

Gering deel van ammoniakemissie melkveebedrijf slaat neer rondom stal

90% van de stikstof die als ammoniak de lucht in gaat, komt niet terecht in de directe omgeving van de stallen, maar draagt bij aan de zogeheten 'stikstofdeken' op grotere hoogte. Dat blijkt uit een onderzoek in opdracht van het Mesdagfonds, dat de afgelopen drie jaar is uitgevoerd door de Universiteit van Amsterdam.

Uit het onderzoek, uitgevoerd op twee melkveebedrijven, blijkt dat slechts 10 procent van de ammoniakemissie neerslaat binnen een straal van 500 meter rondom de puntbron (de stal). De overige 90 procent komt, zoals gezegd terecht in de stikstofdeken, samen met de emissie van voornamelijk stikstofoxiden, afkomstig van industrie en verkeer. Van de 10 procent emissie slaat het overgrote deel neer binnen 200 meter van de puntbron. Uit het onderzoek blijkt namelijk dat de depositie scherp afneemt vanaf de bron.

Aan de hand van isotopen van stikstof hebben de onderzoekers ook aangetoond dat de concentratie ammoniak die te herleiden is naar de stal (vnl. 14N) afneemt naarmate de afstand tot de stal toeneemt. Dichtbij de stal is 75 procent van de gedeponeerde stikstof herleidbaar tot de stal, op 500 meter is dat nog maar 25 procent.

In het onderzoek is ook gekeken naar een toepassing van het OPS-model waarbij onze gemeten NH₃ lucht concentraties en depositie werden gesimuleerd. De uitkomsten van dit model sluiten goed aan als het gaat om de meetwaardes. De combinatie modeluitkomsten en meetwaardes laten zien dat de veehouderij een behoorlijke stikstof uitstoot in de vorm van ammoniak heeft, maar dat deze vooral terecht komt in de 'anonieme', niet herleidbare stikstofdeken in de atmosfeer en slechts beperkt neerslaat dichtbij de puntbron. De beleidsmatige consequentie is dat de kritische depositiewaarde (KDW), die geldt voor de depositie van reactieve stikstof op Natura2000-gebieden niet geschikt is om de uitstoot van ammoniak en andere stikstofverbindingen op bedrijfsniveau te sturen, vanwege de te grote afstand (> 300 m) tot de puntbron.

Het huidige beleid gericht op piekbelasters dichtbij natuur zal dus niet effectief zijn omdat het niet tot meetbare verschillen in stikstofbelasting in de beoogde natuurgebieden leidt (behalve voor stallen op minder dan 300 meter van een natuurgebied). In plaats van te sturen op depositie is het veel effectiever om te sturen op emissie door beheers- en technische maatregelen. Daar hebben niet alleen de Natura2000-gebieden baat bij, maar alle natuur.

Er zijn diverse mogelijkheden om de ammoniakemissie uit de veehouderij te reduceren, anders dan reductie van de veestapel. Naast technische maatregelen, zoals mestverwerking met terugwinning van reactieve stikstof en fosfaat als vervanger van kunstmest (*renure*), kan de veehouder ook sturen op samenstelling van voer (minder eiwitrijk, supplementen) en graslandbeheer (beweiding, mestgift).

Sturing op in- en uitgaande mineralenstromen heeft in de periode 1996 tot 2006 al geleid tot het verminderen van de stikstofemissie met 60 tot 70 procent. Met de afrekenbare stoffenbalans¹ kan het verlies aan stikstof en andere nutriënten in kaart worden gebracht, zowel voor de boer zelf als voor toezichthoudende instanties.

¹ Zie Eindadvies van het Adviescollege Stikstofproblematiek 'Niet alles kan altijd en overal'.

Kader: Mogelijkheden voor emissie reductie anders dan reductie veestapel

Wanneer de focus in het beleid komt te liggen op het terugdringen van de ammoniakemissie dan zien wij de volgende mogelijkheden waarin het bewerken van mest centraal staat.

