



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu

Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport

## **Bijdragen veeteeltbedrijven aan ammoniak- en fijnstofconcentraties**

*Eindevaluatie LOG De Rips*

RIVM rapport 680889001/2012

H.J.Th. Bloemen | W. Uiterwijk |

K.W. van der Hoek



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Bijdragen veeteeltbedrijven aan ammoniak- en fijnstofconcentraties**

Eindevaluatie LOG De Rips

RIVM Rapport 680889001/2012

## Colofon

© RIVM 2012

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

H.J.Th. Bloemen (projectleider), RIVM/MIL

W. Uiterwijk, RIVM/MIL

K.W. van der Hoek, RIVM/MIL

Contact:

H.J.Th. Bloemen

RIVM/Milieu en Veiligheid

Henk.Bloemen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, directie Duurzaamheid, in het kader van het project Monitoring fijnstofreducties in landbouw.

## Rapport in het kort

### **Bijdrage veeteeltbedrijven aan ammoniak- en fijnstofconcentraties**

Eindevaluatie LOG De Rips

In het Landbouw Ontwikkelingsgebied (LOG) De Rips in Noord-Brabant wordt de veeteelt uitgebreid. Uitgangspunt hierbij is dat de luchtkwaliteit niet mag verslechteren. Om de uitstoot van ammoniak en fijn stof ( $PM_{10}$ ) te verminderen zijn technische maatregelen ingevoerd voor bestaande en nieuwe bedrijven. Het gaat hierbij onder andere om zogenoemde gecombineerde luchtwassers, die de ventilatielucht met ammoniak en fijn stof uit stallen schoonmaken.

### **Aanzienlijke verlaging ammoniakuitstoot met luchtwassers**

In gebieden met veel veeteeltbedrijven, zoals het LOG De Rips, draagt de ammoniakemissie uit stallen in belangrijke mate bij aan de lokale ammoniakconcentratie. In De Rips komen voornamelijk varkensbedrijven voor. De luchtwassers blijken de uitstoot van ammoniak zo ver te verminderen dat, ondanks intensievere veeteeltactiviteiten, de luchtkwaliteit niet afneemt. Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM naar de concentraties ammoniak en fijn stof in de nabijheid van het LOG, en naar de bijdrage van het LOG aan deze concentraties. Hiervoor zijn in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) en de provincie Noord-Brabant van 2008 tot en met 2011 concentraties van ammoniak en fijn stof rondom het LOG gemeten.

### **Effect luchtwassers op concentratie fijn stof geringer**

Uit het onderzoek blijkt ook dat de bijdrage van de emissie vanuit het LOG aan de concentratie van fijn stof rondom het LOG geringer is dan die van ammoniak. In tegenstelling tot ammoniak hebben meer bronnen dan alleen de stallen invloed op de concentratie fijn stof. Bovendien is er een substantiële achtergrondconcentratie fijn stof. Mede door het gebruik van luchtwassers zijn de huidige grenswaarden voor zowel het jaargemiddelde als het aantal dagen met concentraties hoger dan 50 microgram per kubieke meter voor fijn stof in De Rips niet overschreden.

### **Verwachte ontwikkelingen in het LOG tot 2015**

De plannen voor 2015 voor dit gebied geven aan dat de veestapel in het LOG verder wordt uitgebreid. Wat ammoniak betreft zal de luchtkwaliteit hierdoor nauwelijks veranderen, mits de luchtwassers net zo blijven functioneren als tijdens de metingen. Kritischer is de situatie voor fijn stof. De uitbreiding kan ertoe leiden dat zelfs met goed functionerende luchtwassers de grenswaarde voor de daggemiddelde concentratie kan worden overschreden. Dit is uiteraard mede afhankelijk van hoe de fijnstofemissies buiten het LOG, en daarmee de achtergrondconcentratie, zich ontwikkelen.

Trefwoorden:

ammoniak,  $NH_3$ , fijn stof,  $PM_{10}$ , varkenshouderij, luchtwassers, LOG

## Abstract

### **Contribution of animal farms to ammonia and particulate matter concentrations**

Final evaluation of agricultural development region De Rips

Animal livestock in the agricultural development region (LOG) De Rips in Noord-Brabant is being expanded at the same time avoiding the deterioration of the air quality. To reduce the emission of ammonia and particulate matter (PM<sub>10</sub>) technical measures are implemented at existing and new farms. An important measure consists of the application of combined air scrubbers to remove ammonia and particulate matter from the air vented from the stables.

### **Substantial abatement of ammonia emission due to the application of air scrubbers**

In areas with intensive livestock, such as LOG De Rips with mainly pig farms, the ammonia emission contributes significantly to the local ammonia concentrations. The combined air scrubbers appear to reduce the ammonia emissions to such an extent that the air quality is not getting worse. This is the result of an investigation of the RIVM into the concentrations of ammonia and particulate matter and the contribution from the emissions from the LOG to these.

### **Only moderate impact of air scrubbers on particulate matter concentrations**

The results show that the contribution of the emissions from the LOG to the particulate matter concentration is less than that of ammonia. Contrary to ammonia numerous sources of particulate matter affect the concentrations and furthermore a substantial PM<sub>10</sub> background level exists. At least partially the application of air scrubbers have prevented the annual average as well as the maximum number of days at which the daily average concentration is higher than 50 microgram per cubic meter to be exceeded.

### **Future developments in LOG De Rips until 2015**

Foreseen further expansion of the livestock, ammonia concentrations will not change significantly if the air scrubbers are operated in a similar way as was done during the project period. For particulate matter this development is more critical. Further livestock expansion might result that with similar operation of the air scrubbers the limit value for daily average values will be exceeded. Obviously, this depends on the particulate matter emissions from beyond the LOG and how the related background concentration will develop.

#### Key words:

ammonia, NH<sub>3</sub>, particulate matter, PM<sub>10</sub>, contribution animal farming, air scrubbers, LOG

## Inhoud

### Samenvatting–6

#### **1 Inleiding–8**

#### **2 Onderzoek locatie en monitoring–10**

- 2.1 Onderzoeksopzet–10
- 2.2 LOG De Rips–10
- 2.3 Monitoring luchtkwaliteitsparameters–11
- 2.4 Evaluatiemethoden–13
- 2.5 Emissie inventarisatie–13

#### **3 Resultaten en discussie–14**

- 3.1 Jaargemiddelde ammoniakconcentratie–14
- 3.2 Vergelijking met ammoniakconcentraties op overige stations in Nederland–15
- 3.3 Bijdrage LOG aan de ammoniakconcentraties op de meetlocaties–15
- 3.4 Jaargemiddelde en daggemiddelde fijnstofconcentratie–16
- 3.5 Vergelijking met fijnstofconcentraties op overige stations in Nederland–17
- 3.6 Bijdrage LOG aan de fijnstofconcentraties op de meetlocaties–17
- 3.7 Emissie van ammoniak en fijn stof vanuit het LOG–18

#### **4 Discussie en conclusie–20**

- 4.1 Ammoniak–20
- 4.2 Fijn stof–20

#### **5 Aanbevelingen–22**

#### **Literatuur–23**

## Samenvatting

### *Wat is een Landbouw Ontwikkelingsgebied?*

In het kader van de Reconstructiewet concentratiegebieden zijn in de mestoverschotgebieden, gelegen in de provincies Overijssel, Gelderland, Oost-Utrecht, Midden en Oost Noord-Brabant en Limburg reconstructieplannen opgesteld, waarvan de uitvoering tot 2016 is voorzien. De op provinciaal niveau ontwikkelde plannen voorzien in extensiveringgebieden, verwevinggebieden en intensiveringgebieden waarin veeteeltbedrijven worden afgebouwd, gelijk gehouden respectievelijk geconcentreerd. In deze laatste, de Landbouw Ontwikkelingsgebieden (LOG's) wordt voorzien dat nieuwe vestigingen gecombineerd zullen worden met emissiereducerende technieken, waaronder de gecombineerde luchtwassers.

