-N; Avery,-R; Bonlokke,-J-H; Chrischilles,-E-A; Dosman,-J-A; Duchaine,-C; Kirkhorn,-S-R; Kulhankova,-K; Merchant,-J-A. Health effects of airborne exposures from concentrated animal feeding operations. *Environ-Health-Perspect*. 2007 Feb; 115(2): 298-302
- Huijsdens X., van Dijke B., van Santen M., Haenen A., Deplano A., Struelens M., de Neeling A. PFGE typeable MRSA in Dutch pigs. In joint meeting of NVMM/VIZ/SBIMC-BVIKM, Brugge, 15-16 november 2007.
- InfoMil, maart 2007. Handreiking bij Wet geurhinder en veehouderij (<http://www.infomil.nl/contents/pages/143013/handreikingwetgeurhinderenveehouderijversie5maart2.pdf>).
- Janssen P. 2007 RIVM-SIR, Bilthoven. Persoonlijke mededeling
- Kline JN, Cowden JD, Hunninghake GW, Schutte BC, Watt JL, Wohlford-Lenane CL, Powers LS, Jones MP, Schwartz DA. Variable airway responsiveness to inhaled lipopolysaccharide. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:297-303.
- Knuit CGM, Wientjes AD, Doekes G. Organisch stof concentraties in de buitenlucht in de omgeving van een drogerij. Vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer, 1995. Landbouwniversiteit Wageningen, rapport nr. 1995-477.
- Larsson BM, Palmberg L, Malmberg PO, Larsson K. Effect of exposure to swine dust on levels of IL-8 in airway lavage fluid. *Thorax* 1997; 52: 638-42.



Leenders A., Janssen M., Render, N., Pelk M. 2007, Varkens-MRSA op een pluimveebedrijf? Infectieziekten Bulletin 18, 43-44.

Linaker C., Smedley J. Respiratory illness in agricultural workers. Occup. Med. 2002: Vol 52, no 8. p 451-459.

Liu AH. Something old, something new: indoor endotoxin, allergens and asthma. Paediatr Respir Rev. 2004; 5 Suppl A: S65-71.

Loo van I., Huijsdens X., Tiemersma E., de Neeling A., van de Ande-Bruinsma N., Beaujean D. 2007, Emergence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* of Animal Origin in Humans. Emerg Infect Dis 13.

Michel O, Ginanni R, Duchateau J, Vertongen F, Le Bon B, Sergysels R Domestic endotoxin exposure and clinical severity of asthma. Clin Exp Allergy 1991; 21: 441-8.

Mutius von E, Braun-Fahrländer C, Schierl R, Riedler J, Ehlermann S, Maisch S, Waser M, Nowak D. Exposure to endotoxin or other bacterial components might protect against the development of atopy. Clin Exp Allergy. 2000; 30: 1230-4.

Mirabelli MC., Wing S., Marshall SW., Wilcosky TC. Asthma Symptoms among adolescents who attend public schools that are located near confined swine feeding operations. Pediatrics 2006; 118:66-75.

Mitloehner,-F-M; Schenker,-M-B. Environmental exposure and health effects from concentrated animal feeding operations. Epidemiology. 2007 May; 18(3): 309-11

MNC: Milieu- en Natuurcompendium, website geraadpleegd in december 2007.  
<http://www.milieuennatuurcompendium.nl/indicatoren/>

MNP, 2005. Fijn stof nader bekeken. De stand van zaken in het dossier fijn stof. Milieu- en Natuurplanbureau Rapport 500037008, ISBN 90-6960-124-9

Monso E. Schenker M., Radon K., Riu E., Margarolas R., Mc Curdy S., Danuser B., Iversen M., Saiki C., Nowak D. Region-related risk factors for respiratory symptoms in European and Californian farmers. Eur. Respir J. 2003: 323-331.

Monsó E., Riu E., Radon K., Magarolas R., Danuser B., Iversen M., Morera J., Nowak D., 2004. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smoking animal farmers working inside confinement buildings. Am J Ind Med, 46, 357-362.

Mooij T., Troelstra A., Jenkins J., Thijssen, S. 2007, MRSA in calves. Infectieziekten Bulletin 18, 234-236.

Müller-Suur C, Larsson K, Malmberg P, Larsson PH. Increased number of activated lymphocytes in human lung following swine dust inhalation. Eur Respir J. 1997;10:376-80.  
Ipv Sandstrom 1992

Neeling de A.J., van den Broek M.J., Spalburg E.C., van Santen-Verheuvél M.G., Dam-Deisz W.D., Boshuizen H.C., van de Giessen A.W., van Duijkeren E., Huijsdens X.W. 2007, High prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in pigs. Vet Microbiol 122, 366-372.

Nimmermark, S. Odour Influence on Well-being and health with specific focus on animal production emissions. Ann. Agric. Environm. Med 2004,11, 163-173.

Omland,-O. Exposure and respiratory health in farming in temperate zones--a review of the literature. Ann-Agric-Environ-Med. 2002; 9(2): 119-36

Park JH, Spiegelman DL, Gold DR, Burge HA, Milton DK Predictors of airborne endotoxin in the home. *Environ Health Perspect* 2001a; 109: 859-64.

Park JH, Gold DR, Spiegelman DL, Burge HA, Milton DK House dust endotoxin and wheeze in the first year of life. *Am J Respir Crit Care Med* 2001b; 163: 322-8

Portengen L, Preller L, Tielen M, Doekes G, Heederik D. Endotoxin exposure and atopic sensitization in adult pig farmers. *J Allergy Clin Immunol* 2005; 115: 797-802.