Door de mest te bewerken zodanig dat de stikstof volledig gemineraliseerd wordt en direct beschikbaar is voor de plant worden de emissies vanuit de stal en door bewaring van mest verlaagd. Daarmee worden denitrificatie en ammoniakvervluchtiging beperkt. Dezelfde bewerking voorkomt ook methaanemissie uit stallen en mest. Bovendien kan de bewerkte mest op het eigen bedrijf worden benut als meststof (renure) en daarmee kunstmest vervangen. De eigen mest is dan opgewarderd tot een groene kunstmest. Door bewerking van de mest wordt de stikstofemissie bij bemesting verminderd. De bewerking van mest draagt optimaal bij aan een circulaire landbouw.

Niet alleen door de technische bewerking van mest wordt stikstof uit de mest gemineraliseerd. Dit is ook mogelijk door het toevoegen van nitrificatieremmers en ureaseremmers aan mest of aan de voeding van het vee.

Voeding en bemesting blijven belangrijke sleutelfactoren om de emissie van stikstof en de bijdrage aan de stikstofdeken te reduceren.

Over het Mesdagfonds

Het Mesdagfonds stimuleert, bevordert en financiert activiteiten gericht op vernieuwing en innovatie op het erf en in de melkveehouderij om doelen met betrekking tot melkkwaliteit, bedrijf en milieu in samenhang te realiseren.

Noot voor de redactie, niet voor publicatie: Voor een overzicht van de uitkomsten van het onderzoek verwijzen we naar de bijlage met kernvragen en antwoorden en naar het persbericht van de Universiteit van Amsterdam.

Voor meer informatie kunt u contact op nemen met Lubbert van Dellen 06-53725793 of Corine Peek 06-10669155.

Bijlage bij persbericht

Onderzoeksvragen en antwoorden van het door de Universiteit van Amsterdam in opdracht van het Mesdagfonds uitgevoerde onderzoek

In deze tekst worden de onderzoeksvragen weergegeven, gevolgd door de eerste interpretaties door het bestuur van het Mesdagfonds. Daarna volgen aanvullingen en soms aanpassingen van de Universiteit van Amsterdam. Elke vraag wordt gevolgd door antwoord, achtergrond en motivering.

1. Wat zijn de temporele en ruimtelijke patronen van stikstofdepositie rond twee bedrijven met een verschillende relatieve bijdrage van NH₃ en NO_x?

Antwoord en interpretatie door Mesdagfonds:

De ruimtelijke en temporele patronen van stikstofdepositie rond twee melkveebedrijven laten zien dat minimaal 80% en in de meeste gevallen meer, niet in de directe omgeving van de stallen neer komt maar bijdraagt aan de zogenaamde stikstofdeken op grotere hoogte.

Tussen de 5% en 15% van de uitstoot is te vinden als depositie in een cirkel rond de boerderij met een straal van 500 meter. De depositie neemt exponentieel af vanaf de bron. In de directe omgeving van de stal is de depositie ongeveer 49 kg N per ha per jaar en maximaal 26 kg N per ha op 500 meter vanaf de bron.

De analyse met 14N /15N verhouding laat zien dat zeer dicht bij de bron 75% van de stikstof te relateren is aan de stal (14N) en 25% aan andere bronnen (15N). Op een afstand van 500 meter is 25% te relateren aan de stal en 75% aan andere bronnen.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

Om in te gaan op de factoren die in de interpretatie van Mesdag naar voren kwamen, zie vraag 4. Met betrekking tot de spatiotemporele patronen: Uit analyse bleek dat atmosferische NH₃-concentraties voornamelijk werden aangedreven door temperatuurschommelingen, neerslag, landbouwpraktijken, de nabijheid van de stal, windomstandigheden en seizoensgebonden variaties, waarbij het positieve effect van temperatuur de meest prominente rol speelde. Het deel van de gemeten atmosferische NH₃-concentraties dat terug te voeren is op de melkstal is afgenomen van 75% nabij de stal naar 25% op een afstand van 500 meter afstand voor beide bedrijven. Atmosferische NH₃-waarden daalden exponentieel vanuit de stal, met concentraties van 34,0 ug NH₃-N/m³ op 15 meter, en 5,8 ug NH₃-N/m³ op 500 meter (Friesland).