### *Leidt een LOG tot meer ammoniak en fijn stof?*

In de periode januari 2008 – december 2011 vond in het LOG De Rips (Oost Noord-Brabant) een intensieve monitoringscampagne plaats. In het LOG vond zowel een intensivering van de veestapel plaats alsmede plaatsing van zogeheten gecombineerde luchtwassers op bestaande en nieuwe varkensbedrijven. Gecombineerde luchtwassers wil zeggen dat ze zowel ammoniak als fijn stof tegenhouden. Gedurende de gehele genoemde periode vonden continue concentratiemetingen van ammoniak en fijn stof in de buitenlucht plaats op het vlakbij gelegen meetstation LML131 (Vredepeel) en op twee naast het LOG gelegen additionele meetstations, LML243 (Blaarpeelweg) en LML244 (Klotterpeellaan).

Daarnaast is een gebiedsinventarisatie uitgevoerd naar het aantal aanwezige dieren per diercategorie in het LOG en naar het staltype waarin deze dieren gehuisvest zijn en de aanwezigheid van emissie reducerende voorzieningen zoals gecombineerde luchtwassers. Op basis hiervan is een schatting gemaakt van de ammoniak- en fijnstofemissie in het LOG De Rips.

### *Resultaten van metingen van ammoniak en fijnstofconcentraties in de buitenlucht.*

De jaargemiddelde meetresultaten in de meetperiode 2008 - 2011 laten zien dat het aandeel van het LOG De Rips aan de ammoniakconcentraties in de meetperiode daalt, terwijl het aandeel van het LOG aan de fijnstofconcentraties gelijk blijft. Hierbij wordt opgemerkt dat de gebiedsbijdrage van ammoniak aan de gemeten concentratie veel hoger is dan de gebiedsbijdrage van fijn stof. Hierdoor zullen effecten van ammoniakemissiereductie eerder merkbaar zijn dan de effecten van fijnstofemissiereductie.

### *Effectiviteit van de gecombineerde luchtwassers in het LOG.*

De resultaten van dit onderzoek duiden op een werking van de gecombineerde luchtwassers die voor de ammoniakemissies effectief genoeg is om de toename van de potentiële emissies van nieuwe bedrijven te compenseren. De gebiedsbijdrage van fijn stof aan de totale concentratie is lager dan die van ammoniak. Om deze reden is de reducerende werking van de gecombineerde luchtwassers voor fijn stof minder duidelijk.

### *Normering voor fijnstofconcentraties in de buitenlucht.*

Voor fijn stof geldt de volgende normering. De jaargemiddelde fijnstofconcentratie dient lager te zijn dan  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Verder mag gedurende maximaal 35 dagen het daggemiddelde niet hoger zijn dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Uit de verkregen meetresultaten blijkt dat in de periode 2008–2011 de jaargemiddelde fijnstofconcentraties onder de norm van  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  blijven en dat op minder dan 35 dagen het daggemiddelde de norm van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overschrijdt. Bij de verwachte toename van dierenaantallen en gecombineerde luchtwassers in 2015 wordt naar verwachting de jaargemiddelde norm voor fijn stof niet overschreden. Onduidelijk is of het aantal dagen met een te hoog daggemiddelde beneden de norm van 35 dagen zal blijven.

*Aanbeveling voor vervolgonderzoek.*

Omdat de gebiedsbijdrage van fijn stof aan de totale concentratie lager is dan die voor ammoniak is het aan te bevelen dit onderzoek te herhalen als de potentiële emissie van fijn stof minimaal 20% hoger is dan in 2011. De duur van het herhalingsonderzoek dient minimaal een jaar te zijn.



## 1 Inleiding

Fijn stof vormt een belangrijk milieuprobleem waarvoor een reeks van beleidsmaatregelen zijn ontwikkeld, zo ook voor de landbouw dat ongeveer 20% van de emissie van fijn stof in Nederland veroorzaakt. Een belangrijke agrarische sector is de intensieve veehouderij die naast de bijdrage aan de emissies van fijn stof ook hinder kan veroorzaken in de nabije omgeving, door geuremissies en via ammoniakemissies ook bijdraagt aan de stikstofdepositie. Met het programma Gecombineerde Luchtwassers bevorderen de ministeries van IenM en EL&I de ontwikkeling van de techniek en de implementatie van deze gecombineerde systemen die zowel ammoniak en geur als ook fijnstofemissies reduceren bij de uitworp van de stal. Hiervoor is voor de periode 2006 – 2009 budget beschikbaar gesteld, voor zowel onderzoek als subsidie.

In het kader van de Reconstructiewet concentratiegebieden (Staatsblad 2002, 115) zijn in de mestoverschotgebieden, gelegen in de provincies Overijssel, Gelderland, Oost-Utrecht, Midden en Oost Noord-Brabant en Limburg reconstructieplannen opgesteld, waarvan de uitvoering tot 2016 is voorzien. In eerste instantie ingesteld naar aanleiding van de varkenspestuitbraak in 1997 is de Reconstructiewet uitgegroeid tot een wet die de complete, integrale herinrichting van het gebied regelt. De op provinciaal niveau ontwikkelde plannen voorzien in extensiveringgebieden, verwevinggebieden en intensiveringgebieden waarin veeteeltbedrijven worden afgebouwd, gelijk gehouden respectievelijk geconcentreerd. In deze laatste, de Landbouw Ontwikkelingsgebieden (LOG's) wordt voorzien dat nieuwe vestigingen gecombineerd zullen worden met emissiereducerende technieken, waaronder de gecombineerde luchtwassers.

Om de prestatie van de gecombineerde luchtwassers te evalueren wordt onderzoek gedaan aan de installaties zelf. Naast dit brongericht onderzoek is ook de noodzaak door de ministeries van VROM en LNV (thans IenM en EL&I) onderkend om het effect op de emissies zoals die bij de gewone bedrijfsvoering plaatsvinden te volgen. Ook de provincies Noord-Brabant en Gelderland hebben aangegeven de effecten van maatregelen te willen volgen door middel van metingen van fijnstofconcentraties.

In het kader van de opdracht van het ministerie van IenM en in samenwerking met en cofinanciering door de provincies Noord-Brabant en Gelderland is onderzoek ontwikkeld voor het meten van de bijdrage van de emissies vanuit LOG's aan de fijnstofconcentraties in de nabije omgeving. In de provincie Noord-Brabant is het LOG De Rips (De Peel, gemeente Gemert-Bakel) geselecteerd waarbij de relatief geïsoleerde ligging en de verwachte sterke concentratie van varkenshouderijen (tot viermaal de omvang van het aantal dieren) belangrijke argumenten waren. In de provincie Gelderland is enige tijd na de start in Noord-Brabant een LOG geselecteerd in de Gelderse Vallei waarbij het voornamelijk pluimveebedrijven betreft. De duur van het onderzoek bedraagt in beide LOGs drie tot vijf jaar.

Voor beide LOGs zijn pilot-onderzoeken uitgevoerd om de bruikbaarheid van de onderzoeksbenadering van dit onderzoek te bevestigen (Bloemen en Uiterwijk, 2008; Bloemen et al., 2009B).

De primaire vraagstelling is weliswaar gericht op de emissies van fijn stof ( $PM_{10}$ ); de emissies van ammoniak ( $NH_3$ ) worden ook door de gecombineerde luchtwassers gereduceerd. Om die reden geeft inzicht in het verloop van de  $NH_3$ -concentraties ook de effectiviteit van de luchtwassers weer. In tegenstelling tot fijn stof waarvoor ook andere bronnen dan landbouw van belang zijn wordt  $NH_3$  voornamelijk door de landbouw uitgestoten. Hierdoor wordt er een hoge lokale gebiedsbijdrage verwacht waardoor de evaluatiemethode voor de bijdrage van  $NH_3$  vanuit het LOG eenduidiger resultaten kan opleveren.