Vogelzang PFJ, van der Gulden JWJ, Folgering H, Kolk JJ, Heederik D, Preller L, Tielen MJM, van Schayck CP. Endotoxin exposure as a major determinant of lung function decline in pig farmers. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 15-18.

PRA Odournet bv. Relatie tussen geurimmissie en geurhinder in de intensieve veehouderij. VROM07A3, april 2007

Preller L., Heederik D., Kromhout H., Boleij JSM., Tielens MJM. Determinants of dust and endotoxin exposure of pig farmers: development of a control strategy using empirical modelling. *Ann Occup Hyg.* 1995 Oct;39(5):545-57.

Provincie Noord- Brabant, 2005. Veehouderij, Ammoniak en geurhinder in Noord Brabant 2005, 1-44.

Radon K., Danuser B., Iversen M., R. Jörres., Monso E., Opravil U., Weber C., Donham K.J. Nowak D. Respiratory symptoms in European animal farmers. *Eur. Respir. J.* 2001: 17:747-754.

Radon K., Danuser B., Iversen M., Monso E., Weber C., Hartung J., Donham K.J., Palmgren U., Nowak D. Air contaminants in different European farming environments. *Ann Agric Environ Med* 2002, 9- 41-48.

Radon K., Peters A., Praml G., Ehrenstein V., Schulze A., Hehl O., Nowak D. Livestock Odours and Quality of life of neighbouring residents. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2004, 11, 59-62.

Radon K, Schulze A, Ehrenstein V, van Strien RT, Praml G, Nowak. Environmental exposure to confined animal feeding operations and respiratory health of neighboring residents. *Epidemiology.* 2007 May;18(3):300-8.

RIVM (2007). internetpagina over fijn stof, d.d. 4 sept. 2007.  
<http://www.rivm.nl/gezondheidsmilieu/themas/Luchtvervuiling/fijnstof/>

RIVM 2007. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2003-2006. Beijk R, Mooibroek D, Hoogerbrugge R. RIVM rapport 680704002

Schierl,-R; Heise,-A; Egger,-U; Schneider,-F; Eichelser,-R; Naser,-S; Nowak,-D. Endotoxin concentration in modern animal houses in southern Bavaria. *Ann-Agric-Environ-Med.* 2007; 14(1): 129-36

Schiffman S. Livestock Odours: Implications for Human Health and Well-being. *J. Anim. Sci* 1998, 76:1343-1355.

Schiffman S., Williams C.M. Science of Odor as Potential Health Issue. *J. environm Qual.* 2005. 34:129-138.

Schram D, Doekes G, Boeve M, Douwes J, Riedler J, Ublagger E, von Mutius E, Budde, J, Pershagen G, Nyberg F, Alm J, Braun-Fahrlander C, Waser M, Brunekreef B; PARSIFAL Study Group. Bacterial and fungal components in house dust of farm children, Rudolf Steiner school children and reference children-the PARSIFAL Study. *Allergy* 2005; 60: 611-8.

Schulze A., Strien R. van, Ehrenstein V., Schierl R., Kuchenhoff H., Radon K., 2006. Ambient endotoxin level in an area with intensive livestock production. *Ann Agric Environ Med*, 13, 87-91.

Schulze,-A; van-Strien,-R-T; Praml,-G; Nowak,-D; Radon,-K Characterisation of asthma among adults with and without childhood farm contact. *Eur-Respir-J*. 2007 Jun; 29(6): 1169-73

Seedorf J., Hartung J., Schroder M., Linkert KH., VR Phillips., Holden MR., Sneath RW., Short JL., White RP., Pedersen S., Takai H., Johnsen JO., Metz JHM., Groot Koerkamp PWG., Uenk GH., Wathes CM. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in Livestock buildings in Northern Europe. *J. Agric. Engng. Res.* (1998), 70, 97-109.

Smeets M., Fast T. Dosis effect relatie geur, effecten van geur. Opdenkamp adviesgroep BV. Document IP-DER-06-40. 23 mei 2006.

Smit LAM, Zuurbier M, Doekes G, Wouters IM, Heederik D, Douwes J. Hay fever and asthma symptoms in conventional and organic farmers in The Netherlands. *Occup. Environ. Med* 2007; 64;101-107

Smit L, Doekes G, Heederik D, Wouters I. Respiratory symptoms and atopy in Dutch farmers in relation to their occupational endotoxin exposure. *European Respiratory Journal*, 2008. Accepted for publication.

Smits M.C.J., Oudendag D.A, van Jaarsveld J.A., van der Hoek K.W., Huijsmans J.W.F., van Pul W.A.J., Monteny G.J. Naar een nieuwe methodiek voor monitoring van ammoniakemissie op regionaal niveau; haalbaarheidsstudie. IMAG Rapport 2002-03. April 2002

Smits M.C.J, van Jaarsveld J.A., Mokveld L.J. Vellinga O., Stolk A., van der Hoek K.W. en van Pul W.A.J. Het 'VELD'-project: een gedetailleerde inventarisatie van de ammoniak-emissies en -concentraties in een agrarisch gebied.

Spaan S., Wouters IM, Oosting I., Doekes G., Heederik D. Exposure to inhalable dust and endotoxins in agricultural industries. *J. environ. Monit.* 2006, 8, 63-72.

Sucker K., Both R., Winnke G. Adverse effects of environmental odours: reviewing studies on annoyance responses and symptom reporting. *Water Science and Technology*. 2001: vol 44. No 9 pp 43-51.