Evenzo werd de spatiotemporele dynamiek van bulk NH₄⁺-depositie geleid door temperatuurschommelingen, neerslag, landbouwpraktijken, de nabijheid van de stal, windomstandigheden en seizoensgebonden variaties, waarbij regenval en landbouwpraktijken naar voren kwamen als de meest dominante factoren. Het deel van de gemeten bulk NH₄⁺ depositie dat terug te voeren is op de stal is afgenomen van 50% nabij de stal naar 20% op een afstand van 500 meter afstand. De bulk NH₄-depositie vertoonde een sterke afname met afstand, waarbij de gemiddelde waarden daalden van 48,6 kg NH₄⁺-N/ha/jaar op 15 meter, naar 25,9 kg NH₄⁺-N/ha/jaar op 500 meter (Friesland).

Gemiddeld droeg droge depositie bij aan 45% van de bulkdepositie (Friesland), hoewel opgemerkt moet worden dat deze droge depositie niet alle processen omvat, omdat interacties met vegetatie, bodem en microben niet worden meegeteld.

2. Is een bemest grasland een NH₃-uitstoter of gebruiker? Welke omstandigheden beïnvloeden dit?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

Het is niet mogelijk om expliciet antwoord te geven op de vraag of een bemest grasland een uitstoter of een gebruiker van NH₃ is. De kenmerken zoals bodem, samenstelling, structuur en textuur, grondwaterspiegel en omgevingscondities, organisch materiaal in de bodem, weer inclusief temperatuur beïnvloeden de aerobe en anaerobe processen die het uiteindelijke resultaat dicteren van een gebruiker of een uitstoter van NH₃.

Met de nuances dat een goed bemest grasgewas een uitstoot van 12 kg per ha kan hebben, bestaande uit 9 kg kunstmest en 3 kg uit moleculaire bodemprocessen.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

Wij zijn het eens met bovenstaande interpretatie: we kunnen in het algemeen niet zeggen of een willekeurig bemest grasland een NH₃ uitstoter of gebruiker kan zijn. We weten wel welke factoren dit beïnvloeden op basis van literatuur (de hierboven genoemde factoren) - maar niet uit ons onderzoek - er stonden immers geen experimenten in met verschillende grondsoorten, grondwaterstanden, etc.

Wat ons onderzoek betreft, hebben we vastgesteld dat de balans wordt aangedreven door de emissie als gevolg van de mesttoediening. Op het moment van mesttoediening is de nettoflux positief (emissie >>> depositie). Dit duurt 3-5 dagen na het uitrijden van mest, wat leidt tot een netto-uitstoot van 9 kg N ha⁻¹ y⁻¹. Ondertussen vervaagt de piek geleidelijk. Tussen mesttoedieningen en in de winter is er een veel lagere netto flux, die soms positief en soms negatief is. Blijkbaar houden de twee bruto processen (emissie en depositie) elkaar in evenwicht en is het niet te verwachten dat in die periode van lage activiteit een van de bruto processen zo sterk verandert dat de netto flux ook verandert. Het netto-effect van deze periode is een emissie van 3 kg N ha⁻¹ y⁻¹.

Het seizoen is dus op te delen in twee delen: een korte periode (3-5 dagen) tijdens en na het uitrijden van mest en periodes zonder mesttoediening. De periode van mesttoediening resulteert in een hogere nettoflux en bepaalt dus vooral de uitstoter/gebruiker balans. Wij verwachten dat de beheersing op de uitstoter/gebruiker balans door mesttoediening overal op grasland in Nederland geldt (met altijd een netto uitstoot van N direct na het uitrijden van mest), de exacte hoogte van de emissies zal echter van situatie tot situatie verschillen.

3. Kunnen we deze lokale patronen simuleren met het OPS-model?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

Het OPS-model wordt gebruikt om de lokale patronen van chemische en fysische processen te simuleren die resulteren in lokale emissie en depositie van NH₃. De simulaties worden geëvalueerd door middel van metingen. Eerdere validaties waren niet overtuigend, maar de huidige evaluatie toont een redelijke overeenkomst tussen metingen en simulaties.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

Het korte antwoord op de vraag of OPS lokale patronen van NH₃-concentratie en afzetting kan simuleren: ja.

Voor lokaal nauwkeurige voorspellingen (zeg: afstanden <500 m van de bron), heeft dit model emissie nodig als input (niet alleen de hoeveelheid, maar ook de hoogte waarop het wordt vrijgegeven in de atmosfeer van de bron), evenals lokale weersomstandigheden (met name windsnelheid en -richting, temperatuur, relatieve vochtigheid en neerslag).

