



A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

KvK Utrecht 30276683

T 088 689 91 11
info@rivm.nl

Expert paper RIVM voor het Rondetafeldebat van 23 februari 2022

Inleiding

Voor het Rondetafeldebat Kwaliteit Stikstofcijfers van 23 februari as. is het RIVM gevraagd in een 'Expert paper' in te gaan op een viertal vragen. De vragen waar het om gaat zijn:

1. Wat is de kwaliteit van de informatie die nu beschikbaar is over de hoeveelheid stikstofdepositie in natuurgebieden?
2. Wat zijn de belangrijkste onzekerheden in de metingen en de modellen? Wat is de oorzaak daarvan?
3. Wat zijn de implicaties van de onzekerheden voor het stikstofbeleid en/of de vergunningverlening?
4. Wat is er nodig om de kwaliteit van de metingen en de modellen te vergroten? Als u een ruim budget zou krijgen om de metingen of modellen te verbeteren, waar zou u dan als eerste op inzetten?

Alvorens dieper op deze afzonderlijke vragen in te gaan, wordt hier in het kort beschreven wat de voornaamste uitgangspunten zijn ten aanzien van onze methode om de stikstofdepositie te bepalen. Bij het bepalen van de stikstofdepositie op verschillende oppervlakken, waaronder op natuurgebieden, gaat het om verschillende aspecten:

- Inzicht in de ruimtelijke verdeling van de depositie
- Inzicht in de ontwikkeling in de tijd (zowel verleden als toekomst) van de depositie
- Inzicht in de bijdrage van verschillende bronnen aan de depositie
- Zo nauwkeurig mogelijke vaststelling van de depositie

Datum

16 februari 2022

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

Behandeld door

Albert Bleeker
Afdeling SMO

Een dergelijke combinatie van aspecten kan niet door alleen modellen of alleen metingen 'gevangen' worden. Zo geven metingen over het algemeen een zo goed mogelijk beeld van de heersende situatie op een bepaalde locatie, maar zijn deze niet (of maar zeer beperkt) in staat om inzicht te geven de situatie in de toekomst of de bijdrage van de verschillende bronnen aan de stikstofdepositie. Het verkrijgen van een beeld van de ruimtelijke verdeling van de depositie alleen op basis van metingen is om praktische en financiële gronden onhaalbaar. In het stikstofdossier zal daarom altijd gebruik gemaakt moeten worden van modellen (ruimtelijke verdeling, toekomst en bronbijdrage). Om de resultaten van het stikstofdepositiemodel zoveel mogelijk overeen te laten komen met de metingen is een combinatie van model en meting daarom noodzakelijk. Een dergelijke combinatie is de basis van de systematiek die door het RIVM gehanteerd wordt.

Datum

16 februari 2022

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

In 2020 heeft het adviescollege Hordijk de opdracht gekregen om te beoordelen of de huidige systematiek voor het bepalen van de hoeveelheid stikstof die op een Natura 2000-gebied neerkomt, voldoende wetenschappelijke onderbouwing biedt voor het stikstofbeleid in Nederland. In haar eindrapport heeft de Commissie aangegeven dat de beleidsvragen over bronbijdragen, depositieniveaus op Natura 2000-gebieden en herkomst van de depositie met het huidige meet- en rekensysteem voldoende nauwkeurig kunnen worden vastgesteld. Wel heeft adviescollege in haar advies aanbevelingen gedaan om via aanpassingen aan het meet- en modelinstrumentarium onzekerheden in de depositiebepaling te verkleinen. Het adviescollege concludeerde tegelijkertijd in haar eindrapport dat modellen gebruikt blijven worden voor beleidsonderbouwing en evaluatie van beleid en dat deze niet vervangen kunnen worden door metingen alleen.

1. Wat is de kwaliteit van de informatie die nu beschikbaar is over de hoeveelheid stikstofdepositie in natuurgebieden?

Zoals in de inleiding is aangegeven, wordt de stikstofdepositie in Nederland bepaald via een combinatie van metingen en modelberekeningen. Met behulp van verspreidings- en depositiemodellen kan op basis van emissiegegevens de depositie op verschillende ruimtelijke en tijdsschalen berekend worden. Naast informatie over de emissie (uitstoot) van stoffen, zijn ook gegevens over de chemische omzettingssnelheden, meteorologische omstandigheden en ruwheid van het oppervlak nodig. Nadat het model de concentraties in de lucht en/of de depositie naar het oppervlak heeft berekend, wordt dit geschaald met de beschikbare metingen. Op deze manier worden de berekende waarden zo goed mogelijk in overeenstemming gebracht met de situatie in het veld. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de kwaliteit van de emissies, modellen en metingen.