SWAB. NethMap 2007 – Consumption of antimicrobial agents and antimicrobial resistance among medically important bacteria in the Netherlands. <http://www.swab.nl/professional>

Takai et al. (1998). Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *J. agric. Engng. Res* 1998. 70, 59-77.

Thorne PS, Kulhánková K, Yin M, Cohn R, Arbes SJ Jr, Zeldin DC. Endotoxin exposure is a risk factor for asthma: the national survey of endotoxin in United States housing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005; 172:1371-7.

Thorne,-P-S. Environmental health impacts of concentrated animal feeding operations: anticipating hazards--searching for solutions. *Environ-Health-Perspect*. 2007 Feb; 115(2): 296-7

Thu, KM. Public health Concerns for Neighbors of Large-Scale Swine production Operations. *J. Agric. Safety and Health*. 2002. 8(2):175-184.

Voss A, Loeffen F, Bakker J, Klaassen C, Wulf M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pig farming. *Emerg Infect Dis*. 2005 Dec. <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol11no12/05-0428.htm>

Vossen F. 2007. Odournet, Amsterdam. Persoonlijke mededeling

Wang Z, Larsson K, Palmberg L, Malmberg P, Larsson P, Larsson L. Inhalation of swine dust induces cytokine release in the upper and lower airways. *Eur Respir J.* 1997 Feb;10(2):381-7.

Waser M, Schierl R, von Mutius E, Maisch S, Carr D, Riedler J, Eder W, Schreuer M, Nowak D, Braun-Fahrlander C; ALEX Study Team Determinants of endotoxin levels in living environments of farmers' children and their peers from rural areas. *Clin Exp Allergy* 2004; 34: 389-97

Wertheim HF, Vos MC, Boelens HA, Voss A, Vandenbroucke-Grauls CM, Meester MH, et al. Low prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) at hospital admission in the Netherlands: the value of search and destroy and restrictive antibiotic use. *J Hosp Infect.* 2004;56:321-5

Wing,-S; Wolf,-S. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. *Environ-Health-Perspect.* 2000 Mar; 108(3): 233-8

**BIJLAGE A: ZOEKPROFIEL LITERATUUR**

No.	Records	Request
1	86773	(farm* or agricultur* or livestock or swine or pig* or poultry or cattle or stables or animal production or animal feed* or (animal* near3 housing) or (animal* near3 building*) or cafos) in ti
2	40350	("Animal-Husbandry"/ all subheadings) or ("Animals-Domestic"/ all subheadings) or ("Housing-Animal"/ all subheadings) or ("Agriculture"/ all subheadings) or ("Animal-Feed"/ all subheadings)
3	240297	("Cattle"/ all subheadings) or ("Swine"/ all subheadings) or (explode "Poultry"/ all subheadings)
4	170698	(farm* or agricultur* or livestock or swine or pig* or poultry or cattle or stables or animal production or animal feed* or (animal* near3 housing) or (animal* near3 building*) or cafos) in ab
5	72624	(#2 or #3) and #4
6	126165	#1 or #5
7	14185	(emission* or immision*) in ti
8	49207	("Environmental-Exposure"/ all subheadings) or ("Occupational-Exposure"/ all subheadings)
9	55630	(contaminat* or air pollut* or dust or particles or particulates or allergens or endotoxins or odo?r or malodo?r* or gas or gases or vao?r* or smell or ammonia) in ti
10	22285	(infectious agents or bacteria or microorganism* or microbial load or microbial agents) in ti
11	46772	("Allergens"/ all subheadings) or ("Dust"/ all subheadings) or ("Particulate-Matter"/ all subheadings) or ("Odors"/ all subheadings) or ("Smell"/ all subheadings) or ("Ammonia"/ all subheadings) or ("Gases"/ all subheadings)
12	26911	("Zoonoses"/ all subheadings) or ("Endotoxins"/ all subheadings) or ("Bacterial-Toxins"/ all subheadings)
13	34243	("Environmental-Pollution"/ all subheadings) or (explode "Air-Pollution"/ all subheadings) or ("Air-Pollutants"/ all subheadings) or ("Air-Pollutants-Occupational"/ all subheadings)
14	210939	#7 or #8 or #9 or #10 or #11 or #12 or #13
15	90266	(health risk* or health effects or risk factor* or public health or human health or health issue* or health concern* or health status or well being or "quality of life") in ti
16	536684	(respiratory or lung or airway* or pulmonary or copd or allergic or asthma or atop* or hypersensitivity or sensitization or immun* or inflammatory) in ti
17	69462	("Occupational-Diseases"/ all subheadings) or ("Occupational-Health"/ all subheadings) or ("Agricultural-Workers'-Diseases"/ all subheadings) or ("Environmental-Illness"/ all subheadings) or ("Public-Health"/ all subheadings)
18	426639	(explode "Respiratory-Tract-Diseases"/ all subheadings) or (explode "Respiratory-Tract-Infections"/ all subheadings) or ("Respiration-Disorders"/ all subheadings) or (explode "Respiratory-Hypersensitivity"/ all subheadings)
19	146090	("Chronic-Disease"/ all subheadings) or ("Stress-Psychological"/ all subheadings) or ("Receptors-Odorant"/ all subheadings) or (explode "Nasal-Mucosa"/ all subheadings)
20	347517	("Hypersensitivity"/ all subheadings) or (explode "Rhinitis"/ all subheadings) or ("Headache"/ all subheadings) or ("Risk-Factors"/ all subheadings)