Voor voorspellingen op een grovere schaal (zeg: afstanden > 500m) is de werkelijke geometrie en hoogte van de emissiebron niet meer zo relevant. Als deze gegevens beschikbaar zijn, zal dit model de herverdeling van NH₃ nauwkeurig voorspellen.

We hebben het model zonder herkalibratie op de gegevens toegepast en het paste zowel bij het ruimtelijke patroon als bij de absolute hoeveelheden van de gemeten NH₃-concentraties en kwam ook heel goed overeen met het depositiepatroon gemeten door de bulkdepositiemonsters.

Bovendien waren de modelresultaten *consistent* met de hoeveelheid gemeten NH₃-depositie door de bulkdepositiemonsters: deze monsters maten minder dan de hoeveelheid depositie voorspeld door OPS, wat theoretisch het geval zou moeten zijn omdat de samplers geen binnenkomst van NH₃ in planten en bodem meten.

In 4 scenario's die steeds meer overeenkwamen met de realiteit, werd de match tussen OPS-output en waargenomen NH₃-concentratie en -depositie steeds beter. Het eenvoudigste scenario had een puntbron van NH₃-emissie zoals een schoorsteen; Het meest uitgebreide scenario had een geometrie voor de stal die leek op de echte stal en mesttoediening homogeen over de omliggende velden.

4. Welk deel van de uitgestoten NH3 wordt binnen 500m van het bedrijf afgezet? a) Binnen cirkels met straal 0-100 en 100-500 meter rond de boerderij? b) Hoe representatief is dit?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

De uitgestoten NH3 draagt voor minimaal 80% bij aan de stikstofdeken en minder dan 20% wordt lokaal afgezet in een cirkel rond de melkveebedrijven met een straal van 500 meter en een exponentiële afname van de bron naar de straal van de cirkel. Maximaal op 500 meter van de bron, de stal, is NH3 te zien. Hoewel nauwelijks te onderscheiden van de NH3 in de deken.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

De vraag overlapt voor een groot deel met vraag 1. We zullen deel a) beantwoorden met betrekking tot de waarden die zijn verkregen via verschillende methoden in de onderstaande tabellen. De bovenste tabel geeft de depositie van NH3-waarden in kg N per jaar en de onderste tabel als percentages van de totale NH3-uitstoot uit de stal. In de blauwe cellen van de tabellen vertegenwoordigen de drie rijen de drie delen van de depositie die we hebben onderscheiden in de verschillende methoden om de NH3-verdeling in deze studie te beoordelen. De drie kolommen (links een set van 3 voor <100m rond stabiel, en rechts een set van 3 kolommen voor 100-500m rond stabiel) vertegenwoordigen de drie verschillende methoden.

De tabel laat zien dat het model (het OPS-model) geen onderscheid maakt tussen verschillende soorten droge depositie (aangegeven door de verticale zwarte lijnen), terwijl de samplers niet het deel van de droge depositie meten dat door planten wordt opgenomen (het rode streepje). De raaigras biomonitor (Italiaans raaigras, *Lolium multiflorum*) maakt geen onderscheid tussen de verschillende soorten depositie. Daarnaast is het belangrijk op te merken dat de N in de raaigras biomonitor ook alle N afkomstig van NO_x omvat.

N-distribution from stable without background concentration, for a complete year. All values in kg N y⁻¹. Emission from the stable was 6640 kg N y⁻¹. Transport to outside system (using the deposition values for the OPS model): 6573 kg N y⁻¹.

Deposition:	In circle 100 m around stable			In 100-500 m ring around stable		
	model	samplers	ryegrass	model	samplers	ryegrass
Dry dep. without uptake by plants		13			147	
Dry dep. only uptake by plants	66	-		511	-	
Wet deposition	0.8	7	477	6	79	2204

N-distribution from stable without background concentration, for a complete year. All numbers are percentages of the total emission from the stable (6640 kg N y⁻¹). Transport to outside the system, assuming the depositions values for the OPS model): **91.2%**

Deposition:	In circle 100 m around stable			In 100-500 m ring around stable		
	model	samplers	ryegrass	model	samplers	ryegrass
Dry dep. without uptake by plants		0.20%			2%	
Dry dep. only uptake by plants	1%	-		8%	-	
Wet deposition	0%	0.10%	7%	0%	1%	33%