Emissies

De berekende waarde van de stikstofdepositie in een natuurgebied start bij de uitstoot (emissie) van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) in Nederland en het buitenland. Daarbij is de emissie de omvang van de activiteit (bijvoorbeeld het aantal koeien of het aantal autokilometers) vermenigvuldigd met de emissiefactor (per koe respectievelijk per autokilometer) voor NO_x en NH₃.

Datum

16 februari 2022

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

Op basis van ruim 200 (basis) registraties en modellen – veelal gegevens van CBS en RVO (Gecombineerde Opgave) – bepaalt de Emissieregistratie de emissies van de activiteiten per locatie (het aantal koeien op een bedrijf, gereden autokilometers per wegvak, gasverbruik per wijk etc.). Vervolgens wordt deze vermenigvuldigd met specifiek voor Nederland geldende emissiefactoren (bijv afgeleid op basis van metingen door TNO (verkeer) en WUR (landbouw)). Waar landspecifieke emissiefactoren niet voorhanden zijn wordt gebruikt gemaakt van emissiefactoren uit de internationale richtlijnen. Daarnaast geldt voor de belangrijkste uitstoters in de industrie dat zij via een door hun bevoegde gezag te accorderen rapportage (het eMJV of elektronisch Milieujaarverslag) hun emissies moeten rapporteren. Daarbij wordt 80-90 procent van de stikstofemissie vanuit de sector Industrie op bedrijfsniveau gerapporteerd. De overige 10-20% van de industriële emissies worden (net zoals die voor de emissies uit de niet industriële sectoren) aan de hand van de activiteitsdata berekend.

Kwaliteit

De Emissieregistratie is een samenwerkingsverband van RIVM, CBS, PBL, WUR en Deltares met medewerking van diverse partijen waaronder TNO. Door deze samenwerking is expertise over alle emissiesectoren binnen de Emissieregistratie beschikbaar. Het doel is het opleveren van een eenduidige dataset met zo hoog mogelijke kwaliteit voor alle nationale en internationale emissierapportages. De internationale emissierapportages voor broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen worden jaarlijkse aan internationale reviews onderworpen. Onder andere naar aanleiding van deze reviews worden er jaarlijks verbeteringen doorgevoerd in de emissiebepalingen. Daarbij wordt voorrang gegeven aan die emissieoorzaken die het meeste bijdragen aan de onzekerheden van de totale emissie. Het detailniveau waarop emissiebronnen in Nederland in beeld zijn, is hoog in vergelijking met andere Europese landen. Dit geldt zowel voor de emissielocaties als voor de emissiesterktes. In de afgelopen jaren is de Emissieregistratie steeds verder verfijnd en bevat o.a. ook emissies van kleine emissieoorzaken zoals gerookte sigaretten, gebrande kaarsen, uitgebrande auto's, liters verbruikte schoonmaakammoniak in huishoudens en de hoeveelheid emissies uit mest van huisdieren in Nederland.

De Emissieregistratie levert uiteindelijk de emissies per jaar op de kaart met voor elke bedrijf een puntbron, voor elk wegvak een lijnbron met bijvoorbeeld jaarlijks het aantal auto's per autotype. En voor veel andere activiteiten een oppervlaktebron gekoppeld aan het landgebruik. Deze dataset vormt de basis voor de modellering van de concentratie van stikstof in de lucht, de depositie op de

bodem en tenslotte de ijking van het gemodelleerde resultaat a.d.h.v. de gemeten waarden in de meetnetten.

Datum

16 februari 2022

Modelleren

Op basis van de emissies op de kaart berekent het RIVM met het zogenaamde OPS-model de grootschalige concentratie- en depositiekaarten voor Nederland (de GCN/GDN-kaarten). Het OPS-model is een veel gebruikt verspreidingsmodel en combineert een Gaussisch pluimmodel met een trajectoriemodel voor de langere afstand van de bron. Het kenmerkt zich door een hoog detailniveau en een snelle rekentijd. Naast de emissies (op locatie, samen met de emissiekenmerken zoals uitstoothoogte) uit de Emissieregistratie, worden ook KNMI-gegevens (zoals windrichting en -snelheid) en ruwheid van de bodem gebruikt voor het berekenen van de depositie. De GCN/GDN kaarten (op een resolutie van 1x1 km) zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen en geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit en depositie in Nederland zowel voor jaren in het verleden als in de toekomst. De nieuwe concentratiekaarten worden ieder jaar beschikbaar gesteld op 15 maart. De depositiekaarten volgen in juni.