Verder is ook de meting van de fijne fractie van fijn stof ( $PM_{2,5}$ ) opgenomen in de onderzoeksopzet vanwege de toekomstige ontwikkeling van maatregelen, gericht op  $PM_{2,5}$ . Echter, tijdens de looptijd van het onderzoek is op nationaal niveau de definitieve meettechniek voor  $PM_{2,5}$  geselecteerd die verschilt van de gebruikte methodiek in dit onderzoek. Hierdoor is mogelijk vergelijkbaarheid met andere meetresultaten in het geding. Verder bleek tijdens de tussentijdse evaluatie dat de relatieve bijdrage van  $PM_{2,5}$  niet anders is dan die van  $PM_{10}$  (Bloemen en Uiterwijk, 2008; Bloemen et al., 2009A). Vanwege beide redenen wordt in deze rapportage  $PM_{2,5}$  niet opgenomen.

## 2 Onderzoek locatie en monitoring

### 2.1 Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet is ontwikkeld om de vraag te kunnen beantwoorden of door toename van de activiteiten (houden van dieren en alle daaraan gerelateerde bewerkingen zoals mestuitrijden en grondbewerking) in het LOG in combinatie met de toepassing van technische maatregelen op bestaande en nieuwe bedrijven (waaronder de implementatie van gecombineerde luchtwassers) de concentratie van  $PM_{10}$  in de buitenlucht toeneemt, gelijk blijft of zelfs af kan nemen.

De onderzoeksvraag is als volgt onder te verdelen.

- Worden wettelijke grenswaarden voor  $PM_{10}$  overschreden op de meetlocaties rondom het LOG? Hierbij gelden de jaargemiddelde waarde van  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en het aantal dagen met een daggemiddelde boven  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (maximaal 35 dagen).
- Is de luchtkwaliteitsituatie rond het LOG verschillend van die nabij de meetlocaties van het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit (LML)?
- Wat is het verloop in de tijd van de concentratie  $PM_{10}$  op een aantal locaties nabij het LOG in relatie tot de toename van de activiteiten in het LOG, waaronder het aantal gehouden dieren en de implementatie van gecombineerde luchtwassers?
- Wat is het verloop in de tijd van de bijdrage van de emissies van het LOG aan de luchtverontreiniging op de locaties rondom het LOG?

Naast  $PM_{10}$  wordt met name ammoniak ( $NH_3$ ) door veeteelt uitgestoten. Bovendien hebben de gecombineerde luchtwassers naast de reductie van  $PM_{10}$ -uitstoot ook als doel de verwijdering van  $NH_3$  uit de emissies van stallen.  $NH_3$  verschilt van  $PM_{10}$  in die zin dat de intensieve veeteelt de voornaamste bron van  $NH_3$  is. De achtergrondconcentratie, een belangrijke parameter voor de opzet van het onderzoek, zal daardoor voor  $NH_3$  relatief minder zijn dan voor  $PM_{10}$ . Hierdoor kan de evaluatie van de bijdrage van de emissies van het LOG, eerder succesvol verlopen. Het monitoren van  $NH_3$  is dan om deze redenen opgenomen in de opzet van het onderzoek.

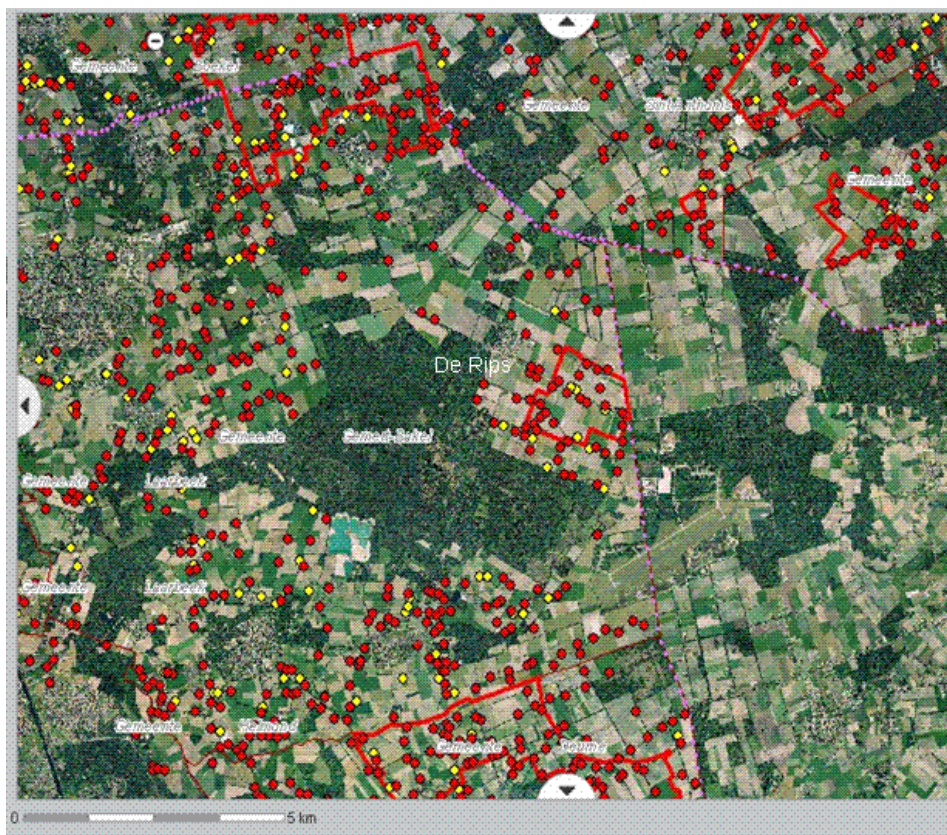
Voor de schatting van de bijdrage van de emissies uit het LOG wordt aangenomen dat de concentraties op de benedenwindse monitorlocatie het resultaat is van de achtergrondconcentratie zoals deze de bovenwindse locatie bereikt vermeerderd met de (verdunde) emissies vanuit het LOG. Een belangrijke aanname is dat geen enkele bron zo dicht bij de meetlocatie is gelegen dat deze de bijdrage van het LOG in belangrijke mate domineert. Om een adequate evaluatie te kunnen uitvoeren is het noodzakelijk deze aanname periodiek te controleren.

### 2.2 LOG De Rips

Het LOG De Rips is gelegen in de gemeente Gemert-Bakel op de grens van Noord-Brabant en Limburg. In het zuidwesten en het zuidoosten wordt het LOG begrensd door bos. In het noorden bevindt zich een relatief geringe concentratie van varkenshouderijen (zie Figuur 1). Er zijn geen gegevens beschikbaar over

de ontwikkeling van veeteeltbedrijven en penetratie van gecombineerde luchtwassers in Limburg, ten oosten van het LOG.

In het LOG bevonden zich bij de start van het project achttien bedrijven met in totaal 22.750 MVE (MestVarkensEenheden – opgave provincie Noord-Brabant, 2008). Daarnaast bevinden zich tussen de bedrijven landbouwgebieden waarop verschillende gewassen worden geteeld. Op wat grotere afstand is een relatief grote concentratie van veeteeltbedrijven, gedeeltelijk al gelegen in andere LOG's.



Figuur 1. LOG De Rips, gemeente Gemert-Bakel, Noord-Brabant, centraal gelegen in deze figuur. Rode stippen: actieve veehouderijen. Over de aanwezigheid van bedrijven in Limburg zijn geen gegevens beschikbaar (<http://atlas.brabant.nl/webbyb>).