Rekening houdend met de beperkingen van alle drie de methoden, denken we dat het model de beste schatting geeft van de verdeling van NH₃ die uit de stal wordt uitgestoten: 1% valt in de 100 m-cirkel en nog eens 8% in de 100-500m-cirkel. Als deze methode op de een of andere manier 50% zou afwijken (de schatting van de natte depositie lijkt een beetje laag, in vergelijking met waarden uit de literatuur), zouden we nog steeds waarden van 1,5% en 14% bereiken voor de cirkels van 100 m en 200-500 m. In ieder geval ver onder de 20%.

Deel b van de vraag ('hoe representatief is dit') interpreteren we als de vraag of de patronen die in dit onderzoek op de twee bedrijven zijn gevonden (ongeveer) van toepassing zouden zijn op elk bedrijf in Nederland. We denken van wel: de uitstoot kan verschillen en ook de lozingspunten kunnen wat verschillen tussen verschillende bedrijven, maar het fysieke transportproces van NH₃ is overal hetzelfde.

Factoren zoals de mate van N-verzadiging van de vegetatie, oppervlakteruwheid (van verschillende vegetaties) en landbouwpraktijken zullen echter verschillen, dus *op een zeer gedetailleerd niveau* kunnen deze resultaten niet op een eenvoudige manier op een ander bedrijf worden toegepast. Ook zullen de resultaten *van jaar tot jaar een beetje variëren* als gevolg van verschillende weersomstandigheden (voornamelijk temperatuur- en neerslagpatronen) - maar we verwachten dat dit effect klein zal zijn.

5. Kunnen we stikstofdepositie rond een boerderij en in beschermde natuurgebieden meten met behulp van biomonitoren of bio-indicatoren als lowtech betrouwbare methode?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

Uit de onderzoeken met de biomonitoren is heel duidelijk gebleken dat verschillende biomonitoren gebruikt kunnen worden om op een eenvoudige en betrouwbare manier de stikstofdepositie rond het bedrijf en in natuurgebieden te kwantificeren. Kalibratie van biomonitoren met fysische en chemische metingen is echter vereist.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

In dit onderzoek gebruikten we drie verschillende biomonitoren: raaigras, mos en periphyton. Alle biomonitoren weerspiegelden de ruimtelijke patronen van ammoniak. Vermeldenswaardig is dat biomonitoring geen eenvoudige methode is die door boeren zelf kan worden uitgevoerd. We kunnen het doen omdat we studenten kunnen gebruiken als goedkope arbeidskrachten. Het is echter low-tech. Of het een goede methode is, kan op basis van twee criteria worden gebaseerd. Passen de cijfers in het plaatje en komen de patronen van de totale depositie overeen met andere, gerelateerde metingen? Voor raaigras zijn de aantallen veel hoger dan alle andere depositiegetallen, maar de patronen zijn correct. Het is onduidelijk wat de oorzaak is van deze discrepantie. Dit zal het onderwerp zijn van verder onderzoek. Idealiter zouden biomonitoren, na meer onderzoek, geschikte proxy's kunnen zijn om stikstofbelastingen te beoordelen in zowel het terrestrische als het aquatische milieu van landbouwgrondsysteem.

	Ryegrass			Mos	Periphyton		Phytoplankton
	Biomass	TN	D15N		D15N	Biomass	
Labour intensity		High		Medium	Low	High	Intermediate
Laboratory analysis	No		Yes	Yes	No	Yes	Yes
Absolute number	When method is perfected		No	No		No	When method is perfected
Spatial patterns		Yes		Yes		Yes	Yes
Temporal resolution		Medium		Low	Low	High	Medium

6. Kunnen we de natuurlijke abundantie van stikstofisotopen in biomassa gebruiken voor de bepaling van de bron, of het nu gaat om landbouw gerelateerd NH₃, N₁₄ of industrie- en mobiliteit gerelateerde NO_x, N₁₅?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

De natuurlijke abundantie van stikstofisotopen in biomassa kan worden gebruikt voor bronbepaling. Er kan worden aangetoond dat N₁₅ voornamelijk te wijten is aan industriële en mobiliteitsactiviteiten en niet wordt aangetroffen in NH₃. Dat deel van stikstof is een gevolg van landbouwactiviteit. N₁₄ domineert daar.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

Op basis van de patronen van de n₁₅/n₁₄ verhoudingen in biomassa, gevormd op verschillende afstanden van het bedrijf, kun je geen kwantitatieve uitspraken doen over de bijdrage van de verschillende vormen van N (NH₃ en/of NO_x) op verschillende afstanden van het bedrijf.