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

Kwaliteit

Het adviescollege Hordijk heeft in haar eindrapport geconcludeerd dat het OPS-model geschikt is om de verspreiding van stikstof op lokale schaal te modelleren. Op grotere afstand wordt de berekening onzekerder. Het college geeft ook aan dat het OPS model de relatieve verdeling van de sectorbijdragen aan de depositie op natuurgebieden voldoende onderbouwt. Tegelijkertijd heeft het college aanbevelingen gedaan om het huidige instrumentarium te verbeteren. Zo gaat in samenwerking met TNO, KNMI, WUR en Universiteit Leiden het gebruik van modelensemble en van satellietmetingen in de huidige systematiek binnenkort nader onderzocht worden.

Metingen

Zoals al eerder aangegeven worden op verschillende locaties in Nederlands metingen uitgevoerd waarmee de gemodelleerde concentraties en depositie geïkt kunnen worden. Het RIVM meet hiervoor verschillende stikstofcomponenten verspreid over Nederland. Het gaat hierbij om de concentratie van ammoniak en stikstofoxiden in de lucht en hoeveel daarvan in droge of natte vorm neerkomt op de vegetatie en bodem. Dit doen we met verschillende typen meetapparatuur die verspreid door het land staat. Voor ammoniak bijvoorbeeld wordt de concentratie niet alleen in ruim 80 natuurgebieden maandelijks gemeten, maar op 6 locaties verspreid over het land ook uurlijks. De metingen worden gebruikt voor het ijken van modelberekeningen, het volgen van trends, en voor onderzoek. Het RIVM doet zelf metingen binnen het meetnet stikstof, maar we gebruiken ook metingen van andere regionale uitvoeringdiensten, kennisinstellingen en provincies. Daarnaast beoordeelt het RIVM de kwaliteit van nieuwe meetmethoden en onderzoeken we of we metingen van anderen, zoals bijvoorbeeld satellietwaarnemingen, kunnen gebruiken.

Kwaliteit

De metingen van de RIVM meetnetten zijn ingebed in een systeem van internationale vergelijkingsmetingen. Daarmee wordt de afstemming met buitenlandse meetactiviteiten zoveel mogelijk gewaarborgd. Met haar aantal meetpunten verspreid over het land heeft het Meetnet Ammoniak Natuurgebieden een goede ruimtelijke representatie. Dit wordt ook onderschreven door het adviescollege Hordijk. Tegelijkertijd was door het RIVM een verdere uitbreiding van het meetnet voorgesteld, om daarmee de modelonzekerheid verder te kunnen reduceren. Ook deze ontwikkeling werd door het adviescollege onderschreven en vervolgens overgenomen door het beleid. De uitbreiding betreft daarbij vooral het meten van meer stikstofverbindingen (salpeterzuur en samenstelling van fijnstof), het uitgebreider meten van stikstofoxiden in natuurgebieden en de droge depositie van stikstofverbindingen. Een groot deel van de aanbevelingen van het adviescollege was al in gang gezet of wordt na het advies nader uitgewerkt en geïmplementeerd. Zoals gezegd zal een verkenning plaatsvinden naar de bruikbaarheid van satellietwaarnemingen gaat verder onderzocht worden. De verwachting van het adviescollege is namelijk dat satellietwaarnemingen de huidige grondwaarnemingen kunnen ondersteunen.