De relatief geïsoleerde ligging van het LOG De Rips maakt het bij uitstek geschikt voor het onderhavige onderzoek. Ook de voorgenomen verhoging van het aantal dieren in het LOG en de daarmee gerelateerde verhoging van de potentiële emissie (als verondersteld wordt dat geen reducerende maatregelen worden genomen).

### 2.3 Monitoring luchtkwaliteitsparameters

In aanvulling op het LML-meetstation Vredepeel (LML131), gelegen ten oosten van het LOG in Limburg werden twee meetlocaties geselecteerd, een ten noordoosten (Blaarpeelweg, LML243) en een ten zuidwesten (Klotterpeellaan, LML244) van het LOG. Bij de overheersende windrichtingen (zuidwest, vooral in

de zomer, en noordoost, vooral in de winter) plaatsen de laatste twee stations het LOG boven- en benedenwinds. Voor oostelijke en westelijke windrichtingen wordt dit gerealiseerd met de stations LML131 en LML244 (zie Figuur 2). Alle locaties zijn uitgerust met PM<sub>10</sub>-monitoren en monitoren voor NH<sub>3</sub>. De metingen zijn uitgevoerd in de periode 1-1-2008 tot en met 31-12-2011 en zijn voorafgegaan door een vooronderzoek in de winter van 2007 (Bloemen en Uiterwijk, 2008).



*Figuur 2. Monitorlocaties rondom het LOG De Rips. In het oosten het LML-meetstation Vredepeel (locatie Vredepeel), in het noordoosten Project Locatie NE aan de Blaarpeelweg (locatie Blaarpeel) en in het zuidwesten Project Locatie SW aan de Klotterpeellaan (locatie Klotterpeel).*

De meetbehuizing en het instrumentarium (monitoren en acquisitie) op de stations LML243 en LML244 zijn identiek aan de overige stations van het LML, evenals de operationele procedures (onderhoud, kalibratie en validatie) voor PM<sub>10</sub> en NH<sub>3</sub>. Hiermee wordt optimale vergelijkbaarheid met de overige resultaten van het LML gegarandeerd. De gegevens voor PM<sub>10</sub> en NH<sub>3</sub> worden *online* beschikbaar gesteld op het internet (RIVM, LML).

Voorafgaand aan de inzet op de locaties werden vergelijkingsmetingen met de monitoren uitgevoerd op één locatie (Vredepeel) om vergelijkbaarheid van de meetresultaten te garanderen. De verschillende monitoren verschilden systematisch minder dan 10%.

Voor de monitoring van de windrichting en -snelheid is gebruikgemaakt van vier meteorologische stations, te weten Eindhoven, Volkel, Arcen en Eil. De gehanteerde windrichting en -snelheid zijn de gemiddelden, gewogen naar de afstand ten opzichte van De Rips. Gedurende de loop van het project is op een van de meetlocaties apparatuur geplaatst voor het meten van windrichting en -snelheid. Hiermee zijn de berekende meteorologische parameters gevalideerd.

## 2.4 Evaluatiemethoden

Voor de evaluatie van de meetresultaten zijn de daggemiddelden en jaargemiddelden berekend voor ieder van de meetlocaties in het project. Voor berekening van de bijdrage van de emissies aan het LOG is gebruikgemaakt van de 4-uur gemiddelde concentratiewaarden. Met deze middelingstijd wordt de variatie (van vooral  $PM_{10}$ ) voldoende uitgemiddeld en wordt toch rekening gehouden met meteorologische variatie. Het verschil tussen de benedenwindse en bovenwindse concentraties is als de bijdrage van het LOG genomen. Alleen gemiddelden waarvoor minimaal 75% van de samenstellende waarden beschikbaar waren zijn in de evaluatie opgenomen. De bruikbaarheid van de evaluatiemethoden is elders beschreven (Bloemen en Uiterwijk, 2008).

## 2.5 Emissie inventarisatie

Voor een inschatting van de activiteiten in het LOG werd een inventarisatie uitgevoerd van de aanwezige dieren in de bedrijven in het LOG. Hiervoor werd gebruikgemaakt van de gegevens van de gemeente, de provincie en van een gedetailleerde beoordeling van de gegevens gebaseerd op onderzoek van PION. Het betreft de historische gegevens (2003), de huidige toestand (per 2010) en de verwachting voor 2015 (prognoses mede gebaseerd op vergunningaanvragen bij de gemeente).

Met de emissiefactoren, gerelateerd aan het type dier en het staltype is de emissie van  $PM_{10}$  berekend. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen de situatie met en zonder gecombineerde luchtwassers, inmiddels geïnstalleerd of waar deze in de toekomst geïnstalleerd zullen worden (voor de schattingen van 2015).

Met deze berekening werd een schatting van de stalemissies verkregen. De emissies veroorzaakt door activiteiten op het veld (waaronder diverse landbewerkingen, mest uitrijden en oogsten) zijn met de verkregen schatting niet meegenomen.



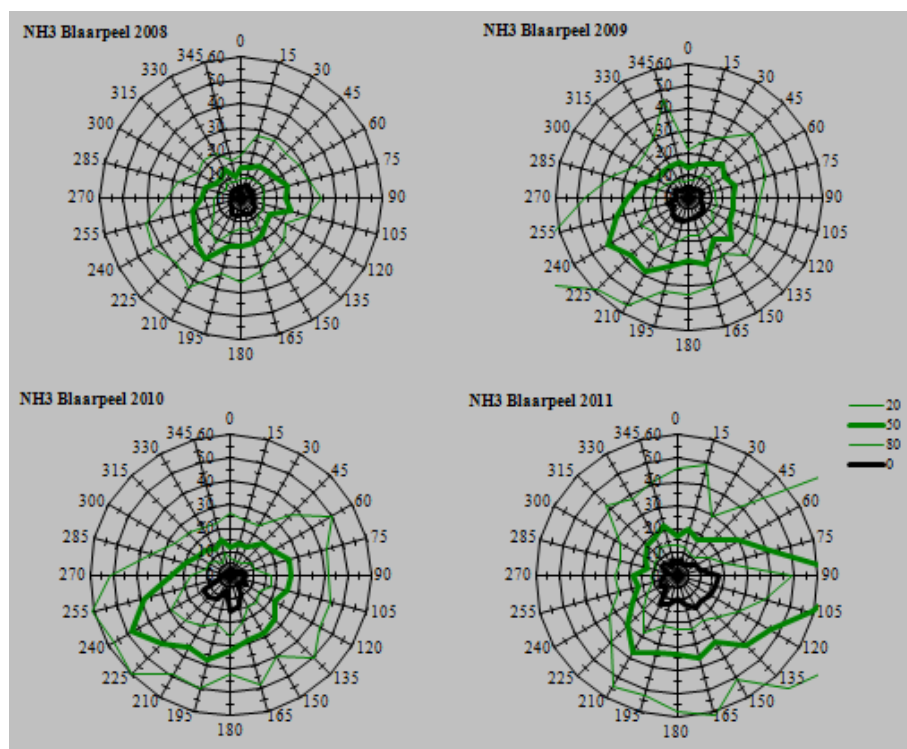
## 3 Resultaten en discussie

### 3.1 Jaargemiddelde ammoniakconcentratie

In Tabel 1 zijn de jaargemiddelde concentraties gemeten op de drie locaties van het project gegeven. Hieruit is op te maken dat de concentraties op locatie Blaarpeel duidelijk hoger zijn dan op de overige locaties, zowel het jaargemiddelde als het maximum. Op de locatie Klotterpeel neemt de concentratie af in de laatste jaren van het project. Op de locatie Blaarpeel wordt in 2011 een aanmerkelijk hogere concentratie (jaargemiddelde en maximum) gemeten dan in de jaren daarvoor en op de andere locaties. Analyse van de windroos (zie Figuur 3) laat zien dat de hoge concentraties op locatie Blaarpeel uit een andere windrichting komen dan in de voorafgaande jaren.

