

# Trends in ammoniakconcentraties en –emissies; een quick scan

*Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM)*

## **Samenvatting**

De gemiddelde ammoniakconcentratie op meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) en het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) dalen vanaf 2005 niet. De met het model NEMA (National Emission Model for Agriculture) berekende ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland neemt daarentegen in deze periode af. Dit wekt de suggestie dat de ammoniakemissies minder dalen dan tot nu toe gerapporteerd door de Emissieregistratie. Het ministerie van Economische Zaken heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de opdracht gegeven om samen met RIVM en Emissieregistratie na te gaan wat mogelijke oorzaken zijn voor het verschil in trends tussen de gemeten en berekende ammoniakconcentraties en de berekende landelijke ammoniakemissie. Een CDM-werkgroep met leden vanuit WUR (Alterra, LEI, Livestock Research en PRI), RIVM, PBL en CBS heeft een quick scan uitgevoerd naar factoren die een oorzaak kunnen zijn voor deze verschillen in trends.

In de quick scan zijn enkele uitgangspunten en invoerdata in NEMA geïdentificeerd die mogelijk om aanpassingen vragen. Verkennende berekeningen met NEMA geven aan dat deze aanpassingen leiden tot een beperkte verhoging van de berekende ammoniakemissie en dat de ammoniakemissie iets minder sterk daalt in de tijd dan volgens de huidige berekening. De totale ammoniakemissie uit de landbouw zal ook na eventuele aanpassing van NEMA een dalende trend blijven vertonen vanaf 2000.

Het OPS-model wordt gebruikt om ammoniakconcentraties te berekenen op basis van een regionale verdeling en weercorrectie van de NEMA-emissies. De OPS-resultaten benaderen de niveaus van gemeten jaargemiddelde concentraties redelijk goed. Er zijn echter verschillen in trends tussen de gemeten en de met OPS berekende concentraties.

Zowel NEMA als OPS passen rekenmethodieken toe die wetenschappelijk geaccepteerd zijn en internationaal worden toegepast. Beide modellen worden regelmatig geactualiseerd op basis van nieuwe inzichten en zijn state-of-the-art bij de huidige kennis en beschikbaarheid van data.

Geconcludeerd wordt dat dat bij het vergelijken van trends in gemeten concentraties en berekende landbouwemissies veel factoren een rol spelen. Dit maakt dat er binnen het korte tijdsbestek van deze quick scan nog geen duidelijke verklaring is voor de verschillen in trends tussen gemeten concentraties en berekende concentraties en emissies. Mogelijke oorzaken voor de verschillen in trends zijn:

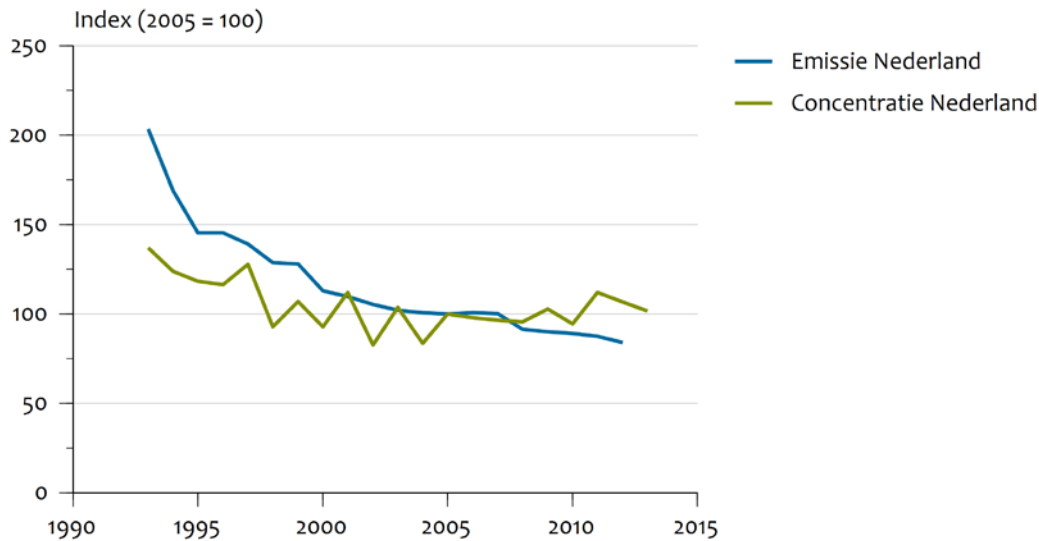
- i) de ligging van de LML en MAN-meetpunten, waardoor het aandeel van emissiebronnen in de concentraties anders is dan het aandeel in de emissies (de emissies bij mestaanwending hebben een kleiner effect op ammoniakconcentraties dan stalemissies),
- ii) het niet corrigeren van emissies voor weer in NEMA,
- iii) een mogelijke onderschatting van emissies van bepaalde bronnen in NEMA, zoals emissies uit varkens- en pluimveestallen en bij mesttoediening (emissiefactor van sleepvoet en mestaanwending aan granen in het voorjaar),
- iv) onzekerheden in de weerscorrectie en de ruimtelijke verdeling van emissies in OPS, en
- v) onzekerheden in de modellering van enkele atmosferische processen in OPS, zoals chemische omzetting van ammoniak en de depositie van ammoniak.

De werkgroep acht het onwaarschijnlijk dat het verschil in trends alleen het gevolg is van een overschatting van de effectiviteit van het ammoniakbeleid. In deze quick scan worden aanbevelingen gedaan met betrekking tot het analyseren van resultaten van metingen en berekeningen, het berekenen van emissies op nationale en regionale schaal en onzekerheidsanalyses. Nadat deze aanbevelingen zijn uitgevoerd moet na worden gegaan of er nog steeds sprake is van een verschil in trend tussen gemeten en berekende concentraties, rekening houdend met alle onzekerheden.

## 1. Inleiding

De gemiddelde ammoniakconcentratie op meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) en het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN dalen de laatste jaren (2005-2013) niet (Figuur 1). De met het model NEMA (National Emission Model for Agriculture) berekende ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland neemt daarentegen in deze periode af (Figuur 1).

### Ammoniak (NH<sub>3</sub>)



Bron: RIVM, 2014.

RIVM/julit4  
www.clo.nl/nl0081

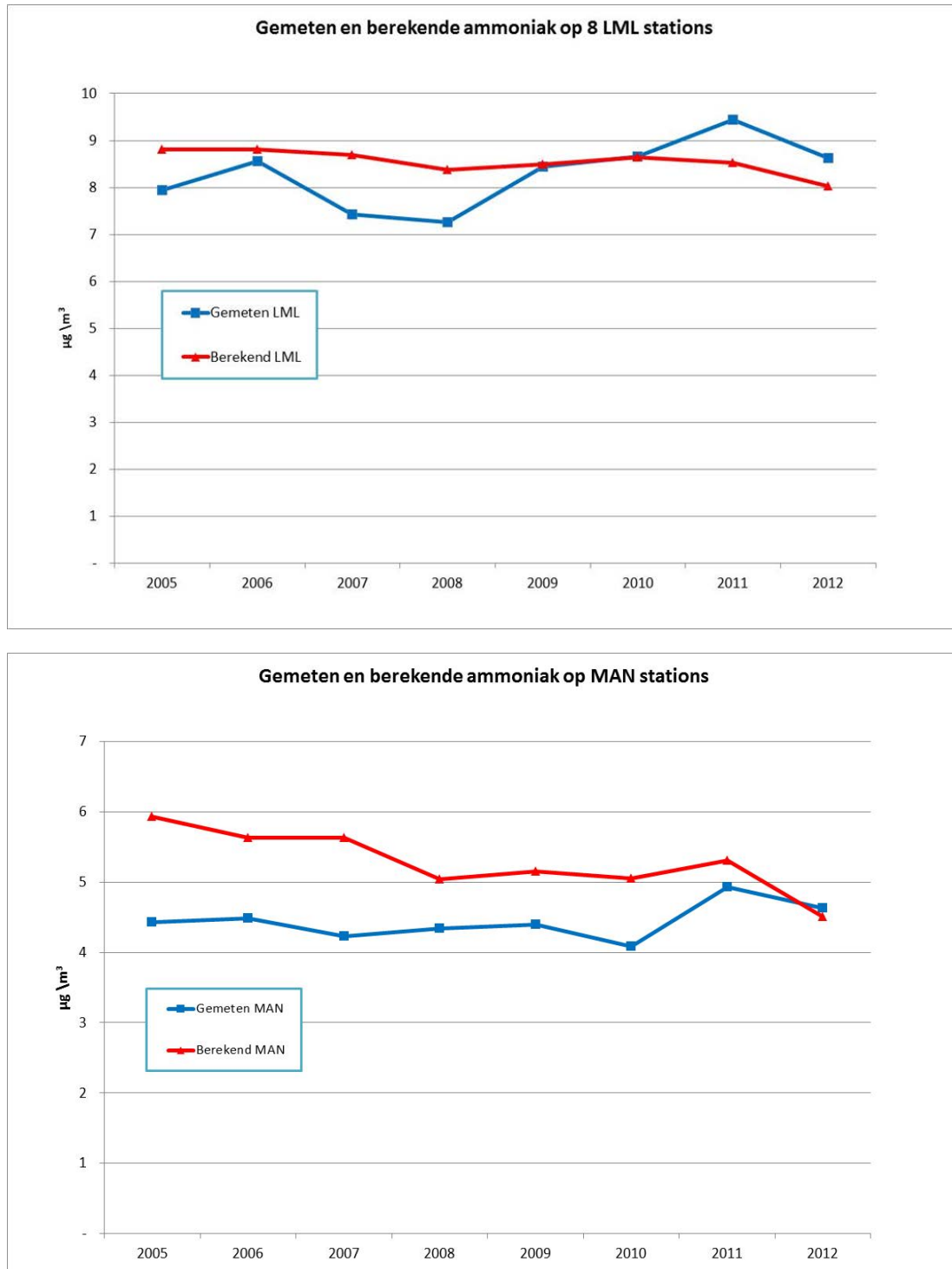
*Figuur 1. Trends in de gemeten gemiddelde ammoniakconcentratie en de trend in de met het model NEMA berekende totale ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland (Bron: RIVM). Voor 2005-2013 zijn zowel meetlocaties van het Landelijk Meetnet Lucht (LML) als van het Meetnet Ammoniak Natuurgebieden (MAN) gebruikt.*

Met het Operationele Prioritaire Stoffen (OPS) model worden ammoniakconcentraties voor het gehele land berekend op basis van de door NEMA totaal berekende emissies. Deze berekende concentraties vertonen ook een daling voor zowel LML en MAN meetlocaties (Figuur 2). Het verschil van trends tussen de gemeten en de berekende concentraties is statistisch significant stijgend. Dit verschil neemt in het geval van het LML toe met  $0,20 \pm 0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar, voor het MAN met  $0,22 \pm 0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar (Figuur 3).