- 21 24191 (complaints in ti,ab)
- 22 1294332 #15 or #16 or #17 or #18 or #19 or #20 or #21
- 23 1828 #6 and #14 and #22
- 24 245970 (concentrations or amount\* or levels or distribution\* or measurement\* or measured or inventor\* or estimation or quantif\*) in ti
- 25 284 #6 and #14 and #24
- 26 2046 #23 or #25
- 27 37916 (guinea pig\* or ferment\* or pet or pets) in ti
- 28 1775 #26 not #27
- 29 1661 #28 and ((english or german or dutch) in la)
- 30 1626 #29 and py>1989

## BIJLAGE B: MEETWAARDEN

In onderstaande tabel zijn de meetwaarden weergegeven die we hebben aangetroffen in de literatuur. Omdat er verschillende technieken en monsternamen/analysemethoden zijn gehanteerd, kunnen alleen al daardoor verschillen optreden. Verder verschillen de bedrijven in grootte, werkwijze, ventilatiesystemen etc. De waarden moeten daarom worden gezien als ordegrotten.

In de laatste kolom is aangegeven indien het waarden betreft die in Nederland zijn gemeten. De naam van de auteur is vetgedrukt als er metingen in de omgeving zijn gedaan.

Referentie	Gemeten stoffen/agentia	Plaats metingen Binnen/buiten (afstand)	Meetwaarden (gemiddelde plus range)	Land(en)
<b>Ammoniak</b>				
Cormier 2000	Ammoniak	In stallen (n=8) met varkens N=100-800	2-38 ppm ( <sup>^</sup> 1-28 mg/m <sup>3</sup> )	Canada
Davis 2005	Ammoniak	In stallen met pluimvee (n=50.000-180.000)	3-60 ppm	USA
Davis 2005	Ammoniak	In ventilatorlucht (3-10 meter afstand)	0- 27 ppm	USA
Groot Koerkamp 1998	Ammoniak	In stal met zeugen	18 ppm (?-44) ( <sup>^</sup> 12 mg/m <sup>3</sup> )	NEDERLAND
Groot Koerkamp 1998	Ammoniak	In stal met legkippen	30 ppm (?-80) ( <sup>^</sup> 20 mg/m <sup>3</sup> )	NEDERLAND
Groot Koerkamp 1998	Ammoniak	In stal met legkippen (batterij)	6 ppm (?-17) ( <sup>^</sup> 4 mg/m <sup>3</sup> )	NEDERLAND
Heederik 1991	Ammoniak	136 varkensfokkerijen (binnen)	4 mg/ m <sup>3</sup> (0,2-25)	NEDERLAND
Radon 2002	Ammoniak	In stallen (n vee: 36-100).	6- 12 ppm ( <sup>^</sup> 4-8 mg/m <sup>3</sup> )	
<b>Micro-organismen</b>				
<b>Bilic 2000</b>	Totaal bacterien	In stallen, div. Buiten, : 5 meter 7,5 meter 14 meter 50 meter 500 meter	2590* 10 <sup>3</sup> kve/m <sup>3</sup>  1,6* 10 <sup>2</sup> 3,7*10 <sup>2</sup> 2,7*10 <sup>2</sup> 2,7*10 <sup>2</sup> 2,6*10 <sup>2</sup>	Kroatie
Cormier 2000	Totaal bacterien	In stallen (n=8) met varkens N=100-800	1 *10 <sup>5</sup> -9*10 <sup>5</sup> kve/m <sup>3</sup>	Canada
Cormier 2000	Schimmels	In stallen (n=8) met varkens N=100-800	138-1800 kve/m <sup>3</sup>	

Referentie	Gemeten stoffen/agentia	Plaats metingen Binnen/buiten (afstand)	Meetwaarden (gemiddelde plus range)	Land(en)
Gibbs et al <sup>16</sup>	Bacterien	25 m bovenwinds	63 kve/m <sup>3</sup>	
		In de veehouderij 1000 zeugen	18132 kve/m <sup>3</sup>	Hiervan is 80 % S. Aureus
		25 m benedenwinds	1295 kve/m <sup>3</sup>	
		50 m benedenwinds	970 kve/m <sup>3</sup>	
		100 m benedenwinds	414 kve/m <sup>3</sup>	
		150 m benedenwinds	141 kve/m <sup>3</sup>	
Seedorf 1998 <sup>17</sup>	Totaal bacterien	In stallen met kippen	4 * 10 <sup>5</sup>	Divers
Heederik 1991	Totaal bacterien	136 varkensfokkerijen	1 * 10 <sup>5</sup> kve/m <sup>3</sup>	NEDERLAND
Omland 2002 <sup>10</sup>	Gram negatieve bacterien	In stallen met varkens	0,9 * 10 <sup>4</sup> kve/m <sup>3</sup>	USA
Omland 2002 <sup>10</sup>	Totaal bacterien	In stallen met varkens	14 * 10 <sup>5</sup> kve/m <sup>3</sup>	USA
Radon 2002	Totaal schimmels	In stallen (n vee: 36-100).	2.2*10 <sup>6</sup> - 8.7*10 <sup>6</sup> cellen/m <sup>3</sup>	
Seedorf 1998 <sup>18</sup>	Totaal bacterien	In stallen met Varkens	1 * 10 <sup>5</sup> - 6 * 10 <sup>6</sup> kve/m <sup>3</sup>	Divers
<b>Endotoxinen</b>				
Cormier 2000	Endotoxinen	In stallen (n=8) met varkens N=100-800	200-600 EU/ m <sup>3</sup>	Canada
Heederik 1991	Endotoxinen	In stallen met varkens ('fattening pigs')	130 ng/ m <sup>3</sup> (^ 1300 EU/m <sup>3</sup> )	NEDERLAND
Preller 1995	Endotoxinen	Persoonlijke blootstelling (198 varkenshouders)	130 ng/m <sup>3</sup> (5,6-1503) (^ 1300 EU/m <sup>3</sup> )	NEDERLAND
Radon 2002	Endotoxinen	In stallen (n vee: 36-100).	58- 257 ng/m <sup>3</sup> (^ 580-2570 EU/m <sup>3</sup> )	
Seedorf 1998 <sup>19</sup>	Endotoxinen	In stallen met varkens	12	Divers
Seedorf 1998 <sup>20</sup>	Endotoxinen	In stallen met varkens	1880-7500 ng.m <sup>3</sup> (^ 18800-75000 EU/m <sup>3</sup> )	Divers
Schierl 2007	Endotoxinen, inhaleerbaar	In 4 stallen met varkens (n=600-1400)	669 EU/ m <sup>3</sup> (43-7469)	Duitsland
Schierl 2007	Endotoxinen, inhaleerbaar	In 3 stallen met leghennen (n=500-3000)	463 EU/ m <sup>3</sup> (22-21933)	Duitsland
Schierl 2007	Endotoxinen,	In 4 stallen met	23 EU/ m <sup>3</sup>	Duitsland