Tabel 1. Jaargemiddelde en bereik (min-max daggemiddelden) van  $NH_3$  (in  $\mu g/m^3$ )-concentraties op de drie locaties van het project.

	2008	2009	2010	2011
Vredepeel	<b>17,1</b> [2,7 - 65]	<b>17,9</b> [3,6 - 61]	<b>19,5</b> [3,5 - 68]	<b>19,8</b> [3,1 - 59]
Klotterpeel	<b>17,4</b> [0,8 - 65]	<b>17,6</b> [1 - 96]	<b>11,9</b> [0,7 - 48]	<b>14,8</b> [0,6 - 82]
Blaarpeel	<b>23,3</b> [4,5 - 94]	<b>28,5</b> [4 - 95]	<b>26,7</b> [1,3 - 89]	<b>39,9</b> [7,3 - 175]

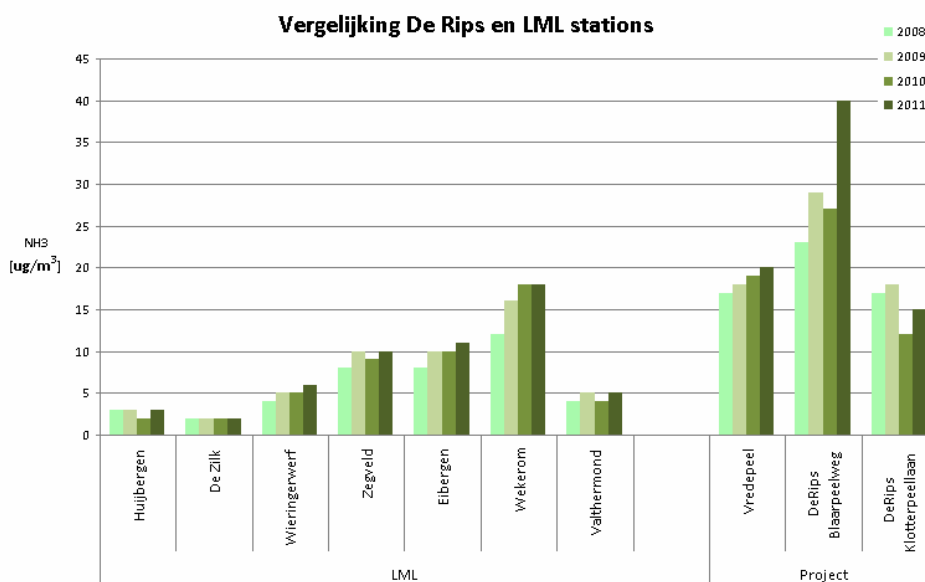


Figuur 3.  $NH_3$  Windroos voor de locatie Blaarpeel voor de jaren 2008 - 2011. Weergegeven zijn de percentielen 0%, 20%, 50% en 80%.

Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door de ingebruikname en intensivering van het bedrijf op korte afstand, zuidoostelijk van de monitorlocatie (nertsfokkerij). In 2010 (en de jaren daarvoor) is met de windroos de belangrijkste bronlocatie in zuidwestelijke richting te vinden. Door de geringe afstand tussen de meetlocatie Blaarpeel en dit bedrijf (gelegen net buiten het LOG) wordt ook de berekening van de bijdrage van de emissies uit het LOG gedeeltelijk gedomineerd.

### 3.2 Vergelijking met ammoniakconcentraties op overige stations in Nederland

De jaargemiddelde concentraties NH<sub>3</sub> gemeten op de projectlocaties zijn vergeleken met die van de andere locaties van het LML (Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008, 2009, 2010 en 2011: Beijl et al., 2009; Mooibroek et al., 2010, 2011, 2012). In Figuur 4 wordt het overzicht gegeven.



Figuur 4. Vergelijking NH<sub>3</sub> jaargemiddelde concentraties op de locaties van het LML en van het project.

De concentraties NH<sub>3</sub> gemeten op de locaties van het project behoren tot de hoogste gemeten waarden op de meetstations in Nederland en zijn vergelijkbaar met de concentraties gemeten op het LML station Wekerom in Gelderland. De extreme concentratie op locatie Blaarpeel is hierboven besproken.

### 3.3 Bijdrage LOG aan de ammoniakconcentraties op de meetlocaties

Tabel 2 geeft de berekende bijdrage van de NH<sub>3</sub>-emissies vanuit het LOG aan de concentraties op de meetlocaties en de achtergrondconcentraties (vastgesteld bij een windrichtingsituatie waarbij de betreffende locatie bovenwinds ligt). In de eerste drie jaar van het project is een afname van de bijdrage te zien van de emissies uit het LOG. Voor het laatste jaar (2011) wordt een verhoogde bijdrage berekend. Dit laatste resultaat is beïnvloed door de hoge concentraties gemeten op de locatie Blaarpeel ten gevolge van een nabijgelegen sterke bron (zie 3.1). Weglaten van de metingen van dit meetstation maakt de schatting van de bijdrage niet meer mogelijk.



Vergelijking van de som van bijdrage en achtergrond zoals gegeven in Tabel 2 verschilt van de jaargemiddelde concentratie zoals gegeven in Tabel 1 doordat de bijdrage alleen dan berekend is als de windrichting voor de combinatie van meetstations gunstig is. Voor het jaargemiddelde zijn daarentegen alle beschikbare uurwaarden en daarmee alle dagwaarden gebruikt voor de berekening.

*Tabel 2. Bijdrage en achtergrondconcentraties NH<sub>3</sub> (in µg/m<sup>3</sup>) en relatieve bijdrage van de emissies vanuit het LOG (%) aan de concentraties op de drie meetlocaties.*

	2008	2009	2010	2011
Bijdrage LOG (µg/m <sup>3</sup> )	16,8	13,4	8,2	17,4
Achtergrond (µg/m <sup>3</sup> )	13,5	16,7	13,3	12,6
Relatieve bijdrage (%)*	55 (47-63)	45 (38-52)	38 (32-44)	58 (49-67)

\* De onzekerheid in de berekende relatieve bijdrage wordt geschat op 15% van de berekende bijdrage.

### 3.4 Jaargemiddelde en daggemiddelde fijnstofconcentratie

De jaargemiddelde concentratie PM<sub>10</sub> en bereik (minimum en maximum van de daggemiddelden) is gegeven in Tabel 3. Op de locatie Klotterpeel wordt in het eerste jaar de hoogste concentratie gemeten en in het laatste jaar de laagste. Dit is mede veroorzaakt door de beëindiging van bedrijven in de directe nabijheid van de meetlocatie. De concentraties verschillen slechts in geringe mate gedurende de eerste drie jaren. Tijdens het laatste jaar is een verhoging te zien op de locaties Vredepeel en Blaarpeel. Hoewel verhoogd, is op de locatie Blaarpeel de concentratie PM<sub>10</sub> minder toegenomen dan de NH<sub>3</sub>-concentratie. Dit duidt op een hogere emissie verhouding NH<sub>3</sub>/PM<sub>10</sub> door het bedrijf ten zuidoosten van de meetlocatie in vergelijking met de overige bedrijven in het LOG.