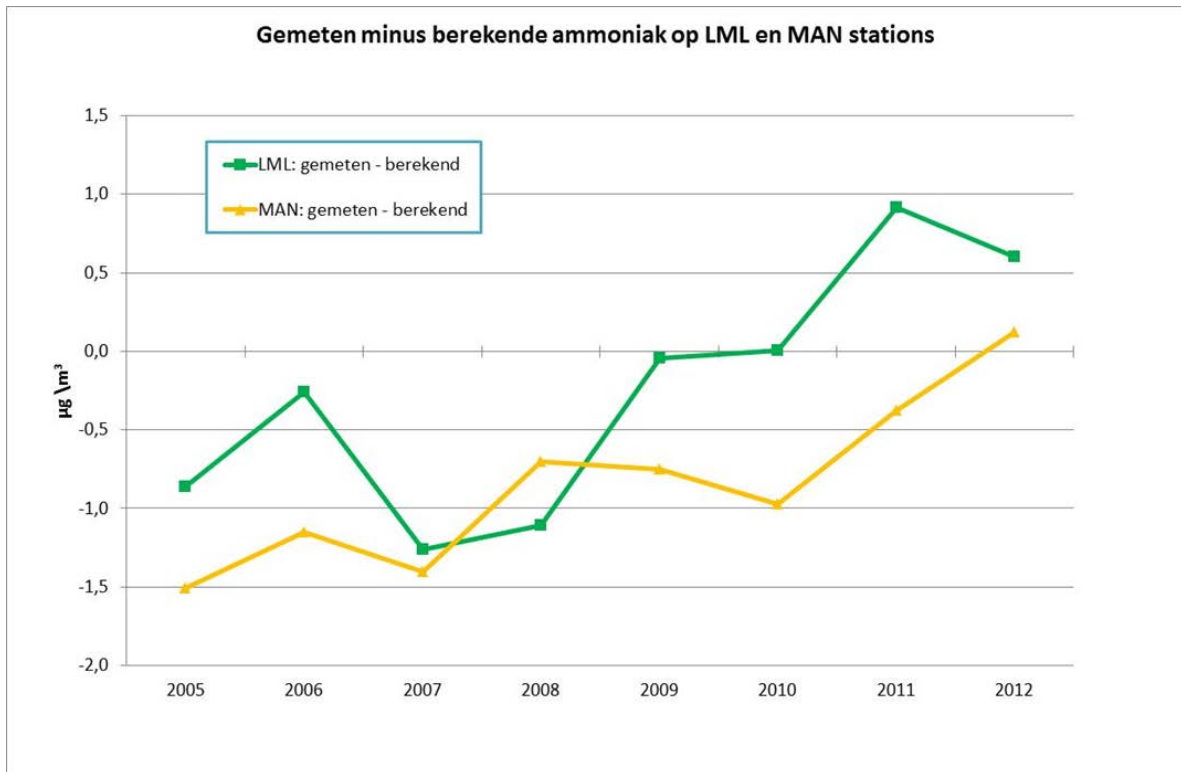
Het ministerie van Economische Zaken heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de opdracht gegeven om samen met RIVM en Emissieregistratie na te gaan wat mogelijke oorzaken zijn voor het verschil in trends tussen de gemeten en berekende ammoniakconcentraties en de berekende landelijke ammoniakemissie (zie opdracht in Bijlage 1).

Een ad-hoc werkgroep van de CDM heeft een quick scan uitgevoerd naar de trends in de gemeten en berekende ammoniakconcentraties en berekende emissies en heeft de door het ministerie gestelde vragen beantwoord. De werkgroep had de volgende samenstelling: A. van Pul (RIVM), B. de Haan (RIVM), M. van Zanten (RIVM), W. van der Maas (RIVM; Emissieregistratie), J. Vonk (RIVM; emissieregistratie), H. van Grinsven

(PBL), C. van Bruggen (CBS), K. Groenestein (WUR-Livestock Research), N. Ogink (WUR-Livestock Research), J. Mosquera (WUR-Livestock Research), J. Huijsmans (WUR-PRI), H. Luesink (WUR-LEI), M. Hoogeveen (WUR-LEI), J. van der Kolk (WUR-Alterra), H. Kros (WUR-Alterra) en G. Velthof (WUR-Alterra, voorzitter).



Figuur 2 Boven: Berekende en gemeten jaargemiddelde ammoniak concentratie ( $\mu\text{g NH}_3$  per  $\text{m}^3$ ) op de acht meetpunten van het LML. Onder: Berekende en gemeten jaargemiddelde ammoniak concentratie ( $\mu\text{g NH}_3$  per  $\text{m}^3$ ) op de MAN meetlocaties.



Figuur 3. Het verloop in de tijd van het verschil ( $\mu\text{g NH}_3$  per  $\text{m}^3$ ) tussen gemeten en berekende jaargemiddelde ammoniakconcentratie.

## **2. Opzet van de quick scan**

In Hoofdstuk 3 worden de vragen van het ministerie (Bijlage 1) over trends in gemeten en berekende ammoniakconcentraties behandeld. Hoofdstuk 4 gaat in op de vraag over trends in ammoniakemissie. In Hoofdstuk 5 worden mogelijke oorzaken geïdentificeerd die de verschillen in trends in concentraties en emissies zouden kunnen verklaren en in Hoofdstuk 6 worden aanbevelingen gegeven voor verbeteringen in de methoden.

Een analyse van de trends in ammoniakconcentraties en –emissies in de periode vanaf begin jaren '90 was niet mogelijk in de korte tijd die beschikbaar was voor deze quick scan. In de jaren '90 was er een verschil te zien in trend tussen gemeten concentratie en berekende emissies (Figuur 1). De quick scan heeft zich gericht op de verschillen in recente trends (vanaf 2005). Een nadere analyse van trends vanaf begin jaren '90 is in uitvoering en wordt later gerapporteerd.

In Bijlage 2 wordt een begrippenlijst gegeven en een korte beschrijving van de verschillende modellen (NEMA, OPS en AERIUS), meetnetten (LML, MAN) en methoden van metingen en berekeningen van ammoniakemissies, -concentraties en -depositie.

### **3. Trends in gemeten en berekende ammoniakconcentraties**

***Vraag van het ministerie van EZ: Kan de achtergrondemissie, waar dan ook vandaan (zoals uit het buitenland), in de loop van de tijd anders zijn geworden dan wordt aangenomen?***

Het begrip achtergrondemissie is niet geheel duidelijk. Er wordt aangenomen aan dat hier de buitenlandse emissies mee worden bedoeld.

De internationale gerapporteerde (berekende) emissies van Duitsland en België laten een daling van de emissies zien. In Vlaanderen nam de emissie met 7% af van 45,6 kton ammoniak in 2005 naar 42,3 kton in 2012. Buitenlandse emissietrends worden in het OPS model verwerkt. De emissies uit Duitsland en België dragen slechts 7% bij aan de gemiddelde concentratie in Nederland en de overige landen samen zelfs minder dan 0,5 %. Het is mogelijk dat in het buitenland een vergelijkbare discrepantie tussen metingen en berekeningen plaats vindt waardoor de bijdrage in Nederland wordt onderschat. Dit zou maar een zeer klein deel van het Nederlandse verschil in trend kunnen verklaren. Bij het RIVM zijn geen vergelijkbare discussies omtrent de emissies bekend in de ons omringende landen, anders dan dat de verschillen vallen binnen de bandbreedte van de betrouwbaarheid van de modellen.

***Vraag van het ministerie van EZ: Is aan te geven of het verschil tussen gemeten en berekende ammoniakconcentraties voor alle meetpunten in de landbouwgebieden geldt?***

Het verschil tussen berekende en gemeten concentraties wordt vrijwel altijd bekeken voor de meetnetten als geheel. Het verschil in trend betreft dus een landelijk gemiddeld beeld. Uiteraard zijn er lokale afwijkingen van het gemiddelde beeld. Maar zowel voor LML als MAN geldt dat het merendeel van de meetpunten een positief verschil in trend tussen berekende en gemeten ammoniakconcentratie laten zien (de trends lopen dus uit elkaar). Alle meetpunten worden beïnvloed door de landbouw aangezien dit de overheersende bron van ammoniak is. De LML-meetpunten zijn door hun historisch doel meer door landbouw beïnvloed dan de MAN-meetpunten, waardoor de concentraties van ammoniak in LML veelal hoger zijn dan van MAN. Er zijn echter een aantal MAN-meetpunten die ook in belangrijke mate door de landbouw beïnvloed worden (zie ook antwoord bij representativiteitsvraag). Er is geen detailanalyse uitgevoerd (naar het trendverschil) voor meetlocaties in gebieden met relatief veel landbouwactiviteiten.

***Vraag van het ministerie van EZ: In de internationale ammoniakreview van vorig jaar zijn kritische opmerkingen gemaakt over OPS. Is het ontwikkelde OPS model de beste manier om de ammoniakdepositie te bepalen? Zijn er aanpassingen nodig en zo ja wat is er voor nodig om het model te verbeteren?***

De beste manier om ammoniakdepositie op een bepaalde locatie te bepalen is het uitvoeren van metingen. Nadelen van metingen zijn dat ze duur zijn en geen afdoende landelijk beeld kunnen geven en er geen toekomstramingen mee gegeven kunnen worden. Vandaar dat daar rekenmodellen gebruikt worden. Het OPS-model is een model waarmee op lokale schaal berekeningen uitgevoerd kunnen worden en ook de bijdrage van bronnen verder weg (tot in het buitenland) bepaald kan worden.

In de review werd ten aanzien van de verspreiding en depositieberekeningen met OPS geconcludeerd dat: "current approaches are sound and sufficient to demonstrate the effectiveness of existing Dutch mitigation measures". De kanttekening werd gemaakt: "international advances in atmospheric modelling need to be grasped ..." waarmee een

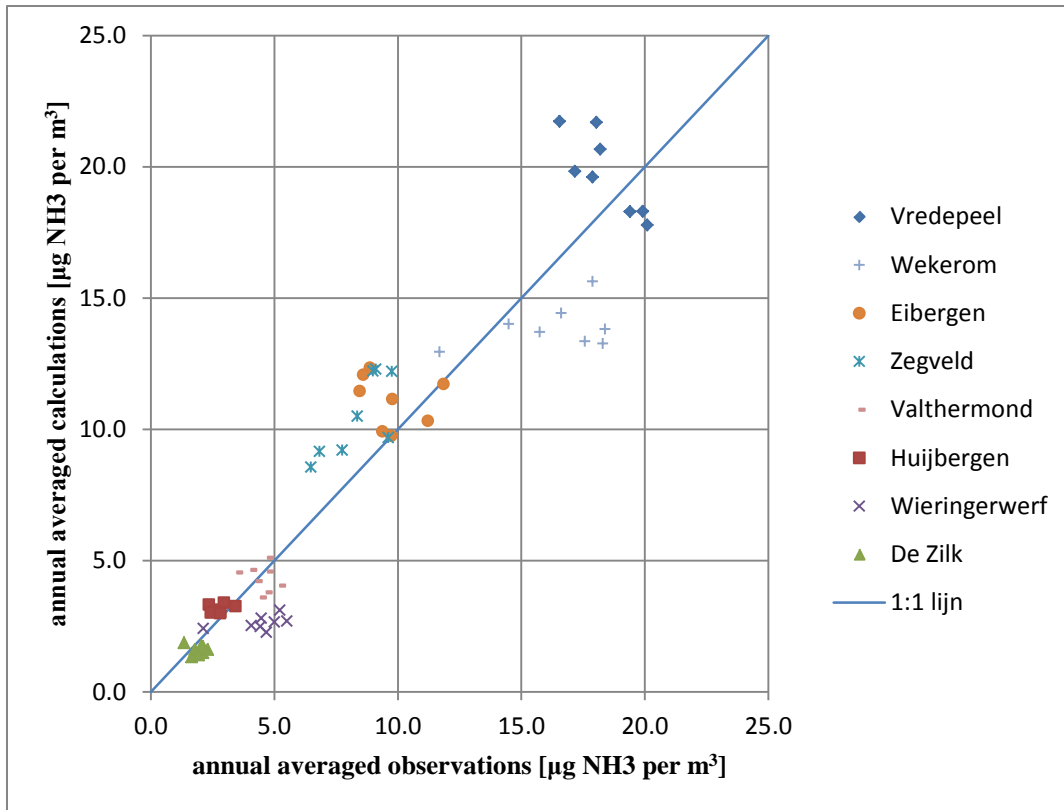
vernieuwing van de beschrijving van het langeafstandstransport in OPS bedoeld wordt. Op dit laatste is een project gestart om dit uit te voeren. In dit project zal het LOTOS-EUROS-model (gridmodel dat de luchtkwaliteit en depositie over Europa beschrijft) gekoppeld worden aan OPS. Met dit zogenaamde LEO (LOTOS-EUROS en OPS) instrument wordt dan het langeafstandstransport vanuit LOTOS-EUROS gebruikt in de OPS-berekeningen en kan bekeken worden wat het effect is op de berekeningen.