<sup>16</sup> In dit onderzoek is er gekeken naar resistentie van de bacterien (alle soorten) tegen de antibiotica oxytetracycline, tetracycline, ampicilline, erythromycine. In de stallen was ongeveer 70-90 % van de bacterien resistent voor 1 van deze antibiotica.

<sup>17</sup> Refereert aan Clark e.a. (Am. Ind. Hyg. Ass J, 1983,44(7), 537-41)

<sup>18</sup> Overzicht van 5 studies, oa Heederik e.a. 1991

<sup>19</sup> Refereert aan Wiegand (1994, proceedings of the 8th. Int. Congress of Animal Hygiene)

<sup>20</sup> Refereert aan Dutkiewitz e.a.( 1994, 33(2), 85-90)



Referentie	Gemeten stoffen/agentia	Plaats metingen Binnen/buiten (afstand)	Meetwaarden (gemiddelde plus range)	Land(en)
	respirabel	varkens (n=600-1400)	(2-236)	
Schierl 2007	Endotoxinen, respirabel	In 3 stallen met leghennen (n=500-3000)	62 EU/ m <sup>3</sup> (3-12282)	Duitsland
<b>Schulze 2006</b>	Endotoxinen, inhaleerbaar	In 32 achtertuinen van bewoners van 2 dorpen met totaal 270/690 koeien 12.000 varkens, 700,000 kippen, 43/45,000 eenden, 6,000/155,500 kalkoenen	Winter: 3,6 EU/m <sup>3</sup> (<DL-20) Zomer: 4,4 EU/m <sup>3</sup> (<DL-23) GM mean 3 ±2.2 SD <sup>21</sup>	Duitsland
<b>Schulze 2006</b>	Endotoxinen, inhaleerbaar	Achtergrond (stad) op 44 km afstand van de hierboven genoemde dorpen	<DL van 1,3 EU/m <sup>3</sup>	Duitsland
Spaan 2006	Endotoxinen (n=6 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, varkenshouderij	1510 EU/m <sup>3</sup> (1716-2550)	NEDERLAND
Spaan 2006	Endotoxinen (n=2 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, legbatterij	2090 EU/m <sup>3</sup> (992-6970)	NEDERLAND
Spaan 2006	Endotoxinen (n=2 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, slachtkippen	880 EU/m <sup>3</sup> (520-1500)	NEDERLAND
Spaan 2006	Endotoxinen (n=5 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, scharrelkippen	2140 EU/m <sup>3</sup> (360-8120)	NEDERLAND
<b>Stof</b>				
Cormier 2000	Totaal stof	In stallen (n=8) met varkens N=100-800	2,2-5,6 mg/m <sup>3</sup>	Canada
Davis 2005	Stof	In stallen met pluimvee (n=50.000-180.000)	< 2 mg/m <sup>3</sup>	USA
Davis 2005	stof	Buiten stallen met pluimvee	< 2 mg/m <sup>3</sup>	USA
Davis 2005	stof	Buiten stallen in de ventilatielucht	< 2 mg/m <sup>3</sup> 32-75 mg/m <sup>3</sup> <sup>122</sup>	USA
Hartung 1998	Inhaleerbaar stof			
Heederik 1991	Totaal stof	136 varkensfokkerijen (binnen)	4 mg/m <sup>3</sup> (0,5-24)	NEDERLAND
Omland, 2002 <sup>23</sup>	Totaal stof	In stallen met varkens	2,9 mg/m <sup>3</sup> (1,7-5)	Canada

<sup>21</sup> In Radon e.a. 2007

<sup>22</sup> Voor 2 stallen worden deze hoge concentraties gemeten op een afstand van 10 feet (3 meter) van de ventilatoren

<sup>23</sup> refereert aan Zejda e.a (1994, JOM, 36, 49-56)