*Tabel 3. Jaargemiddelde concentratie PM<sub>10</sub> en bereik (minimum en maximum van de daggemiddelden) PM<sub>10</sub> gemeten op de locaties van het project (in µg/m<sup>3</sup>).*

	2008	2009	2010	2011
Vredepeel	<b>21,1</b> [4,4 - 106]	<b>24,3</b> [5 - 121]	<b>23,2</b> [5 - 105]	<b>28,5</b> [6,3 - 95]
Klotterpeel	<b>26,4</b> [8,7 - 113]	<b>24,3</b> [5,6 - 124]	<b>24,0</b> [5,7 - 111]	<b>24,3</b> [4,4 - 95]
Blaarpeel	<b>22,0</b> [4,6 - 93]	<b>24,3</b> [3,7 - 121]	<b>24,8</b> [3 - 109]	<b>28,6</b> [7,1 - 97]

Op geen van de locaties wordt de grenswaarde voor het jaargemiddelde (40 µg/m<sup>3</sup>) overschreden.

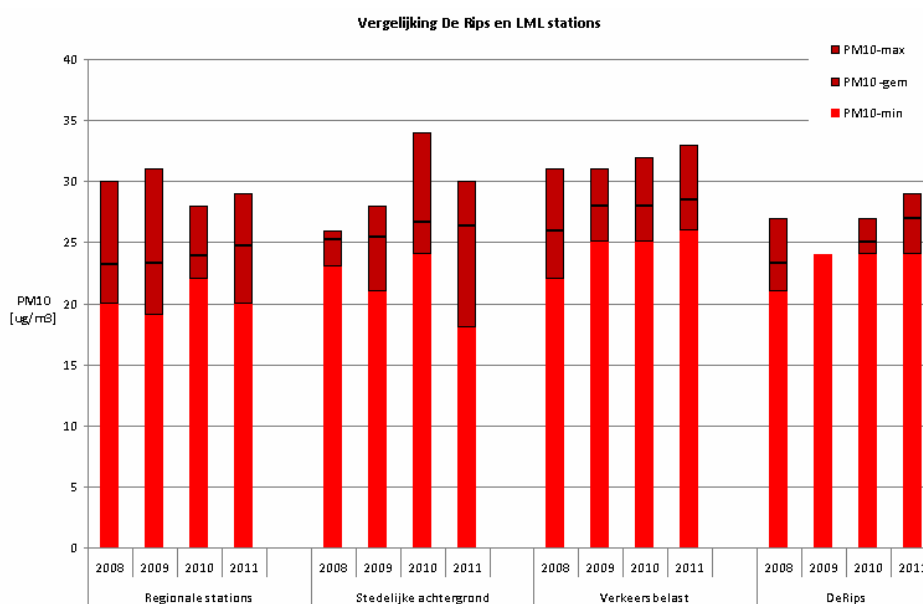
Het maximale daggemiddelde wordt op een aantal dagen overschreden (zie Tabel 4) maar minder dan het maximaal toegestane aantal van 35 dagen. In lijn met de hogere jaargemiddelde concentratie PM<sub>10</sub> wordt in 2011 op het hoogste aantal dagen deze grenswaarde overschreden (tot 32 maal).

Tabel 4. Aantal dagen met overschrijding van de daggemiddelde concentratie van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

	2008	2009	2010	2011
Vredepeel	10	18	11	32
Klotterpeel	19	20	16	21
Blaarpeel	12	18	13	30

### 3.5 Vergelijking met fijnstofconcentraties op overige stations in Nederland

De jaargemiddelde concentraties  $\text{PM}_{10}$  gemeten op de projectlocaties zijn vergeleken met die van de andere locaties van het LML (Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008, 2009, 2010 en 2011: Beijck et al., 2009; Mooibroek et al., 2010, 2011, 2012). De projectlocaties verschillen niet wezenlijk met de locaties van het LML. In Figuur 5 zijn de gemiddelden en het bereik (minimum en maximum van de jaargemiddelden) gegeven, gemeten op locaties gekenmerkt regionaal, stedelijk en verkeersbelast. De stijgende trend van het gemiddelde en de maximale concentratie op de locaties van het project (De Rips) is hierboven beschreven en is met name veroorzaakt door de locatie Blaarpeel.



Figuur 5. Vergelijking van de jaargemiddelde concentratie  $\text{PM}_{10}$  gemeten op de projectlocaties met die gemeten op de locaties van het LML. Weergegeven zijn het minimum, gemiddelde en maximum van het jaargemiddelde van de groep meetstations. In 2009 verschillen de concentraties op de projectlocaties niet waardoor in de grafiek geen minimum en maximum te onderscheiden zijn.

### 3.6 Bijdrage LOG aan de fijnstofconcentraties op de meetlocaties

De bijdrage van de emissies vanuit het LOG wordt gegeven in Tabel 5. De absolute bijdrage varieert tijdens het project tussen  $4,7$  en  $6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bij een achtergrond tussen  $24,7$  en  $28,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  resulteert dit in een stabiele relatieve bijdrage van 16 tot 21%.

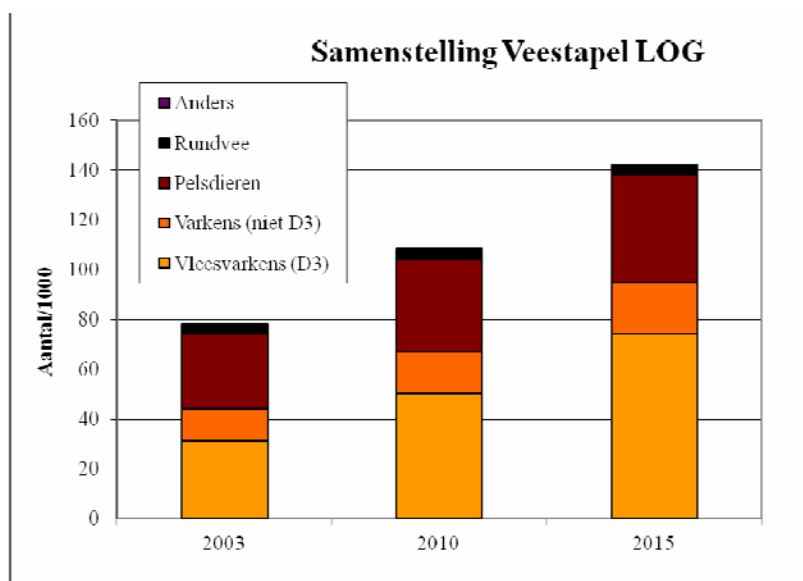
Tabel 5. Bijdrage en achtergrondconcentraties fijn stof en relatieve bijdrage van de emissies vanuit het LOG (%) aan de concentraties op de drie meetlocaties.

	2008	2009	2010	2011
Bijdrage LOG ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6,4	4,7	6,0	6,5
Achtergrond ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	26,2	25,7	28,2	24,7
Relatieve bijdrage(%)*	20 (16-24)	16 (13-19)	18 (14-22)	21 (17-25)

\*De onzekerheid in de berekende relatieve bijdrage wordt geschat op 20% van de berekende bijdrage.

### 3.7 Emissie van ammoniak en fijn stof vanuit het LOG

De veestapel in het LOG bestaat uit varkens, pelsdieren, rundvee en andere dieren. In Figuur 6 is de samenstelling gegeven voor de zichtjaren 2003, 2010 en de verwachting voor 2015. De toename van het aantal dieren betreft vooral het aantal varkens, vooral vleesvarkens en in mindere mate pelsdieren.