Het OPS-model corrigeert de aanwendingsemissies voor het weer. Deze methode is afgeleid uit toenmalig beschikbare literatuur en onderzoek uit de 90-er jaren. Het verdient aanbeveling om de methode te updaten rekening houdend met recenter onderzoek (o.a. Huijsmans et al, 2001-2014 en lopend onderzoek met het ALFAM-model en Volt'air-model).

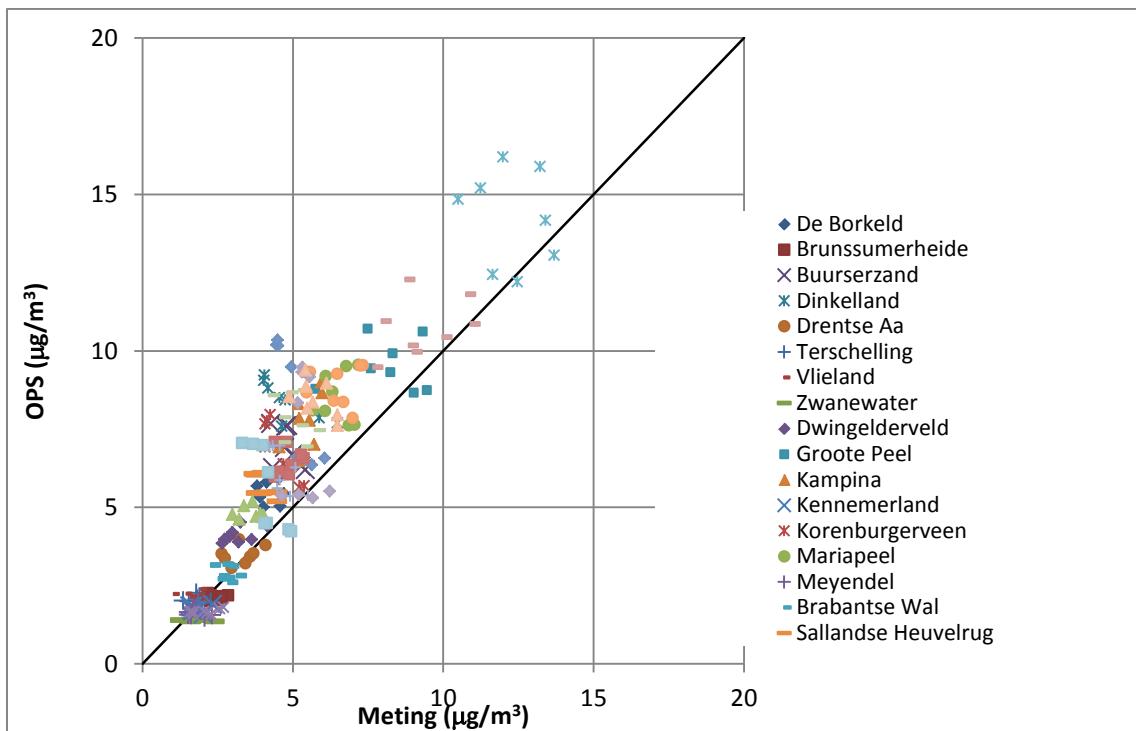
#### *Toelichting op de kwaliteit van ammoniakberekeningen*

Het RIVM berekent de ammoniakconcentratie met het OPS-model, een model dat gebaseerd is op de emissies in binnen- en buitenland en waarin simulatie plaats vindt van atmosferisch transport, chemische omzetting en depositie. Hierbij wordt rekening gehouden met meteorologische omstandigheden. Met OPS kunnen de ammoniakconcentraties op de meetpunten berekend worden (Figuren 4a en b). Het model benadert de gemeten jaargemiddelde concentraties redelijk goed. De onzekerheid van jaargemiddelde concentraties die met het model worden berekend is ca. 15%. De gemiddelde afwijking tussen OPS-berekening en metingen is voor het LML 3% en voor het MAN 19% over de periode 2005-2012. In de luchtkwaliteitsmodellering zijn dit zeer acceptabele resultaten. In de Europese Luchtkwaliteitsrichtlijn wordt een modelonzekerheid aangehouden van 30% voor de jaargemiddelde concentratie van stikstofdioxide en van 50% voor fijnstof. Het OPS-model berekent de gemeten jaargemiddelde concentraties op basis van NEMA-emissies redelijk goed. Er zijn echter wel verschillen in trends tussen de gemeten en berekende concentraties (Figuren 2 en 3).





Figuur 4a: Vergelijking van de gemeten jaargemiddelde concentratie met de berekende waarden voor de acht meetstations van het LML in de periode 2005-2012. De doorgetrokken lijn is de 1:1 lijn.



Figuur 4b: Vergelijking van de gemeten jaargemiddelde concentratie met de berekende waarden voor de meetlocaties van het MAN in de periode 2005-2012. De doorgetrokken lijn is de 1:1 lijn.

***Vraag van het ministerie van EZ: Zijn de concentratiemetingen op de 8 landelijke meetpunten en het meetnet met 236 meetpunten in natuurgebieden representatief genoeg om op basis daarvan een vergelijking te maken met berekende nationale emissies en concentraties?***

Het LML en MAN geven een relatief goed beeld van de gemiddelde ammoniakconcentratie in Nederland. Wel is de bijdrage van aanwendingsemissies aan de concentraties op de meetpunten gemiddeld lager dan op nationale schaal. Dat betekent dat effecten van maatregelen op aanwendingsemissies minder terug te vinden zijn in de meetnetten dan landelijk het geval is.

Het RIVM voert in twee meetnetten ammoniak metingen uit: het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) en het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN). In het LML werden tot 2014 op acht stations de ammoniakconcentraties in de lucht gemeten. Vanaf 2014 is dat teruggebracht naar zes. In het huidige MAN wordt gemeten op 236 meetpunten in 60 Natura-2000 gebieden die gevoelig zijn voor stikstofdepositie. In deze analyse zijn de metingen die vanaf 2005 opgezet zijn meegenomen; dit zijn 116 meetpunten in 29 gebieden.

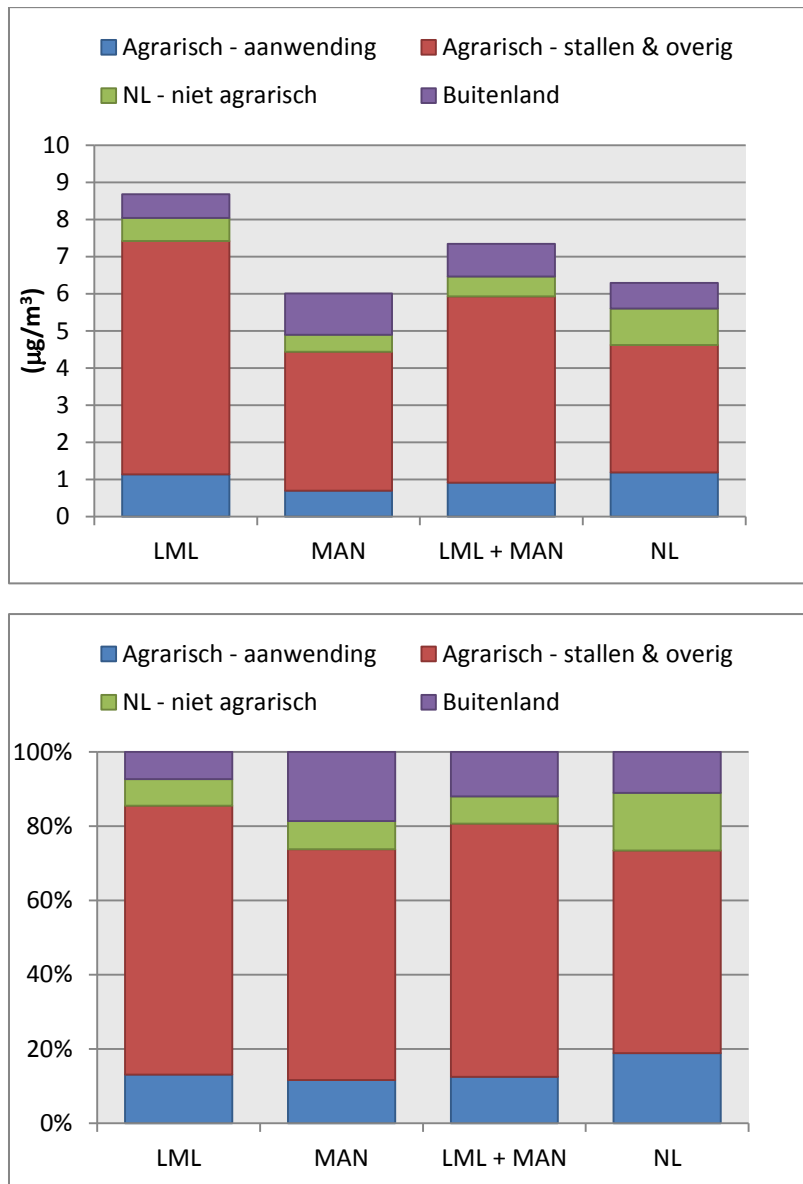
Een belangrijk aspect bij meetlocaties is de ligging er van: wat ziet de meting en het meetnet als geheel? Meerdere aspecten spelen hierbij een rol: lokale terreininvloeden en invloed van lokale bronnen maar ook wat zijn de dominante typen emissies in de regio waar het meetpunt staat. Belangrijk bij de interpretatie is te beseffen dat ondanks het feit dat ammoniak een component is die relatief snel uit de atmosfeer verwijderd wordt door depositie en chemische reacties, de verblijftijd in de atmosfeer in de orde van enkele uren ligt. Dat betekent dat ammoniak gemakkelijk tientallen kilometers ver getransporteerd wordt. Meetpunten "zien" dus ammoniakemissies die komen uit een relatief groot gebied.

Voor wat betreft het LML is gekozen om de verschillende emissiedichtheden over Nederland te dekken. Bij MAN is gekozen voor een gelijkmatige ruimtelijke verdeling over Nederland. Alle locaties worden in meer of mindere mate beïnvloed door lokale factoren. Door zoveel mogelijk metingen in het gemiddelde te betrekken, vallen toevallige lokale invloeden in zekere mate weg. Door alleen de LML-stations te gebruiken is uiteraard een mogelijke lokale invloed potentieel dominant aanwezig dan in het MAN. Door beide sets te combineren wordt de representativiteit van de concentratiemetingen vergroot omdat een gemiddelde verkregen dat én landbouwgebieden (met veel emissies) weergeeft én de natuurgebieden. Uit Figuur 1 blijkt dat de trend in het gemiddelde gebaseerd op het LML goed overeenkomt met die van de gecombineerde concentratie gebaseerd op LML en MAN. Dit geeft aan dat het LML toch redelijk goed het landelijk beeld representeert ondanks het geringe aantal stations. Dit is eerder geconcludeerd in een jaarrond experiment waarbij 159 passieve samplers op een regelmatig rooster over Nederland zijn opgehangen en zijn vergeleken met de LML metingen (Van Pul et al., 2004). Het is echter wel raadzaam aangezien het aantal LML-metingen teruggebracht is naar zes locaties aanvullende passieve sampler metingen uit te voeren in gebieden waar emissies een belangrijke rol spelen. Dit zal zeer waarschijnlijk in 2015 uitgevoerd gaan worden.