Referentie	Gemeten stoffen/agentia	Plaats metingen Binnen/buiten (afstand)	Meetwaarden (gemiddelde plus range)	Land(en)
Omland, 2002 <sup>23</sup>	Respirabel stof	In stallen met varkens	0,13 mg/m <sup>3</sup> (0,05-0,32)	Canada
Omland, 2002 <sup>24</sup>	Totaal stof	In stallen met varkens	4,3 mg/m <sup>3</sup>	USA
Omland, 2002 <sup>24</sup>	Respirabel stof	In stallen met varkens	0,3 mg/m <sup>3</sup>	USA
Preller 1995	Inhaleerbaar stof	Persoonlijke blootstelling (198 varkenshouders)	3 mg/m <sup>3</sup> (0,3-26,6)	NEDERLAND
Radon 2002	Totaal stof	In stallen (n vee: 36-100).	4- 7 mg/m <sup>3</sup>	
Spaan, 2006	Inhaleerbaar stof (n=6 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, varkenshouderij	2,6 mg/m <sup>3</sup> (1,6-5,4)	NEDERLAND
Spaan, 2006	Inhaleerbaar stof (n=2 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, legbatterij	9,5 mg/m <sup>3</sup> (6,6-14)	NEDERLAND
Spaan, 2006	Inhaleerbaar stof (n=2 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, slachtkippen	4,2 mg/m <sup>3</sup> (4,0-4,4)	NEDERLAND
Spaan, 2006	Inhaleerbaar stof (n=5 bedrijven)	Persoonlijke blootstelling werknemers, scharrelkippen	3,6 mg/m <sup>3</sup> (1,6-11)	NEDERLAND
Takai 1998	Inhaleerbaar stof	In stallen met varkens	2,2 mg/m <sup>3</sup>	4 Europese landen, waaronder NEDERLAND
Takai 1998	Respirabel stof	In stallen met varkens	0,23 mg/m <sup>3</sup>	4 Europese landen, waaronder NEDERLAND
Takai 1998	Inhaleerbaar stof	In stallen met pluimvee	3,6 mg/m <sup>3</sup>	4 Europese landen, waaronder NEDERLAND
Takai 1998	Respirabel stof	In stallen met pluimvee	0,45 mg/m <sup>3</sup>	4 Europese landen, waaronder NEDERLAND

<sup>24</sup> refereert aan Donham e.a. (1991, Am J Vet Res, 52, 1723-30)

## BIJLAGE C: ADVIESWAARDEN AMMONIAK

Auteur: AJ. Baars, RIVM-SIR, januari 2008.

### Gezondheidskundige grenswaarden ATSDR

De US Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) heeft in 2004 twee “minimal risk levels” (MRL’s) voor ammoniak afgeleid.

- 1 MRL inhalatie, acuut (blootstellingen van 1 – 14 dagen): 1,7 ppm.

Deze MRL is gebaseerd op een LOAEL (“lowest observed adverse effect level”) van 50 ppm uit onderzoek met humane vrijwilligers. Het betrof een blootstelling gedurende 2 uur, waarbij milde symptomen van irritatie van ogen, neus en keel werden ervaren. Deze LOAEL werd gecorrigeerd voor extrapolatie van een minimale LOAEL naar NOAEL (“no observed adverse effect level”) met een UF (“uncertainty factor”- onzekerheidsfactor) van 3, en vervolgens voor humane variabiliteit met een UF van 10.

De MRL (inhalatie acuut) is dus  $50/30 = 1,67 = 1,7$  ppm ofwel  $1,2 \text{ mg/m}^3$ <sup>25</sup>).

- 2 MRL inhalatie, chronisch (blootstellingen van één jaar en langer): 0,01 ppm.

Deze MRL is gebaseerd op langdurige blootstelling (12 jaar) onder arbeidsomstandigheden (8 uur/dag, 5 dagen/week). Uit het onderzoek volgde een NOAEL van 9,2 ppm voor significante veranderingen in longfunctie bij blootgestelden. Deze NOAEL wordt gecorrigeerd voor chronische blootstelling door vermenigvuldiging met  $8/24 \times 5/7$ , wat leidt tot een NOAEL voor chronische blootstelling van 2,19 ppm. Deze wordt gecorrigeerd met een UF van 3 voor het ontbreken van reproductie- en ontwikkelingstoxicologische testen, en voor humane variabiliteit met een UF van 10.

De MRL is dus  $2,19/30 = 0,073 = 0,1$  ppm ofwel  $0,07 \text{ mg/m}^3$  (af rondingen van de ATSDR).

### Gezondheidskundige grenswaarde EPA

De US Environmental Protection Agency (EPA) heeft in 1991 een “reference concentration” (RfC) voor chronische inhalatoire blootstelling afgeleid van  $0,1 \text{ mg/m}^3$ .

De afleiding berust op hetzelfde onderzoek als door de ATSDR gebruikt voor de afleiding van de chronische inhalatoire MRL. De NOAEL van 9,2 ppm wordt door de EPA gecorrigeerd voor chronische blootstelling (op een iets andere wijze dan door de ATSDR is gedaan), wat leidt tot een NOAEL (chronisch) van  $2,3 \text{ mg/m}^3$ . Ook de EPA gebruikt een UF van  $3 \times 10$  voor de extrapolatie naar de algemene humane populatie.

De RfC is dus  $2,3/30 = 0,077 \text{ mg/m}^3 = 0,1 \text{ mg/m}^3$  (af ronding van de EPA).

---

<sup>25</sup>) Conversiefactor voor ammoniak t.b.v de omrekening van ppm naar  $\text{mg/m}^3$  (bij 20 °C):  $1 \text{ ppm} = 0,707 \text{ mg/m}^3$ .