Uit de gegevens kun je echter wel concluderen dat dicht bij het bedrijf de n₁₄ bijdrage van NH₃ groter is dan op grotere afstand. Hieruit krijg je een schatting van de relatieve depositiepatronen afkomstig van het bedrijf. Dit beeld is zichtbaar in meerjarig mos, maar ook in periphyton gevormd in twee weken.

**7. Wat is de rol van de zogenaamde stikstofdeken ten opzichte van directe depositie van de bron?
De directe depositie lijkt zeer beperkt te zijn , minder dan 20%?**

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

De rol van de deken van stikstof is de bijdrage aan een toename van stikstofdepositie op de achtergrond zonder kennis van de bron. Als gevolg van veranderende landbouwpraktijken kan dat in de afgelopen tien jaar zijn veranderd, maar een duidelijk bewijs is niet mogelijk op basis van de feiten en cijfers in dit onderzoek .

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

De achtergrondstikstofdepositiewaarden werden gekwantificeerd door op elk meetmoment de laagste waarde van de vier verste punten in de bulkdepositiemetingen te nemen. De resultaten zijn weergegeven in figuur 7.1. Deze waarden lijken in de loop van de tijd te variëren, wat wordt verwacht omdat de depositie wordt beïnvloed door neerslag, temperatuur en luchtstromen (het patroon volgt de neerslag vrij goed). Gemiddeld was de achtergronddepositie 5,6 kg [NH₄⁺-N]/ha, hoewel moet worden opgemerkt dat deze waarde het effect van landbouwpraktijken omvat.

Merk op dat deze achtergrond NH₄⁺ depositiewaarden werden gemeten door de bulk depositie samplers en dus een onderschatting van de totale achtergrond-depositie. Maar het is veilig om aan te nemen dat de verhouding van deze waarde ten opzichte van de andere (hogere) bulkdepositiemetingen representatieve relatieve bijdragen zijn van de totale achtergronddepositie. Deze relatieve bijdragen zijn weergegeven in figuur 7.2.

Volgens het model is de bijdrage van de achtergronddepositie binnen de straal van 500 m rond de stal groter dan 80%; Volgens de bulkmetingen was dit gemiddeld 80% (deze waarde zou lager zijn, omdat dit het effect van praktijken omvat; Figuur 7.2).