Met OPS (tevens de rekenkern AERIUS) kan onderzocht worden welke bijdrage de verschillende type bronnen aan de berekende ammoniakconcentraties hebben (Figuur 5). In het algemeen dragen stalemissies meer bij aan de concentratie dan aanwendingsemissies per geëmitteerde hoeveelheid ammoniak. Dit komt voornamelijk omdat tijdens aanwendingsemissies, die op een aantal tijdstippen in het voorjaar en zomer plaatsvinden, de weersomstandigheden voor verspreiding gunstig zijn en door verdunning leiden tot lagere concentraties dan bij stalemissies. De emissies uit stallen daarentegen vindt min of meer continu plaats (dus ook onder weersomstandigheden waarbij de verdunning veel minder is en de emissies dus leiden tot hogere concentraties, met name bij stabiel weersomstandigheden).

We zien dat voor de meetlocaties van het LML en het MAN ongeveer 12% van de ammoniakconcentratie het gevolg is van emissies door aanwending van dierlijke mest en ongeveer 60% van emissies uit stallen en overige agrarische bronnen. Buitenlandse emissies hebben een wat grotere invloed op de MAN metingen (20%) omdat een aantal MAN locaties dicht bij de grens staan. Voor Nederland als geheel berekent het OPS-model een bijdrage van de aanwending van dierlijke mest aan de concentratie van ca. 20%.

De meetnetten "zien" dus iets minder de invloed van aanwendingsemissies dan het landelijk beeld laat zien. Ook "zien" de meetnetten iets minder de niet-agrarische bronnen.



Figuur 5. Bijdrage van verschillende sectoren aan de gemiddelde ammoniakconcentratie van het LML, MAN, LML+MAN en voor Nederland (NL) in 2010 zoals berekend door OPS.

Voor individuele stations kunnen de bijdrages aanzienlijk verschillen. Zo zijn voor stations in de buurt van stallen de emissies uit stallen dominant en is voor stations verder van stallen de aanwendemissie belangrijker. Op landelijke schaal middelen deze lokale invloeden voor een deel uit en wordt een redelijk representatief beeld over Nederland verkregen, zij het met een lagere bijdrage van aanwendemissies en niet-agrarische bronnen en een hogere bijdrage van stallen en overige agrarische bronnen.

#### **4. Trends in berekende emissies**

***Vraag van het ministerie van EZ: Zijn er mogelijke redenen dat de werkelijke ammoniakemissies uit de landbouw in Nederland minder dalen dan de berekende ammoniakemissie en welke redenen zijn dit? Zijn alle bronnen meegenomen in de berekening van de ammoniakemissies en op een zodanige wijze dat de berekening overeenstemt met de werkelijke emissies?***

NEMA (National Emission Model for Agriculture) wordt gebruikt voor de jaarlijkse berekening van totale emissies van ammoniak, lachgas, methaan en fijnstof uit de landbouw in Nederland (Bijlage 3). De rekenmethodiek voor ammoniak in NEMA is gebaseerd op een stikstofstromenmodel met emissiefactoren gebaseerd op TAN. Deze methodiek wordt geadviseerd in de EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook<sup>1</sup> en vergelijkbare modellen (maar met landenspecifieke data en emissiefactoren) worden toegepast in Duitsland, Denemarken, Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Ierland en Zwitserland<sup>2</sup>. NEMA is gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift<sup>3</sup>, is geaccepteerd door de UNFCCC na een "In country review" in 2011 en in een internationale review in 2013 werd geconcludeerd dat de emissiefactoren voor mesttoediening wetenschappelijk zijn onderbouwd<sup>4</sup>. In de internationale werkgroep EAGER worden alle Europese Tier 3 ammoniakmodellen, waaronder NEMA, vergeleken met het doel te harmoniseren en optimaliseren<sup>5</sup>. Een CDM-werkgroep met vertegenwoordigers van CBS, PBL, RIVM en de WUR-instellingen Alterra, LEI, Livestock Research en Plant Research International evalueert NEMA jaarlijks en houdt het model "state-of-the-art" op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten en ontwikkelingen in de landbouw.

De met NEMA berekende ammoniakemissie uit de landbouw is sinds 1990 gedaald van 348 naar 110 mln kg NH<sub>3</sub> in 2012. In de periode 1990-2000 is de emissie sterk gedaald (met 196 mln kg NH<sub>3</sub>), waarbij de grootste reductie plaats heeft gevonden door de verplichting tot emissie-arme mesttoediening (162 mln kg NH<sub>3</sub>). Resultaten voor de periode 2000-2012 laten een daling van de emissie zien van 152 tot 110 mln kg NH<sub>3</sub>

---

<sup>1</sup> <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>

<sup>2</sup> Dämmgen et al. 2006. Calculations of emissions from German Agriculture-National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004. Part 3: Methods and data (GAS-EM). Landbauforschung Völkenrode (291), 47-221.

Gac et al. 2007. A French inventory of gaseous emissions (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>) from livestock manure management using a massflow approach. Livestock Science 112, 252-260.

Hutchings et al. 2001. A detailed ammonia emission inventory for Denmark. Atmospheric Environment 35, 1959-1968.

Hyde et al. 2003. A new inventory of ammonia emissions from Irish agriculture. Atmospheric Environment 37, 55-62.

Reidy et al. 2008. A new Swiss inventory of ammonia emissions from agriculture based on a survey on farm and manure management and farm-specific model calculations. Atmospheric Environment 42, 3266-3276.

Webb, J., Misselbrook, T.H., 2004. A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production. Atmospheric Environment 38, 2163-2176.

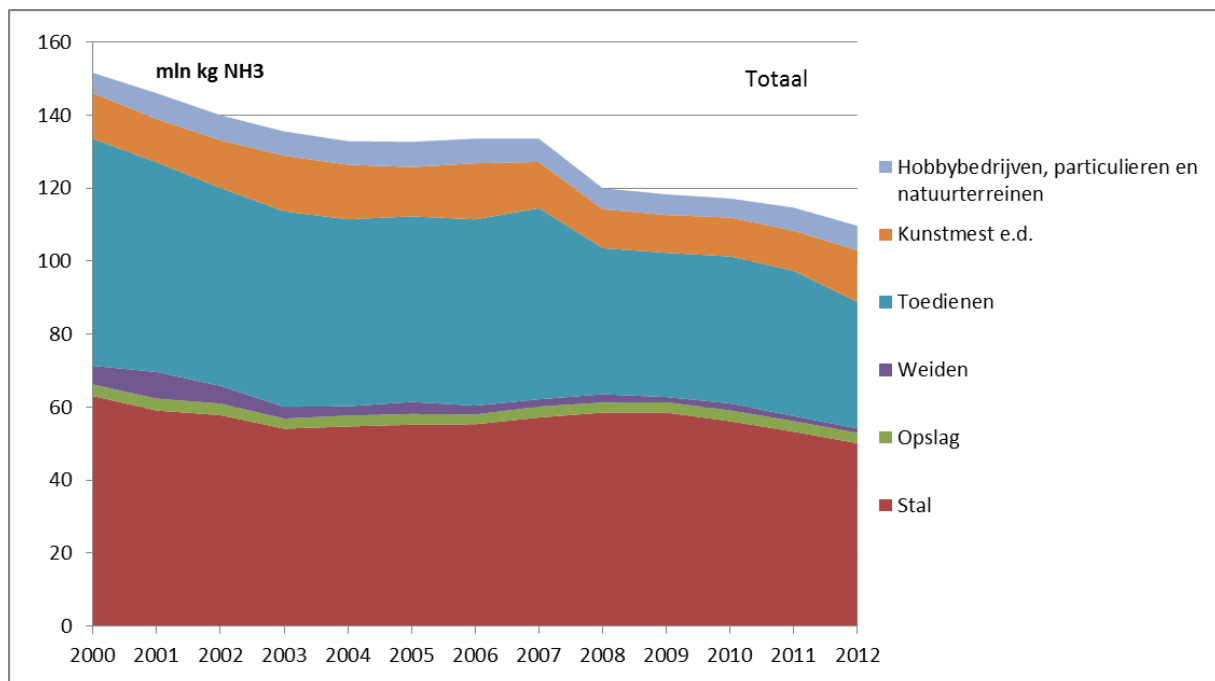
<sup>3</sup> Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2012). A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. Atmospheric Environment 46, p. 248-255.

<sup>4</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/publicaties/2013/05/15/summary-for-the-review-on-scientific-underpinning-of-ammonia-emissions-factors-and-ammonia-deposition-models.html>

<sup>5</sup> Webb, J. S.G. Sommer, Th. Kupper, K. Groenestein, N.J. Hutchings, B. Eurich-Menden, L. Rodhe, Th.H. Misselbrook, . Amon (2012). Emissions of Ammonia, Nitrous Oxide and Methane During the Management of Solid Manures. In: (Ed E. Lightfouse) Agroecology and Strategies for Climate Change. Sustainable Agriculture Reviews Volume 8, 2012, pp 67-107

(Figuur 6 en Figuren 1 t/m 5 uit Bijlage 3). Voorlopige cijfers van 2013 geven aan dat de emissie in 2013 mogelijk iets hoger is dan die in 2012.

In Tabel 1 worden de resultaten weergegeven van een analyse van de oorzaken van de reductie in ammoniakemissie tussen 2000 en 2012. In de periode 2000 – 2012 is de berekende ammoniakemissie met 42 mln kg NH<sub>3</sub> gedaald. Deze daling wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren. De grootste reductie wordt gerealiseerd door emissie-arme huisvesting (-11 mln kg NH<sub>3</sub>), minder vee (-9 mln kg NH<sub>3</sub>), emissie-arme mesttoediening (-9 mln kg NH<sub>3</sub>) en verbranding van pluimveemest (-7 mln kg NH<sub>3</sub>). Opgemerkt wordt dat minder vee en een lagere excretie leiden tot minder emissie uit zowel stallen als mesttoediening en dat verbranding van pluimveemest alleen een effect heeft op de emissie door mesttoediening. In de periode 2005-2012 zijn de emissies uit stallen slechts licht gedaald; de grootste reductie in deze periode heeft plaats gevonden bij mesttoediening. Het verbod op onderwerken in twee werkgangen in 2008 heeft geleid tot significante reductie in ammoniakemissie (Figuur 6 en Figuur 3 uit Bijlage 3).