**Conclusie**

Aangezien de definities van “MRL” (inhalatoir chronisch) van de ATSDR en “RfC” van de EPA overeenkomen met de in Nederland gebruikelijke “TCA” (tolerable concentration in air – toelaatbare concentratie in lucht), kunnen voor Nederland de volgende TCA’s worden gebruikt:

<b>TCA voor acute blootstelling (1 – 14 dagen):</b>	<b>1,2 mg/m<sup>3</sup>.</b>
<b>TCA voor chronische blootstelling (één jaar en langer):</b>	<b>0,1 mg/m<sup>3</sup>.</b>

De MAC-waarden voor ammoniak in Nederland bedragen 14 mg/m<sup>3</sup> als 8-uurs TGG (tijdgewogen gemiddelde), en 36 mg/m<sup>3</sup> als 15-min TGG. Deze waarden gelden dus voor blootstelling onder arbeidsomstandigheden van gezonde (volwassen) werknemers (gedurende maximaal 40 jaar). Als dezelfde extrapolatiemethodologie wordt gevolgd als hierboven beschreven, dan zou de 8-uurs blootstelling kunnen worden omgerekend naar continue blootstelling met een factor  $8/24 \times 5/7$ , en kan vervolgens een UF van 10 worden toegepast voor de humane variabiliteit. Dat zou leiden tot een “grenswaarde” voor inhalatoire blootstelling van 0,33 mg/m<sup>3</sup>. De op deze wijze berekende “grenswaarde” ligt dus precies in de range van de TCA’s zoals hierboven vermeld.

## **BIJLAGE D: PUBLIEKSINFORMATIE MRSA**

RIVM, April 2007

### **Wat is MRSA?**

De Meticilline Resistente Staphylococcus Aureus, kortweg MRSA, is een stafylokok. Stafylokokken zijn bacteriën die veel voorkomen bij gezonde mensen, zonder dat zij daar last van hebben. De MRSA is een bijzondere stafylokok want hij is ongevoelig (resistent) voor behandeling met de meeste antibiotica. In Nederland komt MRSA regelmatig voor.

### **Wat zijn de ziekteverschijnselen van MRSA?**

Mensen kunnen MRSA bij zich dragen zonder ziek te zijn. De bacteriën zitten vooral op de huid en in de neus van deze ‘dragers’, maar kunnen ook in de keel, darmen en urine voorkomen. Dit MRSA-dragerschap is meestal van tijdelijke aard; men raakt de bacterie vaak ook weer vanzelf kwijt.

MRSA kan ook infecties veroorzaken, zoals een steenpuist. In zeldzame gevallen kan een bloedvergiftiging, botinfectie of longontsteking ontstaan.

Het is onduidelijk hoe lang het duurt totdat er eventuele verschijnselen ontstaan.

### **Hoe kun je MRSA krijgen en hoe kun je anderen besmetten?**

Besmetting met MRSA vindt vooral plaats door direct huidcontact, voornamelijk via de handen. Soms kan MRSA via huidschilfers of niezen in de lucht komen en zo ingeademd worden.

MRSA zal zich bijna altijd via lichamelijk contact verspreiden en zelden via de lucht. MRSA is vanwege de resistentie voornamelijk een probleem voor ziekenhuizen en verpleeghuizen.

Sommige buitenlandse ziekenhuizen hebben veel last van MRSA. Patiënten met een MRSA-infectie zijn meestal besmettelijker dan personen die MRSA-drager zijn.

Er zijn aanwijzingen dat MRSA ook bij verschillende diersoorten voorkomt en van dier op mens wordt overgedragen. Vooral bij varkens kan dit voorkomen.

### **Wie kan MRSA krijgen en wie loopt extra risico?**

Iedereen kan drager worden van MRSA. Maar voor gezonde mensen is het risico klein om daar klachten van te krijgen. MRSA gedijt goed in een omgeving waar bepaalde soorten antibiotica worden gebruikt, zoals in een ziekenhuis of verpleeghuis. Omdat MRSA ongevoelig is voor de meeste antibiotica, kan MRSA zich juist daar gemakkelijk handhaven en verspreiden.

Bovendien zijn patiënten in ziekenhuizen of verpleeghuizen vaak gevoeliger voor infecties door bijvoorbeeld chronische ziekte, medicijngebruik, operatie of verwondingen. In ziekenhuizen en verpleeghuizen worden MRSA-infecties vooral gezien bij:

- patiënten die antibiotica gebruiken;
- patiënten met huidaandoeningen (zoals eczeem) of open wonden;
- patiënten met een implantaat, infuus of katheter;
- patiënten met een verzwakte afweer.

### **Hoe kan MRSA worden voorkomen?**

In Nederland wordt veel gedaan om verspreiding van MRSA in ziekenhuizen en verpleeghuizen te voorkomen.

- Patiënten met MRSA worden apart verpleegd en behandeld.
- Bij medewerkers die voor een met MRSA besmette patiënt zorgen, worden kweken afgenomen om te onderzoeken of ze MRSA-dragers zijn.