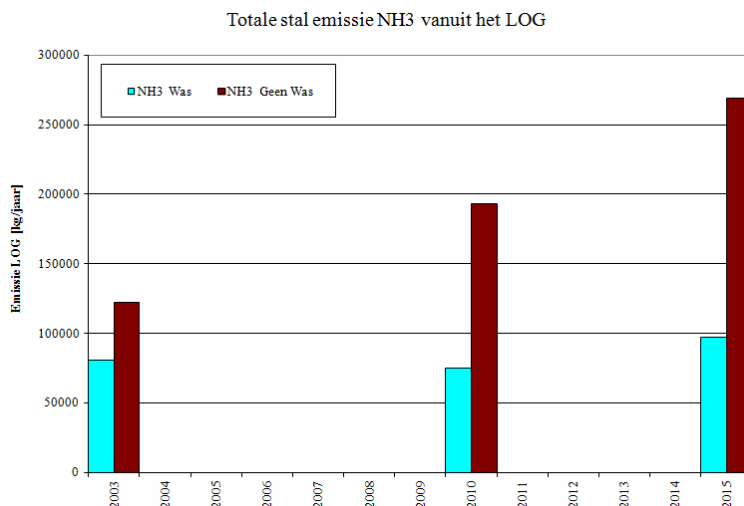


Figuur 6. Samenstelling van de veestapel van de bedrijven in het LOG gebaseerd op gegevens van gemeente, provincie en gedetailleerde inventarisatie door PION.

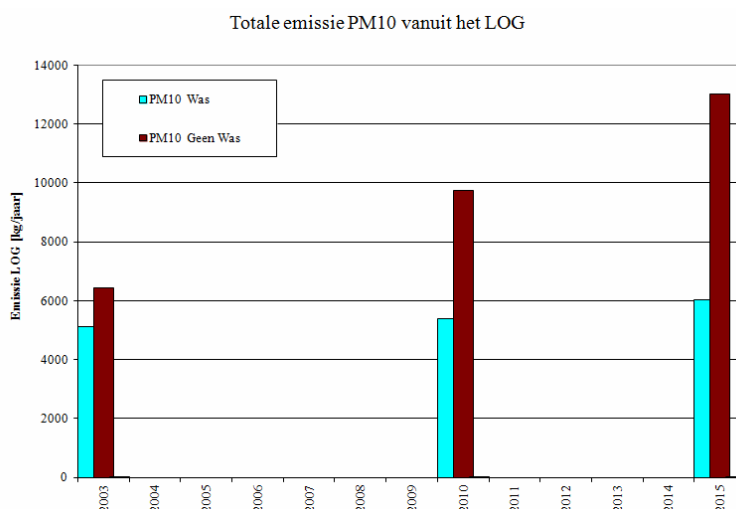
De resulterende emissies van  $\text{NH}_3$  en  $\text{PM}_{10}$  zijn berekend met de emissiefactoren die recentelijk zijn aangepast (Infomil, 2011a; 2011b). Ook voor de jaren in het verleden (hier 2003) zijn met dezelfde emissiefactoren de emissies berekend. Voor de bedrijven waar reeds gecombineerde luchtwassers zijn geïnstalleerd of in de toekomst naar verwachting zullen worden geïnstalleerd is het effect daarvan ook berekend. Dit resulteert in twee schattingen van de totale emissie. In Figuur 7 en 8 zijn de totale  $\text{NH}_3$ - en  $\text{PM}_{10}$ -emissies weergegeven.

Wordt geen rekening gehouden met het gebruik van de gecombineerde luchtwassers dan vertoont de  $\text{NH}_3$ -emissie een gestage toename. Voor de emissieberekening waarbij deze luchtwassers wel worden ingezet wordt een geringe afname ingeschat tot 2010 en een geringe toename tot 2015.

Voor de  $PM_{10}$ -emissie wordt een vergelijkbare tendens verwacht. Voor zowel  $NH_3$  en  $PM_{10}$  worden door de toepassing van de gecombineerde luchtwassers de emissies met een factor 2 tot 2,5 verminderd.



Figuur 7. Emissie van  $NH_3$  berekend met de inventarisatie van de veestapel en emissiefactoren zoals recentelijk vastgesteld.



Figuur 8. Emissie van  $PM_{10}$  berekend met de inventarisatie van de veestapel en emissiefactoren zoals recentelijk vastgesteld.

De ontwikkelingen in dierenaantallen in het LOG blijken in een lager tempo te zijn verlopen dan bij de aanvang van het project verwacht. Wordt verder aangenomen dat dit tempo constant is geweest over de periode 2003 tot 2010 en dat over de periode van 2010 tot 2015 dit tempo, weliswaar hoger maar nog steeds constant zal zijn, dan kan een inschatting worden gemaakt over de ontwikkelingen tijdens de projectperiode (2008-2011). Ten opzichte van het begin van het project (2008) is de emissie van  $NH_3$  dan met circa 17% toegenomen in 2011 als geen effect van de luchtwassers wordt verdisconteerd, en daalt de emissie met 3% als het effect volledig wordt meegenomen. Voor  $PM_{10}$  zijn deze waarden respectievelijk 15% en 4%.

## 4 Discussie en conclusie

### 4.1 Ammoniak

Gedurende de projectperiode vertoont de NH<sub>3</sub>-concentratie een geringe verhoging, afgezien van de verhoging op de locatie Blaarpeel, te verklaren met de sterke invloed van het nabij gelegen bedrijf.

De NH<sub>3</sub>-concentraties op de meetlocaties van het project behoren tot de hoogste in Nederland, samen met die in Gelderland (Wekerom).

De bijdrage van emissies vanuit het LOG aan de concentraties op de drie meetlocaties vertonen een daling in de eerste drie jaar van het project van 7 à 10% (zie Tabel 2). In het laatste jaar is een sterke verhoging te zien van 20%. Deze laatste waarde wordt verklaard door de beïnvloeding van een nabijgelegen bedrijf.

De berekende NH<sub>3</sub>-emissies stijgen tijdens de projectperiode met 17% en dalen met 3% als de invloed van de luchtwassers respectievelijk niet en wel wordt meegenomen. Op grond van de eerste drie jaar van het project bevestigen de gemeten concentraties en berekende bijdragen dat de maatregelen de toename van de emissies kunnen compenseren. Door de verstoring in het vierde jaar kan met de meetgegevens deze conclusie bevestigd noch weerlegd worden voor het vierde jaar.

### 4.2 Fijn stof

De jaargemiddelde PM<sub>10</sub>-concentraties op de drie meetlocaties zijn alle lager dan de grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> en het aantal dagen dat het daggemiddelde de grenswaarde van 50 µg/m<sup>3</sup> overschrijdt is lager dan het maximum van 35 keer per jaar.

De jaargemiddelde PM<sub>10</sub>-concentraties gemeten op de projectlocaties verschillen niet van die op de andere meetlocaties van het LML. Hiermee kan geconcludeerd worden dat het LOG De Rips niet anders is dan andere regionale locaties voor wat betreft PM<sub>10</sub>-niveaus.

De bijdrage van de emissies vanuit het LOG aan de concentraties op de meetlocaties is circa 20% en min of meer stabiel over de projectjaren 2008-2011. In deze periode is de PM<sub>10</sub>-emissie toegenomen met 15% en 4% als het effect van de luchtwassers respectievelijk niet en wel wordt meegenomen. Deze toename in emissie is gering als deze vergeleken wordt met de onderste grens van de bijdrage die met de gehanteerde methodiek bepaald kan worden (geschat op 10-15%) en de onzekerheid die geldt voor de vaststelling nabij deze ondergrens. Op grond van de informatie bij de start van het project werd een toename van de activiteiten in het LOG, en daarmee een toename van de potentiële emissies, met een factor 4 verwacht. Van een dergelijke toename wordt verondersteld dat daarmee het verloop in de tijd van de bijdrage met meer zekerheid kon worden vastgesteld dan nu het geval is.

Door het achterblijven van de realisatie geeft het verloop van de berekende bijdrage van de emissies uit het LOG aan de concentraties op de meetlocaties dan ook niet voldoende inzicht in de effecten van de luchtwassers op de fijnstofemissies. Hierbij is het gegeven van belang dat de bijdragen aan de

PM<sub>10</sub>-concentraties zowel van de emissies uit de stallen als die van de activiteiten op het veld afkomstig zijn. Alleen de eerste worden geheel of gedeeltelijk door de technische maatregelen beperkt terwijl dat voor de laatste niet geldt en daarnaast deze bijdrage niet proportioneel met de uitbreiding van de omvang van de veestapel zal zijn.