*Figuur 6. Met NEMA berekende ammoniakemissie uit de landbouw in de periode 2000-2012. Zie bijlage 3 voor gedetailleerdere figuren van emissies uit stallen, toediening van mest en melkveehouderij.*

Er is voor de verschillende ammoniakbronnen in NEMA nagegaan of er mogelijke oorzaken zijn waardoor de ammoniakemissie sinds 2000 in werkelijkheid minder is gedaald dan berekend met NEMA. Met NEMA zijn verkennende berekeningen uitgevoerd naar effecten van mogelijke factoren. De uitgangspunten in deze berekeningen zijn gebaseerd op schattingen door experts. Deze betreffen i) factoren waar momenteel onderzoek plaats vindt (bijvoorbeeld emissie uit varkens- en pluimveestallen en bij mesttoediening via sleepvoet), ii) factoren over modelconcepten in NEMA (bijvoorbeeld emissiefactoren gebaseerd op TAN en effecten van weer), iii) factoren gerelateerd aan efficiëntie van technieken (luchtwassers), iv) factoren over beschikbaarheid van data (bijvoorbeeld implementatie van mestaanwendingstechnieken) en v) factoren over naleving (bijvoorbeeld hogere bemesting dan toegestaan volgens gebruiksnormen).

Tabel 1. Bijdrage van factoren aan de afname van berekende NH<sub>3</sub>-emissie tussen 2000 en 2012 (mln kg NH<sub>3</sub>)<sup>1</sup>.

NH <sub>3</sub> -emissie	Totaal	Rundvee	Varkens	Pluimvee	Overig <sup>2)</sup>
2012	110	54	21	13	22
2000	152	64	39	27	22
Vershil 2012-2000	-42	-9	-18	-15	0
w.v.					
dieraantallen	-9	-4	-3	-3	1
TAN-excretie/dier	-2	0	0	0	-2
emissiearme huisvesting	-11	-1	-6	-4	0
emissiearme mesttoediening	-9	-4	-5	0	0
mestverdeling	2	3	-1	0	0
mestverwerking	-9	-2	0	-7	0
overige oorzaken	-4	-1	-3	-1	1

1) Toelichting: de verschillen in deze tabel zijn berekend door voor iedere oorzaak één voor één de situatie van 2000 in het model in te voeren als situatie in 2012. Hierdoor wordt vertekening door oorzaken die elkaar versterken voorkomen.

2) Overige graasdieren, konijnen, pelsdieren, kunstmest e.d.

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van mogelijke factoren, een schatting van het effect op de hoogte van emissie en een schatting van het effect op de trend in emissie. Bij stalemissies zullen aanpassingen in emissiefactoren voor varkens- en pluimveestallen en een lager rendement van luchtwassers dan het opgegeven maximum tot een iets hogere emissie leiden dan nu berekend en waarschijnlijk een minder sterk dalende trend. Uit de verkenningen blijkt dat enkele factoren bij mesttoediening kunnen leiden tot een hogere emissie en een minder dalende trend (emissiefactor sleepvoet, mesttoediening graan en implementatie mesttoedieningstechnieken). Deze effecten zijn waarschijnlijk groter dan de effecten bij stalemissies.

Gewasresten en het afrijpen van gewassen zijn nieuwe bronnen van ammoniak uit de landbouw. Er is een methode ontwikkeld om deze emissies te kwantificeren. Deze methode wordt in 2014 in NEMA geïmplementeerd en zal leiden tot een iets hogere emissie, maar naar verwachting niet tot een verandering in trend.

NEMA berekent de ammoniakemissie uit de landbouw. Ammoniakemissie uit bronnen buiten de landbouw (natuur, industrie, mensen etc.) worden niet in NEMA gekwantificeerd, maar worden voor een groot deel al meegenomen door Emissieregistratie. Er loopt nog een discussie over het meenemen van ammoniakemissie uit algen op zee.

Tenslotte wordt opgemerkt dat de kwaliteit van de emissieberekeningen sterk afhankelijk is van de kwaliteit en het actueel zijn van statistische gegevens. Het wordt aanbevolen om de Landbouwtelling uit te breiden met jaarlijkse vragen over i) het RAV-staltype, ii) het gemiddeld aantal dieren/de stalbezetting over het jaar en iii) de gebruikte mestaanwendingstechniek. Het wordt tevens aanbevolen om een systeem te ontwikkelen waarmee de kwaliteit van gegevens in de Landbouwtelling kan worden verhoogd. Het regulier verwerken van inspectieresultaten van emissiebeperkende maatregelen in stallen en bij aanwending kan een aanvullende bron van informatie zijn voor de berekeningen met NEMA.

De conclusie is dat er enkele factoren zijn geïdentificeerd die tot een hogere emissie kunnen leiden dan nu berekend met NEMA. Sommige van deze factoren leiden ook tot een iets minder dalende trend in ammoniakemissie dan nu berekend. De uitgangspunten bij de NEMA-berekeningen moeten wetenschappelijk onderbouwd zijn en internationale reviews kunnen doorstaan (de rekenmethodiek wordt in kader rapportage broeikasgassen voor UNFCCC en grootschalig vervuilende stoffen voor CLRTAP internationaal gereviewed). De CDM-werkgroep NEMA zal in het kader van de definitieve berekening van emissies in 2013 nagaan welke aspecten uit Tabel 2 in NEMA kunnen worden geïmplementeerd. Eventuele aanpassingen in NEMA worden dan met terugwerkende kracht doorgevoerd, zodat de historische reeks (en trends in emissie) met ammoniakemissies wordt aangepast. Een eerste indruk van de verkenningen geeft aan dat de ammoniakemissies (iets) omhoog zal gaan en dat de trends iets minder dalend zullen zijn. De totale ammoniakemissie uit de landbouw zal ook na eventuele aanpassing van NEMA een dalende trend blijven vertonen vanaf 2000.

*Tabel 2. Samenvatting van een analyse van factoren waardoor werkelijke emissies (hoogte en trend) anders zouden kunnen zijn dan de met NEMA berekende emissies.*

Factor		Mogelijk effect op hoogte emissie	Mogelijk effect op trend
		0: geen effect +: < 1 mln kg NH <sub>3</sub> ++: > 1 mln kg NH <sub>3</sub> - : nog niet uitgezocht ?: niet duidelijk	0: geen effect +: wel effect - : nog niet uitgezocht ?: niet duidelijk
<b>Aantal dieren</b>		0	0
<b>N- en TAN excretie</b>		0	0
<b>Emissiefactor stallen</b>	Relatie TAN en emissie uit rundvee-, varkens- en pluimveestallen	++	0
	Vergroten dierenwelzijn door middel van buitenloop biologische stallen	0	0
	Emissiefactor varkens en pluimvee	+	0
	Hogere emissiefactor volièrestallen	+	+
	Hogere emissiefactor droogtunnels	+	+
	Klimaatverandering/hogere temperatuur	0	0
	Rendement luchtwassers lager dan opgegeven maximum	++	+
<b>Mesttoediening</b>	Mesttoedieningstechnieken, correctie voor werkresultaat in praktijk	++	0
	Meer mesttoediening uitbesteed aan loonwerkers	?	?
	Voorjaarstoediening mest aan granen op klei	++	+
	Hogere emissiefactor sleepvoet	++	+
	Klimaatverandering/stijging temperatuur in het voorjaar	-	-
<b>Mestgiften</b>	Er zijn signalen dat meer mest wordt toegediend dan toegestaan volgens gebruiksnormen. NEMA houdt hier al rekening mee, maar mogelijk niet voldoende.	+	+
<b>Mestexport</b>	In NEMA wordt uitgegaan dat varkensmest wordt geëxporteerd, terwijl een deel als vaste fractie wordt geëxporteerd.	+	+
<b>Nieuwe bronnen</b>	Gewasresten en afrijping gewasresten	+	0
	Niet-landbouw bronnen die nog niet worden meegenomen door Emissieregistratie	-	-

## 5. Trends in concentraties en emissies van ammoniak

***Vraag van het ministerie van EZ: Hoe kan worden verklaard dat de dalende trends van berekende emissie (NEMA) en concentratie (OPS) niet ondersteund worden door dalende concentratiemetingen? Graag ontvangen we een analyse over de periode vanaf 1990.***

In dit hoofdstuk wordt een analyse uitgevoerd van trends in concentraties en emissies van ammoniak. Allereerst wordt opgemerkt dat er onzekerheden zijn in zowel het meten als het modelleren van de ammoniakconcentraties en -emissies die inherent zijn aan de processen die beschouwd worden. Dit betekent dat een bepaalde onzekerheid geaccepteerd moet worden. Dit geldt met name bij effecten op korte termijn en effecten op een gedetailleerde ruimtelijke schaal. Zowel NEMA als OPS passen rekenmethodieken toe die wetenschappelijk geaccepteerd zijn en internationaal worden toegepast. Beide modellen worden regelmatig geactualiseerd op basis van nieuwe inzichten en zijn state-of-the-art bij de huidige kennis en beschikbaarheid van data.

De gemiddelde ammoniakconcentraties dalen de laatste jaren niet, terwijl de met NEMA berekende ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland afneemt in deze periode (Figuur 1). Ook de met het OPS-model berekende ammoniakconcentraties laten een daling zien (Figuren 2 en 3). De berekening in het OPS-model gebruikt de landelijke emissie uit NEMA, waarbij een regionale verdeling en een correctie voor weersinvloeden is toegepast. De analyse richt zich op de periode 2005-2012. Een analyse van de trends in ammoniakconcentraties en -emissies in de periode van begin jaren '90 was niet mogelijk in de korte tijd die beschikbaar was voor deze quick scan. Deze wordt later in 2014 uitgevoerd en begin 2015 gerapporteerd.

Het verspreidingsmodel OPS berekent de concentraties op basis van emissies en houdt daarbij rekening met meteorologische omstandigheden en atmosferische processen. De onzekerheid in de berekeningen is ca. 15-20%. Dit betreft zowel een toevallige als een systematische onzekerheid. Dat betekent dat vanuit de analyse van de vergelijking tussen metingen en model nooit een nauwkeuriger uitspraak over de hoogte of juistheid van de emissies gedaan kan worden dan van ca. 15-20%. Uit Figuur 2 blijkt dat de met OPS berekende concentraties redelijk goed overeenkomen met de gemeten concentraties. Dit geeft aan dat de berekende landelijke emissies gemiddeld voor de gehele periode 2005-2012 zeer waarschijnlijk geen systematische afwijkingen vertonen.

Er is een analyse uitgevoerd van mogelijke oorzaken van de verschillen in trends tussen gemeten concentraties en berekende emissies (Figuur 1) en tussen gemeten en berekende concentraties (Figuren 2 en 3). De belangrijkste bevindingen zijn:

- Zoals aangegeven in Hoofdstuk 3, geven LML en MAN een relatief goed beeld van de gemiddelde concentratie in Nederland. De bijdrage van aanwendingsemisies aan de concentraties op de meetpunten is wel lager dan op nationale schaal (Figuur 5). Dat betekent dat effecten van maatregelen op aanwendingsemisies minder terug te vinden zijn in de meetnetten dan landelijk in de berekeningen het geval is. In NEMA is de bijdrage van aanwendingsemisies 30-40% van de totale emissies. In de periode 2005-2012 is er geen duidelijk afnemende trend in stalemissies volgens NEMA; de emissiereductie wordt veroorzaakt door een afname van de aanwendingsemisie. Het verschil tussen de bijdrage van mestaanwending aan de gemeten concentraties en die aan de totale berekende emissie in Nederland verklaart een deel van het verschil in trends in Figuur 1.