- Bij patiënten en medewerkers die in een buitenlands ziekenhuis verbleven of werkten, worden ook kweken afgenomen. Zij worden tijdelijk apart verpleegd of mogen niet met patiënten werken totdat blijkt dat zij geen MRSA-drager zijn.
- Binnen de Nederlandse ziekenhuizen is vanaf begin juli 2006 het MRSA-beleid gewijzigd. Naast patiënten die worden opgenomen uit buitenlandse ziekenhuizen zullen ook patiënten die beroepsmatig in nauw contact komen met levende varkens op varkensbedrijven en zij die woonachtig zijn op dergelijke varkensbedrijven gecontroleerd worden op MRSA-dragerschap.
- Goede hygiëne kan bijdragen om de kans op MRSA-dragerschap te verkleinen. Was daarom na contact met varkens en kalveren de handen met water en zeep en droog ze zorgvuldig af.

### **Is MRSA te behandelen?**

Ondanks de ongevoeligheid voor veel antibiotica kunnen MRSA-infecties wel worden behandeld. De huisarts kan door laboratoriumonderzoek vaststellen of iemand besmet is met MRSA. In het laboratorium blijkt uit de kweek voor welke antibiotica de MRSA nog wel gevoelig is. De huisarts kan zonodig die antibiotica voorschrijven.

Behandeling met antibiotica is pas mogelijk als de patiënt geen risicofactoren voor MRSA-dragerschap, zoals wonden of katheters, heeft.

Na behandeling met antibiotica worden kweken afgenomen om het resultaat van de behandeling te controleren. Meestal is de MRSA-bacterie dan niet meer aanwezig. Soms zijn meerdere antibioticakuren nodig.

Men kan geen afweer opbouwen tegen MRSA. Dat betekent dat men vaker een MRSA-infectie kan krijgen.

Personen die MRSA-drager zijn of patiënten met een MRSA-infectie, moeten dit melden als zij behandeld of opgenomen worden in een ziekenhuis of verpleeghuis. Dan kunnen er preventieve maatregelen worden genomen.

### **Kan iemand met MRSA naar kindercentrum, school of werk?**

Personen die MRSA-drager zijn, kunnen gewoon naar kindercentrum, school of werk.

Kinderen met een MRSA-infectie (zoals MRSA-krentenbaard) kunnen naar school of kindercentrum als behandeling 24 uur daarvoor is gestart en als zij zich goed voelen.

Er gelden bijzonderheden voor:

- Een medisch kinderdagverblijf waar, afhankelijk van de ziekten die de kinderen hebben, de persoon die MRSA heeft moet worden geweerd. Dit totdat uit onderzoek is gebleken dat de persoon geen MRSA-drager meer is.
- Bewezen MRSA-positieve personen of huisgenoten daarvan die in een ziekenhuis of een verpleeghuis werken (of een ander medisch verzorgend beroep hebben). Zij moeten overleggen met de arbodienst of infectiepreventieadviseur welke maatregelen nodig zijn voordat zij gaan werken.

## BIJLAGE E: AANBEVELINGEN WORKSHOP 2004

Tijdens een workshop in 2004 waarin experts waren vertegenwoordigd uit de USA, Canada, Zweden, Denemarken en Nederland zijn de volgende aanbevelingen naar voren gekomen (Thorne, 2007):

### *WG Gezondheidseffecten:*

Er is gebrek aan gegevens over gezondheidseffecten van geur en de gemengde emissies van de intensieve veehouderij. Om dit op te vullen is het volgende nodig:

- Harmonisatie van analytische methoden om biologische agentia te meten
- Uitvoeren van panel studies onder gevoelige groepen die zijn blootgesteld aan emissies van de intensieve veehouderij

### *WG Modelleren en monitoring van emissies van intensieve veehouderijen:*

De concentraties benedenwinds van intensieve veehouderijen zijn niet duidelijk. Daarom is het volgende nodig:

- Meten van H<sub>2</sub>S en ammoniak, ook de achtergrond
- Modelleren zou beter gebruikt moeten worden bij vergunningverlening, ruimtelijke ordening en afvalmanagement

### *WG Waterkwaliteit:*

Deze werkgroep deed de volgende aanbevelingen:

- Monitoring van privé waterputten in gebieden met groot risico op besmetting van water
- Best practises van afvalwaterbehandeling in praktijk brengen om te voorkomen dat blootstelling via drinkwater kan optreden, bijvoorbeeld van veterinaire geneesmiddelen
- Implementatie van best practices om te voorkomen dat contaminanten in het oppervlaktewater terechtkomen.

### *WG Infectieziekten en antibiotica-resistentie:*

Deze werkgroep uitte in relatie tot infectieziekten bezorgdheid over het samenbrengen van varkens- en kippenhouderijen. Zij bevelen aan:

- Minimale afstanden vast te stellen tussen varkens en kippenstallen;
- Uitbannen van het gebruik van antimicrobiele agentia als groeipromotor (dit is al het geval in Europa, niet in VS);
- Nationale monitoringsprogramma's om de overdracht van resistente organismen van de veestapel naar de mens op te sporen.

### *WG Community Health and Socioeconomic factors:*

- Studies naar fysieke, mentale en sociale gezondheidseffecten in gemeenschappen met en zonder intensieve veehouderij
- Beslissingen over vergunningen moeten meer ruimte laten voor betrokkenheid van de gemeenschap (bijvoorbeeld door openbare bijeenkomsten).
- Budgetten voor onderzoeken zouden meer gericht moeten worden op duurzame productiesystemen.

### *Algemene conclusies van de bijeenkomst:*

- De industrialisatie van de veehouderij is niet gepaard gegaan met modernisatie van de regelgeving om de gezondheid te beschermen, vooral in de VS
- Er is zorg over de rol van de intensieve veehouderij in uitbraken van influenza en de ontwikkeling van resistente organismen.