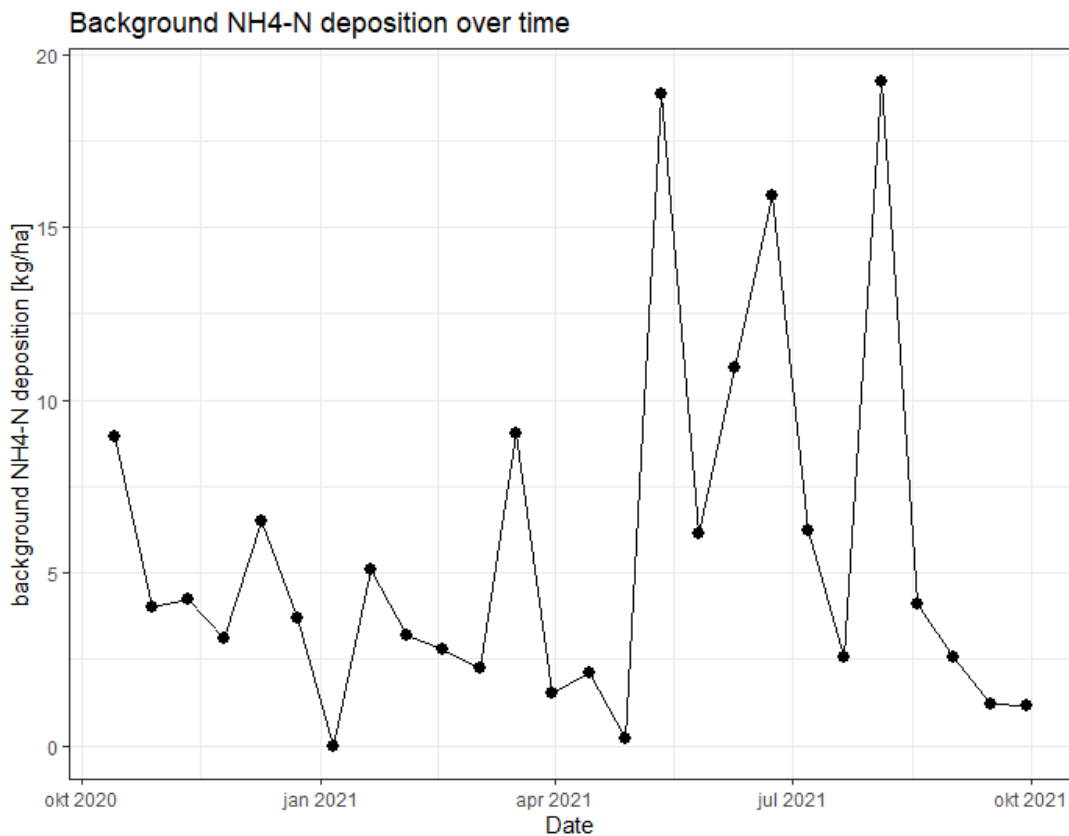


Figure 7.1 Background deposition of NH4-N (kg/ha) over time, based on observations with bulk samplers.

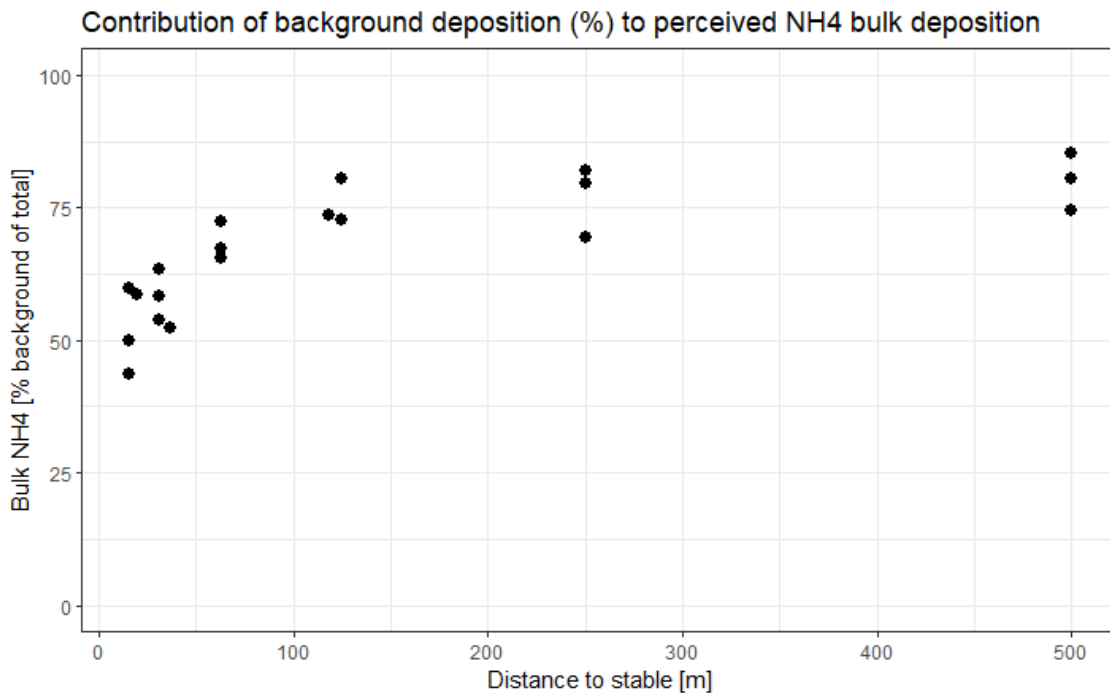


Figure 7.2 Proportion of background deposition of NH4-N at different distances from the stable, based on observations with bulk samplers.