- Zowel de concentratieberekening als de emissieberekening zijn behept met (behoorlijke) onzekerheden. In 2014 is een onzekerheidsanalyse voorzien van de ammoniakemissie berekend met NEMA. Het wordt aanbevolen om ook de onzekerheidsanalyse van de concentratieberekeningen te actualiseren. Hierbij zal ook aandacht moeten worden gegeven of er een trend is in onzekerheden. Hiervan zou sprake kunnen zijn indien het aandeel van ammoniakbronnen op de totale emissie in de loop van de tijd verandert.
- De gemeten ammoniakconcentratie is beïnvloed door weerseffecten. Een hogere temperatuur of droog weer bij mesttoediening leidt tot een hogere emissie en een verhoogde ammoniakconcentratie. Deze weerseffecten zullen (voor een deel) de oorzaak zijn van de fluctuaties van gemeten concentraties in de tijd (Figuur 1). In NEMA worden emissiefactoren gebruikt voor berekening van ammoniakemissie uit de verschillende bronnen. In deze emissiefactoren zijn geen weerseffecten meegenomen; het betreft emissiefactoren voor gemiddelde omstandigheden. De rekenregels ontbreken om weerscorrecties op nationaal niveau toe te passen. Het is daarbij internationaal gebruikelijk bij rapportages voor NEC en Gothenburgprotocol om landelijke emissies zonder correcties voor weer te rapporteren. Het niet meenemen van weerseffecten leidt er toe dat de berekende emissies geleidelijk afnemen in de tijd met weinig fluctuaties (Figuur 1). De werkelijke emissies zullen ook in de tijd fluctueren door weerseffecten. Of dit ook de trend in emissie beïnvloedt en hoe (versterken of dalen) is afhankelijk van de grootte van weerseffecten, de jaren waarin deze optreden en of er sprake is van een trend van veranderingen in weer.
- Uit de verkenning naar mogelijke factoren waardoor werkelijke emissies (hoogte en trend) anders zouden kunnen zijn dan de met NEMA berekende emissies (Tabel 2) blijkt dat enkele factoren bij stallen (emissiefactoren voor varkens- en pluimveestallen en een laag maximaal rendement van luchtwassers) en mesttoediening (emissiefactor sleepvoet, mesttoediening aan graan en implementatie van toedieningsstechnieken) waarschijnlijk leiden tot een minder dalende trend in ammoniakemissie.
- Bij zowel LML als MAN is sprake van een significante trend in het verschil tussen gemeten en berekende concentraties (Figuren 2 en 3). Van de hierboven genoemde factoren die mogelijk van belang zijn bij verklaring van verschillen in trends tussen gemeten concentraties en met NEMA berekende emissies (Figuur 1) zijn de aanpassingen van NEMA en onzekerheidsanalyses ook relevant voor verklaring van verschillen tussen trends in gemeten en met OPS berekende concentraties (Figuren 2 en 3). In OPS wordt een weerscorrectie toegepast op de ammoniakemissies. Het OPS-model corrigeert de aanwendingsemisies voor het weer. Deze correctie is afgeleid in de 90-er jaren uit toenmalig beschikbare literatuur en onderzoek. Het wordt aanbevolen om de methode te verfijnen met recentere resultaten van nationaal en internationaal onderzoek. Naar aanleiding van de internationale review van emissiefactoren bij mesttoediening dat in 2013 heeft plaats gevonden, is onderzoek gestart naar de modellen ALFAM en Volt'air voor ammoniakemissie bij mesttoediening, waarbij onder andere rekening wordt gehouden met weersomstandigheden. Resultaten uit deze projecten kunnen mogelijk worden gebruikt voor verbetering van de weerscorrectie in OPS.
- In OPS wordt gebruik gemaakt van regionale emissies. Deze emissies zijn afgeleid van de met NEMA berekende emissies en herverdeeld op basis van ruimtelijke verdeling van stallen en gemodelleerde emissies van mesttoediening. In het OPS-model wordt een aantal atmosferische processen vereenvoudigd, namelijk chemische omzettingen en depositie. Het is niet duidelijk in welke mate deze aspecten een effect hebben op trends in berekende concentraties.

Het wordt aanbevolen om

- i) Detailanalyses uit te voeren naar het regionaal verdelen van landelijke emissies en naar de effecten van emissiebronnen op de gemeten concentraties. Hierbij moet aandacht worden gegeven aan een splitsing in meetlocaties die meer en minder door aanwendingsemissies beïnvloed worden.
- ii) NEMA aan te passen op basis van de verkenning die is samengevat in Tabel 2.
- iii) Een methode te ontwikkelen om NEMA-emissies te corrigeren voor weer. Deze correctie moet niet worden gebruikt voor internationale rapportage, maar kan wel worden gebruikt voor de in Figuur 1 weergegeven trends en voor berekeningen van de Grootschalige Concentratie en Depositiekaarten Nederland en de AERIUS-berekeningen.
- iv) Onzekerheidsanalyses uitvoeren voor berekeningen van concentraties en emissies en de spreiding aan te geven in de emissiefiguren.
- v) De weerscorrectie van emissies in OPS te verfijnen op basis van de meeste recente inzichten.
- vi) De vereenvoudigde modellering van atmosferische processen in OPS te testen met een gedetailleerder model en na te gaan wat het effect is op de trends.

Geconcludeerd wordt dat het complex is om gemeten concentraties en berekende landbouwemissies met elkaar te vergelijken. Dit maakt dat er binnen het korte tijdsbestek van deze quick scan nog geen duidelijke verklaring is voor de verschillen in trends tussen gemeten concentraties en berekende concentraties en emissies. Mogelijke oorzaken voor de verschillen in trends zijn i) de ligging van LML- en MAN-meetpunten, waardoor het aandeel van het effect van emissiebronnen op gemeten concentraties anders is dan het aandeel in de emissies (emissies bij mestaanwending hebben een kleiner effect op ammoniakconcentraties dan stalemissies), ii) het niet corrigeren van emissies voor weer in NEMA, iii) een mogelijke onderschatting van emissies van bepaalde bronnen in NEMA, iv) onzekerheden in de weerscorrectie en de ruimtelijke verdeling van emissies in OPS en v) onzekerheden in de modellering van enkele atmosferische processen in OPS. De werkgroep acht het onwaarschijnlijk dat het verschil in trends alleen het gevolg is van een overschatting van de effectiviteit van het ammoniakbeleid.

In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op deze aanbevelingen. Nadat de aanbevelingen zijn uitgevoerd moet na worden gegaan of er nog steeds sprake is van een significant verschil in trend tussen gemeten en berekende concentraties, rekening houdend met onzekerheden.

## 6. Aanbevelingen

***Vraag van het ministerie van EZ: Zijn er aanpassingen nodig in OPS, NEMA en/of de concentratie-metingen (en netwerk) om de nauwkeurigheid van de berekende emissies, berekende en gemeten concentraties en berekende deposities van ammoniak te verbeteren?***

In de vorige hoofdstukken zijn verschillende aanbevelingen gedaan. Een deel van deze aanbevelingen zijn al in uitvoering of worden uitgevoerd binnen bestaande werkplannen bij de betrokken instellingen. Het gaat hierbij om:

- De analyse die in deze quick scan is uitgevoerd, wordt begin 2015 aangevuld met een analyse van trends vanaf begin jaren '90.
- De CDM-werkgroep NEMA zal in september 2014 nagaan (in kader van de definitieve berekening van de emissie van 2013 die november 2014 wordt opgeleverd) of en hoe de NEMA-methodiek aangepast kan worden op basis van de verkenning samengevat in Tabel 2. Eventuele aanpassingen in NEMA worden dan met terugwerkende kracht doorgevoerd, zodat de historische reeks wordt aangepast. Hierbij moet tevens worden nagegaan of er een methode zou kunnen worden ontwikkeld om NEMA-emissies te corrigeren voor weer.
- Er wordt in 2014 een onzekerheidsanalyse van de emissieberekeningen in NEMA uitgevoerd. Deze is nodig voor verplichtingen in kader rapportage broeikasgasemissies aan UNFCCC en grootschalig vervuilende stoffen onder CLRTAP, maar kan ook worden gebruikt in de analyses van trends. Dit is lopend onderzoek in het kader van het door het ministerie van EZ gefinancierde BO-onderzoeksprogramma Mest en Milieu.
- Naar aanleiding van de internationale review van emissiefactoren en depositiemodelering in 2013 is onderzoek gestart naar lange-afstandstransport in OPS. Dit onderzoek loopt tot eind 2017.

Aanbevelingen met betrekking tot metingen en modelering die nog niet in uitvoering zijn:

- Om inzicht in de verschillen in trends te verkrijgen zouden voor een aantal meetstations detailanalyses uitgevoerd kunnen worden. Daarbij zou de aandacht uit moeten gaan naar een splitsing in meetlocaties die meer en minder door aanwendingsemisies beïnvloed worden. Deze analyse kan in najaar 2014 worden uitgevoerd en begin 2015 gerapporteerd.
- Met betrekking tot het OPS-model wordt het volgende aanbevolen:
  - Actualisatie van weerscorrectie op emissies, rekening houdend met de nieuwste inzichten. Dit kan in 2014 worden opgestart en 2015 in worden gerapporteerd.
  - Evaluatie OPS over atmosferische processen (chemische omzettingen en droge depositie) met een gedetailleerder model (uitvoering in 2014-2015).
  - Actualisatie van de onzekerheidsanalyse (uitvoering in 2015).
- Het wordt aanbevolen om een meetstrategie op te stellen teneinde de dekking van de meetnetten te vergroten:
  - Uitbreiding met locaties waar mesttoediening een belangrijke bijdrage heeft;
- Uitbreiding in gebieden met melkveehouderij, aangezien dit de belangrijkste bron van ammoniak is. Deze analyse kan in najaar 2014 worden uitgevoerd en begin 2015 gerapporteerd.

- Er worden twee ammoniakemissie-bestanden gebruikt in het ammoniakbeleid; een landelijk totale ammoniakemissies (NEMA; voor rapportages voor NEC en Gothenburg) en een regionaal bestand dat gebruikt wordt als input voor OPS/AERIUS en toegepast voor de PAS. In het laatste bestand wordt de meest accurate weergave van concentratie- en depositieberekening gebruikt, namelijk NEMA-emissies gecorrigeerd voor weersinvloeden en verdeeld over regio's. Deze bestanden zijn op elkaar afgestemd, maar het wordt aanbevolen dat de instituten die betrokken zijn bij OPS/AERIUS en NEMA de regionale verdeling van emissies, de weerscorrecties en mogelijke effecten tijdstippen van mesttoediening nader evalueren. Hierna zou een procedure opgezet kunnen worden waarin de afstemming tussen OPS/AERIUS en NEMA een structureel karakter krijgt en wordt opgenomen in de jaarplanning van beide onderdelen. Dit zou idealiter vanaf september 2014 opgestart kunnen worden, maar deze activiteit is nog niet belegd in reeds lopende projecten.

Voor de analyse van de verschillen in trends tussen gemeten concentraties en berekende concentraties en emissies hebben de aanbevelingen met betrekking tot mogelijke aanpassingen van NEMA, detailanalyses van emissies en concentraties bij meetstations en de ligging van meetstations de hoogste prioriteit. Deze acties kunnen in 2014 worden uitgevoerd. Actualisatie van de weerscorrectie in OPS en onzekerheidsanalyses van NEMA en OPS hebben ook een hoge prioriteit, maar deze acties hebben een langere doorlooptijd (tot in 2015).

Tenslotte wordt opgemerkt dat de kwaliteit van de emissieberekeningen op nationaal en regionaal niveau sterk afhankelijk is van de kwaliteit en het actueel zijn van statistische gegevens. Het wordt aanbevolen om de Landbouwtelling uit te breiden met jaarlijkse vragen over i) het RAV-staltype, ii) het gemiddeld aantal dieren/de stalbezetting over het jaar en iii) de gebruikte mestaanwendingstechniek. Het wordt tevens aanbevolen om een systeem te ontwikkelen waarmee de kwaliteit van gegevens in de Landbouwtelling kan worden verhoogd. Het regulier verwerken van inspectieresultaten van emissiebeperkende maatregelen in stallen en bij aanwending kan een aanvullende bron van informatie zijn voor de berekeningen met NEMA.