Wel kan op grond van de emissie-inventarisatie en de gemeten concentraties een inschatting worden gemaakt van de niveaus die in 2015 verwacht worden. De bijdrage van de emissies vanuit het LOG in 2011 aan de PM<sub>10</sub>-concentraties op de meetlocaties wordt geschat op circa 6-7 µg/m<sup>3</sup>. Onder de aanname dat de toename in de concentratie proportioneel is met de emissietoename zal de bijdrage in 2015 circa 30-40% hoger zijn, en 8-10 µg/m<sup>3</sup> bedragen. Bij achtergrondconcentraties van 25-28 µg/m<sup>3</sup> (gemeten op de projectlocaties in 2008-2011) resulteert dit in concentraties van 33-38 µg/m<sup>3</sup>. Dit is weliswaar nog steeds lager dan de jaargemiddelde grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> maar hoger dan 31 µg/m<sup>3</sup>. Deze laatste waarde komt overeen met een overschrijding van de daggemiddelde norm (50 µg/m<sup>3</sup>) met 35 dagen, het maximaal toelaatbare aantal (MNP, 2005). De ontwikkeling van de achtergrond PM<sub>10</sub>-niveaus, momenteel in een dalende trend (Jaaroverzicht 2010), zal hier ook van invloed op zijn.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat momenteel de luchtkwaliteit voldoet aan de wettelijke grenswaarden en dus de verhoging van de activiteiten van bedrijven in het LOG in combinatie met de invoering van de technische maatregelen momenteel niet heeft geleid tot overschrijdingen van deze grenswaarden.

De nauwkeurigheid waarmee de invloed van de ontwikkelingen in het LOG op de luchtkwaliteit (vooral voor PM<sub>10</sub>) beschreven kan worden, is beperkt door de geringe omvang van de ontwikkelingen tijdens de projectperiode. Schattingen van de invloed op de luchtkwaliteit in 2015 duiden op niveaus beneden de jaargemiddelde grenswaarde. Onduidelijk is of dit ook geldt voor de overschrijding van het aantal dagen met daggemiddelde concentraties van 50 µg/m<sup>3</sup>.

### *Algemeen*

In de afgelopen periode is een tweetal onderzoeken uitgevoerd naar het toezicht op naleving van vergunningen bij luchtwassers (Vonk et al., 2012).

1. Handavingsamenwerking Noord-Brabant heeft in 2009 onderzoek gedaan naar naleeftekorten bij door vergunningen vereiste luchtwassers. Daarbij bleek dat in 40% van de gevallen de wasser geheel afwezig was of uit stond, en bij nog eens 45% andere tekortkomingen werden geconstateerd. Op basis van deze gegevens is ingeschat dat de tot nu toe aangenomen emissiereductie slechts voor ongeveer de helft gerealiseerd zou kunnen zijn.

2. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT, voorheen VROM-Inspectie) heeft naar aanleiding hiervan onderzoek gedaan op nationale schaal, uitgezonderd Noord-Brabant. Van de 143 onderzochte luchtwassers bleek er bij 97 (al dan niet volledig) toezicht te zijn gehouden, waarbij in 70 gevallen tekortkomingen werden geconstateerd (72% naleeftekort). Hierbij is geen verdere indeling gemaakt naar de soort tekortkoming. Bij 46 respectievelijk 56 van de 143 dossiers is vastgesteld dat het bevoegd gezag geen (32%) of niet volledig (39%) toezicht heeft gehouden (71% toezichtstekort).

Bij deze beide onderzoeken past de kanttekening dat de waarnemingen in het LOG De Rips gedaan zijn in een pilot-omgeving.

## 5 Aanbevelingen

De ontwikkelingen in het LOG met betrekking tot dieraantallen en gecombineerde luchtwassers zullen naar verwachting in de toekomst verdergaan. Dit zal resulteren in een toename van potentiële emissies van  $\text{NH}_3$  en  $\text{PM}_{10}$ . De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat de gecombineerde luchtwassers voor de  $\text{NH}_3$ -emissies waarschijnlijk effectief genoeg zijn om de toename van de potentiële emissie van  $\text{NH}_3$  te compenseren. Of dit ook in de toekomst voor  $\text{PM}_{10}$  het geval zal zijn is nog onzeker.

Om de voldoende reducerende werking voor  $\text{PM}_{10}$  te kunnen vaststellen is het aan te bevelen om op termijn de metingen zoals uitgevoerd in dit project voor een beperkte tijd (minimaal een jaar) te herhalen. Het tijdstip waarop dit gestart zou kunnen worden wordt ingegeven door de snelheid van de ontwikkelingen, zoals het moment dat de potentiële emissie van  $\text{PM}_{10}$  minimaal 20% hoger is dan in 2011. Aanvullende aanwijzingen kunnen worden geleverd door de concentraties gemeten op het LML-station Vredepeel, eventueel aangevuld met metingen op een van de voor  $\text{PM}_{10}$  operationeel gehouden projectlocaties.

De resultaten voor  $\text{NH}_3$  maken duidelijk dat de locatie Blaarpeel (aan de Blaarpeelweg) inmiddels dicht bij een bedrijf is komen te liggen met als gevolg dat de emissies van dit bedrijf de bijdragen uit het gehele LOG sterk beïnvloeden. Of een alternatieve locatie aan de noordoostkant van het LOG en op voldoende afstand van andere bedrijven hierin verbetering kan brengen dient te worden onderzocht.

Om praktische redenen is het aan te bevelen om voor zover mogelijk technische voorzieningen (behuizing, elektrische voorzieningen) niet te verwijderen opdat deze in een later stadium weer in gebruik kunnen worden genomen.

## Literatuur

Beijk, R., D. Mooibroek, R. Hoogerbrugge (2009)  
Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008  
RIVM Rapport 680704008

Bloemen, H.J.Th., J.W. Uiterwijk (2008)  
Bijdragen veeteeltbedrijven aan fijnstofconcentraties. Tussentijdse evaluatie  
LOG De Rips. RIVM Rapport 680888001

Bloemen, H.J.Th., J.W. Uiterwijk, K.W. van der Hoek (2009A)  
Bijdragen veeteeltbedrijven aan fijnstofconcentraties. Tussentijdse rapportage  
2008 LOG De Rips. RIVM Rapport 680888002

Bloemen, H.J.Th., J.W. Uiterwijk, K.W. van der Hoek (2009B)  
Bijdragen veeteeltbedrijven aan fijnstofconcentraties. Tussentijdse evaluatie  
LOG Gelderse Vallei, november 2008 - juni 2009. RIVM Rapport 680888003

Infomil (2011a)  
Emissiefactoren fijn stof voor veehouderij, versie maart 2011.

Infomil (2011b)  
Regeling ammoniak en veehouderij, Bijlage. Versie januari 2011.

MNP Milieu- en Natuurplanbureau (2005)  
Fijn stof nader bekeken, De stand van zaken in het dossier fijn stof  
MNP Rapport 500037008

Mooibroek, D., R. Beijk, R. Hoogerbrugge (2010)  
Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009  
RIVM Rapport 680704011

Mooibroek, D., J.P.J. Berkhout, R. Hoogerbrugge (2011)  
Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2010  
RIVM Rapport 680704013

Mooibroek, D., J.P.J. Berkhout, R. Hoogerbrugge (2012)  
Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2011  
RIVM Rapport 680704020

Vonk, J., W.A.J. van Pul, E. Schols, G.M. de Groot (2012)  
Naleeftekorten bij luchtwassers in de intensieve veehouderij. Effect op emissie(-  
reductie) van ammoniak. RIVM Briefrapport 609021121



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)