8. Is het nauwkeurig mogelijk om de rol van natte en droge depositie te kwantificeren? Niet indirect met een balansanalyse maar met directe metingen?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

Een expliciete identificatie van de bijdrage van droge of natte depositie is niet mogelijk als gevolg van dit onderzoek, alleen een expliciete indirecte schatting is mogelijk met behulp van de zogenaamde circulaire loop, een dure en tijdrovende proefopzet. Daarom wordt gebruik gemaakt van de circulaire analyse. Op dit moment lijkt dat acceptabel te zijn. De omvang van de indirecte schatting van droge depositie is echter zeer variabel en voor verificatie onbetrouwbaar.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

We zijn het eens met de bovenstaande stelling, maar willen de vraag graag nuanceren.

Als de vraag is: is het in principe mogelijk om natte en droge depositie te kwantificeren door directe waarnemingen, dan is het antwoord ja! Maar om dit te doen met een hoge ruimtelijke resolutie zou extreem duur zijn omdat iemand een ruimtelijke reeks fluxtorens, gasuitwisselingskamers of andere vergelijkbare (dure en geavanceerde apparatuur) nodig zou hebben om de depositieflux met een hoge ruimtelijke resolutie te meten.

Als de vraag is: werden zowel droge als natte depositie gemeten met een hoge ruimtelijke resolutie in dit onderzoek, dan is het antwoord nee. Alleen bulkdepositie (natte depositie, samen met een deel van de droge depositie) werd ruimtelijk verdeeld gemeten, terwijl natte depositie op slechts één locatie werd gemeten.

De extrapolatie van de natte depositie werd tot nu toe gedaan door aan te nemen dat dezelfde verhouding van nat: droog op alle locaties van toepassing zou zijn in vergelijking met de locatie waar ze gezamenlijk werden waargenomen (deze aanname van een constante verhouding is waarschijnlijk verkeerd, en we zullen een goed model moeten definiëren om een meer correcte extrapolatie van natte depositie te krijgen).

9. Is een overtuigende meting en validatie mogelijk voor de modellen die worden gebruikt voor distributie op lokaal niveau?

Antwoord en interpretatie door Mesdag Fonds:

De informatie over de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de validatie van modellen die op lokaal niveau worden gebruikt, is twijfelachtig en vereist verdere analyse. De huidige resultaten van dit onderzoek kunnen de basis vormen voor dat aanvullend onderzoek.

Achtergrond en verantwoording door Universiteit van Amsterdam:

We zijn het er volledig mee eens dat er meer ruimte is voor toekomstig onderzoek: zoals de gegevens in de tabellen bij vraag 4 laten zien, zijn er verschillende discrepanties tussen de verschillende methoden die moeten worden uitgelegd.

Als de vraag hier echter is of het OPS-model (of een chemisch deeltjestransport- en depositiemodel) meer validatiestudies nodig zou hebben om op lokale schaal te worden getest, denken we het volgende.

Het model bevat meerdere statusvariabelen en validatie kan op elk van deze variabelen worden toegepast (afzonderlijk of in combinatie). De twee belangrijke variabelen in deze studie zijn de NH₃-concentratie in de lucht en de NH₃-depositieflux. Als modelvalidatie (voor toepassing bij fijnmazige ruimtelijke voorspellingen) wordt gevraagd voor NH₃-concentratie in de lucht: ja, dit is gedaan in onze studie (net als in andere studies). Wij denken dat OPS uitgebreid gevalideerd is met betrekking tot transport/distributie van stoffen in de lucht.

Als modelvalidatie (voor toepassing bij fijnmazige ruimtelijke voorspellingen) wordt gevraagd voor NH₃-depositie: ja, het kan, maar dit is niet gedaan in onze studie (slechts gedeeltelijke validatie, zouden we beweren - zie vraag 3). Er is zeker ruimte om dit onderdeel van OPS te valideren en waarschijnlijk ook om de depositie-component van het model te verbeteren. Verder onderzoek naar het testen en verbeteren van OPS voor gebruik op lokale schaal wordt momenteel uitgevoerd bij het RIVM. Merk op dat het toepassen van validatie van NH₃-depositie met een hoge ruimtelijke resolutie extreem duur zou zijn omdat iemand een ruimtelijke reeks fluxtoren, gasuitwisselingskamers of andere vergelijkbare (dure en geavanceerde) apparatuur nodig zou hebben.