## **Bijlage 1. Advies vraag van ministerie van EZ aan CDM**

*Opdracht door het ministerie van EZ per mail verstuurd op 4 juni 2014.*

Aan de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM)  
t.a.v. secretaris dr. ir. G. Velthof

betreft: Advies van CDM aan EZ

### **Aanleiding**

Het RIVM heeft aangekondigd binnenkort de nieuwste cijfers over ammoniakconcentratie te publiceren.

De ammoniakdepositie in Nederland wordt bepaald op basis van een gevalideerd model (OPS) waarin op basis van de best beschikbare kennis over bronnen (binnen- en buitenland), verspreiding, en klimaat voor iedere plek in Nederland de ammoniakdepositie wordt berekend en de ontwikkeling daarvan in de tijd.

De metingen van de ammoniakconcentratie worden benut bij het valideren van het model.

De trend van dalende ammoniakemissies op basis van het model NEMA worden niet ondersteund door dalende concentratiemetingen.

Uit de nog ongepubliceerde cijfers over gemeten ammoniakconcentraties blijkt dat er nauwelijks sprake lijkt te zijn van een daling van ammoniakconcentratie in de lucht, terwijl de berekende landelijke ammoniakemissies (NEMA) wel dalen. Berekeningen van de ammoniakconcentraties door het RIVM suggereren dat de werkelijke daling in de Nederlandse emissies minder groot is dan de tot nu toe gerapporteerde daling.

### **De opdracht**

Bij deze geef ik de CDM de opdracht om samen met RIVM en de Emissieregistratie de oorzaken van het verschil in trends tussen de gemeten en berekende ammoniakconcentratie en de berekende landelijke ammoniakemissie te verklaren.

### **De vraagstelling**

1. Hoe kan worden verklaard dat de dalende trends van berekende emissie (NEMA) en concentratie (OPS) niet ondersteund worden door dalende concentratiemetingen? Graag ontvangen we een analyse over de periode vanaf 1990.

2. Zijn er aanpassingen nodig in OPS, NEMA en/of de concentratie-metingen (en netwerk) om de nauwkeurigheid van de berekende emissies, berekende en gemeten concentraties en berekende deposities van ammoniak te verbeteren?

### **Hulpvragen**

- Zijn de concentratiemetingen op de 8 landelijke meetpunten en het meetnet met 236 meetpunten in natuurgebieden representatief genoeg om op basis daarvan een vergelijking te maken met berekende nationale emissies en concentraties?
- Zijn er mogelijke redenen dat de werkelijke ammoniakemissies uit de landbouw in Nederland minder dalen dan de berekende ammoniakemissie en welke redenen zijn dit? Zijn alle bronnen meegenomen in de berekening van de ammoniakemissies en op een zodanige wijze dat de berekening overeenstemt met de werkelijke emissies?
- Kan de achtergrondemissie, waar dan ook vandaan (zoals uit het buitenland), in de loop van de tijd anders zijn geworden dan wordt aangenomen?
- Is aan te geven of het verschil tussen gemeten en berekende ammoniakconcentraties voor alle meetpunten in de landbouwgebieden geldt?

- In de internationale ammoniakreview van vorig jaar zijn kritische opmerkingen gemaakt over OPS. Is het ontwikkelde OPS model de beste manier om de ammoniakdepositie te bepalen? Zijn er aanpassingen nodig en zo ja wat is er voor nodig om het model te verbeteren?

### **Oplevering**

Het CDM wordt gevraagd om uiterlijk 18 juni een eerste duiding te geven en voor 27 juni de resultaten van een quick scan op te leveren. Indien er dan nog geen duidelijkheid over een of meer van de hierboven gestelde vragen is, ontvang ik graag een advies voor nader onderzoek inclusief een raming van de kosten en het tijdspad daarvan.

## **Bijlage 2. Begrippenlijst en uitleg verschillende modellen, rekenmethoden en metingen**

Concentratie: de hoeveelheid (gehalte) van ammoniak in lucht (meestal uitgedrukt in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Soms ook in ppb: parts per billion).

Depositie: het weer neerkomen van ammoniak naar het (aard-) oppervlak. Natte depositie is het neerkomen van ammoniak met regenwater (als ammonium); (vaak uitgedrukt in mollen per ha per jaar). Droge depositie van ammoniak is de verwijdering van ammoniak uit de lucht door opname door planten, waterlaagjes en bodem.

Ammoniumaerosol: Ammoniak wordt in de buitenlucht in aanwezigheid van sulfaat en nitraat omgezet in ammoniumsulfaat en -nitraat (ammoniumaerosol). Ook ammoniumaerosol wordt nat en droog gedeponeerd.

De ammoniakdepositie is de som van de droge en natte depositie van ammoniak en ammoniumaerosol.

De stikstofdepositie is de som van de ammoniakdepositie en de depositie van stikstofoxiden.

LML: Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Voor ammoniak zijn er acht meetpunten t/m 2013. Vanaf 2014 zijn dat er zes. Dit zijn uurlijkse waarnemingen met een nat-chemische methode (wet denuder).

Naast de metingen van ammoniak in de lucht worden in het LML op acht (tot voor kort elf) plekken de ammoniumconcentratie in regenwater en op vijf plaatsen ammoniumaerosolen gemeten.

MAN: Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden. Dit maandelijkse waarnemingen met een passieve sampler methode (diffusiebuisjes).

Droge depositiemetingen: op drie locaties in Nederland wordt de droge depositie van ammoniak gemeten. Dit gebeurt met micrometeorologische methoden: metingen van de concentratie op twee verschillende hoogtes en meteorologische omstandigheden.

NEMA: Het National Emission Model for Agriculture wordt gebruikt voor de jaarlijkse berekening van totale emissies van ammoniak, lachgas, methaan en fijnstof uit de landbouw in Nederland. De resultaten worden door Emissieregistratie (ER) van het RIVM gerapporteerd aan de Europese Commissie (NEC-richtlijn), de UNECE (Gothenburgprotocol) en UNFCCC (Kyoto-protocol).

OPS: Operationeel Prioritair Stoffen model. Atmosferisch verspreidingsmodel gebaseerd op een Gaussisch Pluimmodel benadering op korte afstanden en op een trajectorieën benadering (Lagrangiaanse benadering) voor transport van luchtverontreiniging over langere afstanden.

AERIUS: rekensysteem in de PAS dat deposities van activiteiten in beeld brengt tbv vergunningverlening, monitoring en vaststellen en registreren ontwikkelingsruimte. De rekenkern waarmee depositie uitgerekend wordt is het OPS-model.

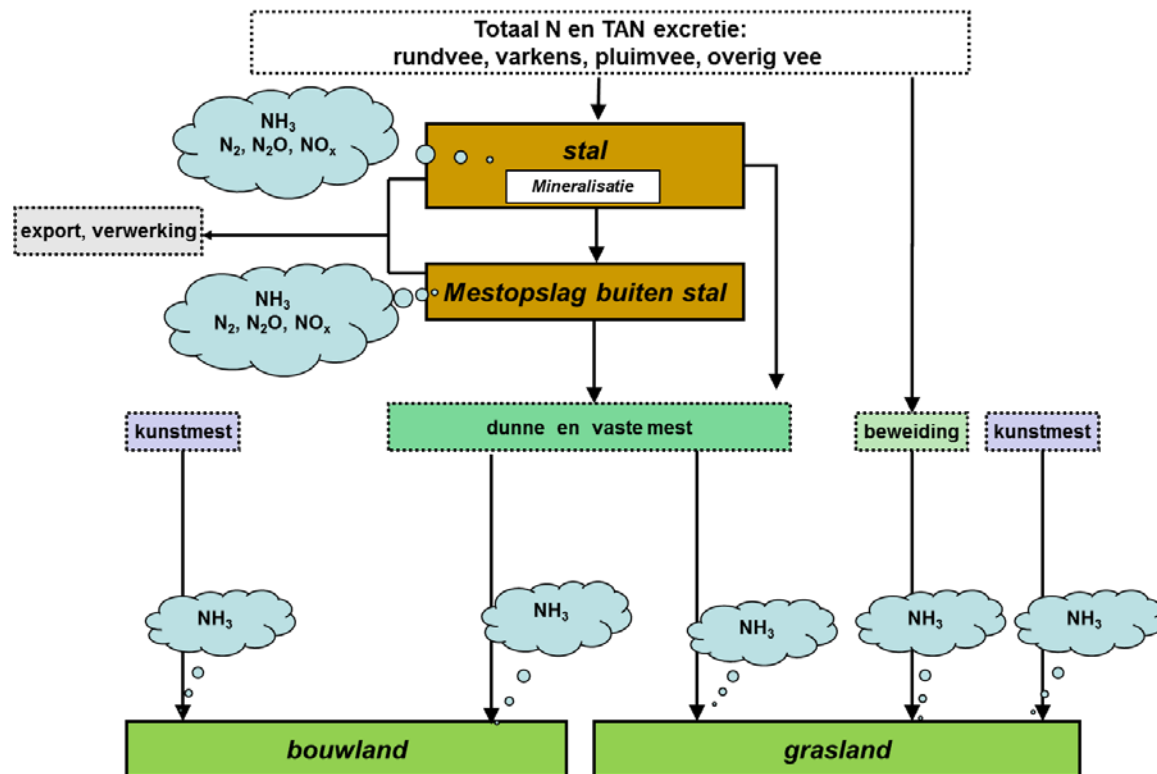
GCN/GDN-kaarten: Grootschalige Concentratie en Depositiekaarten Nederland. De jaarlijkse door RIVM berekende concentratie en depositie van luchtverontreiniging (waaronder fijnstof, NO<sub>2</sub>-concentraties, stikstofdepositie) in Nederland. GCN/GDN-kaarten worden gemaakt voor historische jaren en voor toekomstbeelden. Deze kaarten worden als uitgangspunt gebruikt in het NSL (Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit) en de PAS.

Gebruik metingen: metingen worden gebruikt om de berekende concentraties en deposities (in het kader van GCN/GDN) te valideren, zowel absoluut als trends en worden gebruikt om de berekeningen uiteindelijk te ijken op de metingen.



### Bijlage 3. Berekende ammoniakemissies

Het National Emission Model for Agriculture (NEMA; wordt gebruikt voor jaarlijkse berekening van totale emissies van ammoniak, lachgas, methaan en fijnstof uit de landbouw (Van Bruggen et al., 2014; Velthof et al., 2009; 2012<sup>6</sup>). De emissie van ammoniak wordt in het rekenmodel NEMA berekend door emissiefactoren op basis van Totaal Ammoniakaal N (TAN) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid TAN in de mest. De uitgescheiden hoeveelheid TAN wordt berekend uit de totale stikstofuitscheiding per diercategorie en het percentage TAN hierin, waarbij TAN is gedefinieerd als urine-N. De emissies worden berekend per diercategorie en gesplitst naar bron: stal, opslag buiten de stal, beweiding en mesttoediening (Figuur 1). De berekening van de emissies uit mestopslag buiten de stal en bij mesttoediening zijn gebaseerd op de hoeveelheid TAN in de mest die overblijft na aftrek van de emissies die in een eerdere fase zijn opgetreden en de netto mineralisatie van de organisch gebonden N in de feces.



Figuur 1. Schematische weergave van de landbouwkundige stikstofstromen uit mest en kunstmest ten behoeve van de berekening van de ammoniakemissie met NEMA. Bronnen van ammoniak zijn stallen, mestopslagen buiten en kunstmest, toegediende dunne en vaste mest en beweiding.

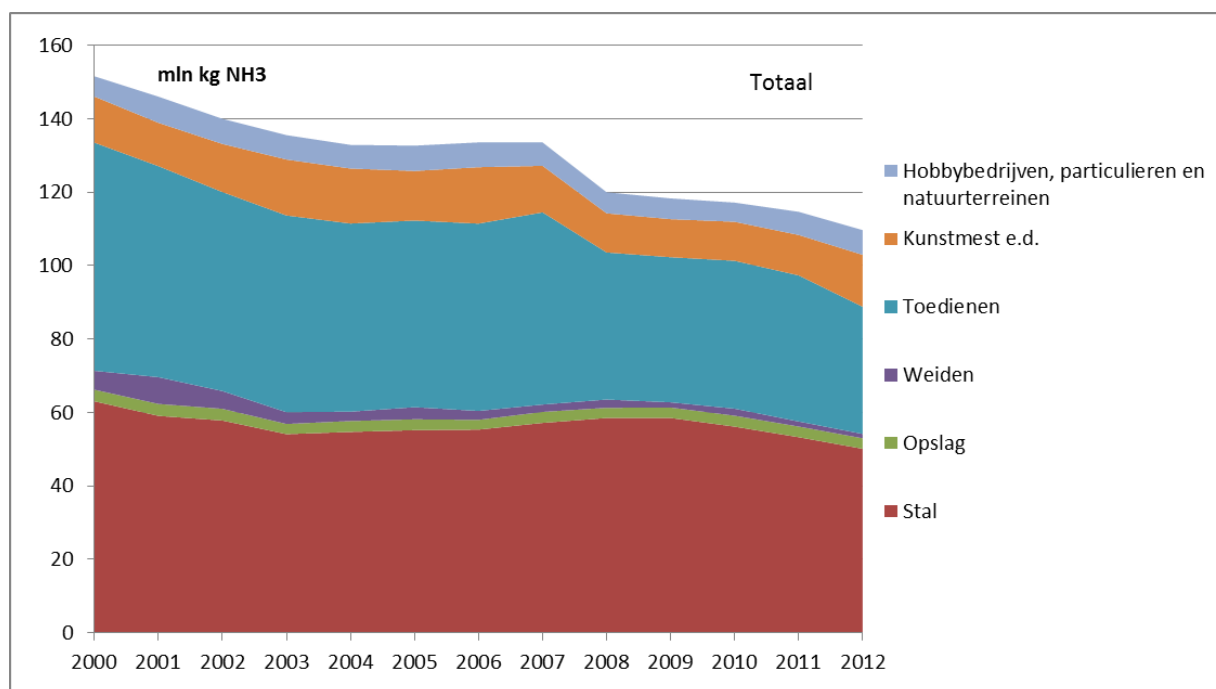
6

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT technical report 3. 79 blz.

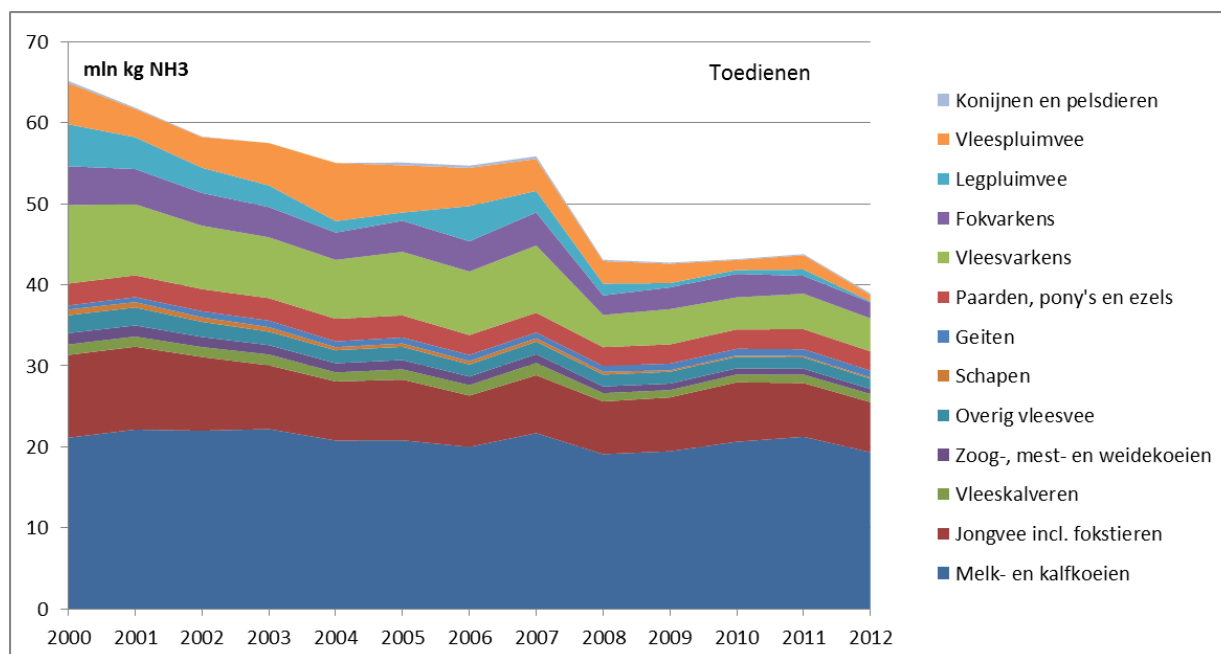
Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. WOT-rapport 70. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.

Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2012). A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. Atmospheric Environment 46 (2012) p. 248-255.

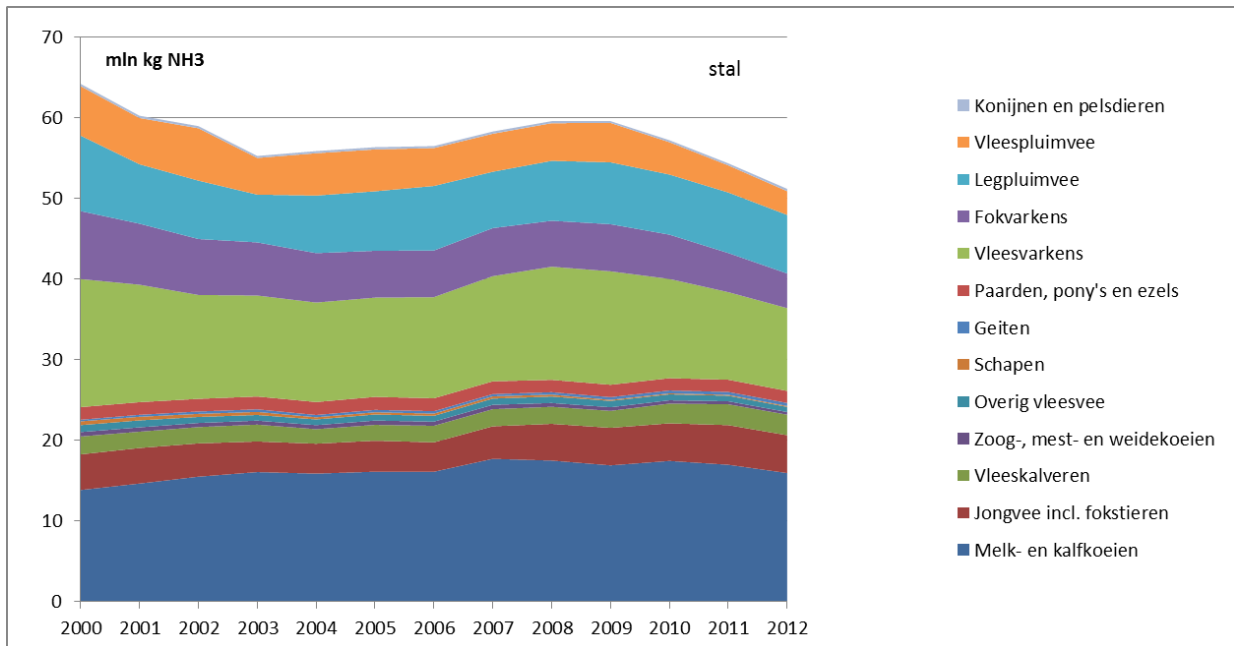
Figuren 2 tot en 5 laten de trends in de met NEMA berekende ammoniakemissie in de periode 2000-2012.



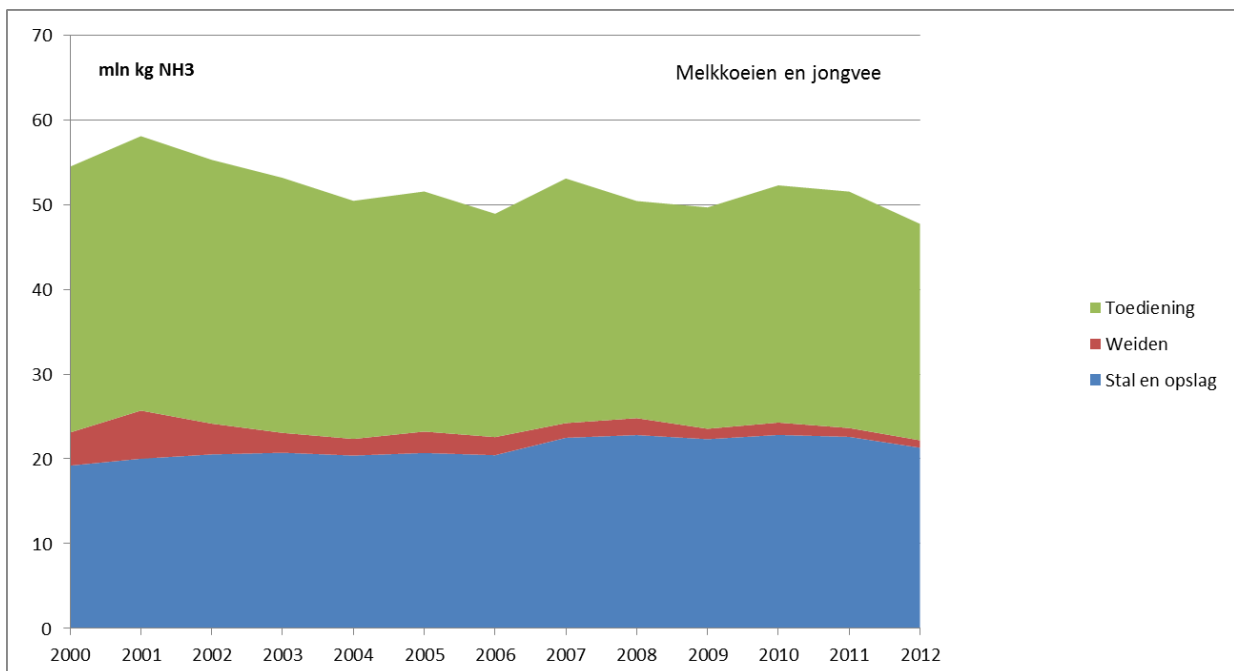
Figuur 2. Met NEMA berekende ammoniakemissie uit de landbouw in de periode 2000-2012.



Figuur 3. Met NEMA berekende ammoniakemissie door aanwenden mest aan landbouwgronden in de periode 2000-2012.



Figuur 4. Met NEMA berekende ammoniakemissie uit stallen in de periode 2000-2012.



Figuur 5. Met NEMA berekende ammoniakemissie uit melkveehouderij (stallen, mestopslagen, mestaanwending, beweiding, maar exclusief kunstmest) in de periode 2000-2012.