Datum

16 februari 2022

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

2. Wat zijn de belangrijkste onzekerheden in de metingen en de modellen? Wat is de oorzaak daarvan?

Op alle onderdelen waarmee de depositie bepaald wordt (emissies, model, metingen) zijn onzekerheden aanwezig. De onzekerheid in depositieberekeningen hangt af van meerdere factoren en is verschillend per component (concentraties en deposities van ammoniak en stikstofoxiden). Samen resulteren deze onzekerheden in de totale onzekerheid van een berekening. De factoren kunnen grofweg worden onderverdeeld in drie categorieën:

a. *Onzekerheid in emissies*: Hieronder vallen onzekerheden in emissiefactoren, activiteitdata en onzekerheden in bronkenmerken, zoals de emissiehoogte, de samenstelling van emissies, et cetera. Voor het nationale emissietotaal van NH₃ en NO_x gelden onzekerheden van respectievelijk 31 en 17 procent (95% betrouwbaarheid interval) (Wever et al., 2020). Voor individuele projecten en bronnen kan dit anders zijn. In het geval van een nog te plannen activiteit is de emissie afhankelijk van de inschatting van met name de omvang van de activiteit zelf.

b. *Onzekerheid in de modellen*: dit valt ruwweg uiteen in de onzekerheid in de verspreiding en transport door de lucht en de verwijderingsprocessen in de atmosfeer en de depositie aan het aardoppervlak. Onzekerheid in de verspreiding bij de bron komt voor een groot deel door het chaotische proces van de turbulentie van de lucht. De onzekerheid in het transport - of anders gezegd de weg die wordt afgelegd van de bron tot de locatie waar de stikstof neerslaat – ‘de trajectorie’ is het gevolg van onzekerheden in meteorologische factoren (zoals windrichting,

windsnelheid, atmosferische stabiliteit etc.) en de atmosferische verwijderingsprocessen van de component (zoals chemische omzetting, droge en natte depositie). De onzekerheid door verspreiding en transport, zeker op grotere afstanden, is moeilijk in te schatten. In het algemeen kan gesteld worden dat deze onzekerheid toeneemt met de afstand tot de bron. De onzekerheid in de depositie op een bepaald (natuur)gebied wordt voor een groot deel bepaald door de onzekerheid in de droge depositiesnelheid van de stikstofcomponenten (NH₃, NO_x). Deze hangt af van onzekerheden in de kennis omtrent het depositieproces en de onzekerheden in de oppervlakte en vegetatiekenmerken van de locatie waar de depositie op plaatsvindt. De onzekerheid kan lokaal (bijvoorbeeld per hexagoon of hectare) groot zijn: tot een factor 2 (-50% +100%) (Velders et al, 2016, Van Jaarsveld, 2004).

Datum

16 februari 2022

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

c. Onzekerheid in de metingen: deze wordt bepaald door technische karakteristieken van de meetapparatuur en daarnaast door de onzekerheid ten gevolge van variaties in weersomstandigheden in combinatie met de omgevingskenmerken rond het meetpunt. De onzekerheid in de jaargemiddelde concentratie van stikstofcomponenten ligt rond de 10%. De onzekerheid in de natte depositie van stikstof is ca. 3%. De validatie van de depositieberekeningen vindt plaats aan de hand van metingen. In de validatie spelen de onzekerheden op alle onderdelen in de bepaling van de depositie een rol. Op basis van deze validatie is de onzekerheid in de totale stikstofdepositie op lokale schaal (1x1 km, ha-schaal) geschat op ca. 35% (1 sigma) (Hoogerbrugge et al., 2021). Hierbij was voor de schatting van de onzekerheid in de droge depositie slechts een beperkt aantal metingen beschikbaar. Inmiddels is dit aantal uitgebreid waarmee een betere schatting mogelijk is. Een voorlopige analyse op basis van de beschikbare droge en natte depositiedata laten een onzekerheid in de totale depositie zien van 15-20 % (1sigma). Voor de totale stikstofdepositie op nationale schaal (landelijk gemiddelde) is dit ca. 10-15%.

3. Wat zijn de implicaties van de onzekerheden voor het stikstofbeleid en/of de vergunningverlening?

Een belangrijke notie is dat onzekerheden altijd aanwezig zullen zijn en in het verleden is hiermee bij de vergunningverlening ook altijd rekening gehouden (denk aan de depositie grenswaarde uit de PAS-periode van 1 mol N/ha/j waaronder geen vergunning nodig was). Daarnaast zijn er doorlopend aanpassingen aan de bepalingen van de stikstofdepositie door voortschrijdende inzichten. Deze inzichten kunnen zowel betrekking hebben op nieuwe invoergegevens zoals emissies, landgebruikskaarten maar ook op inhoudelijke verbeteringen aan het model. Daarmee wordt er voor gezorgd dat er gebruik gemaakt kan worden van de beste beschikbare informatie van dat moment. Het is vervolgens aan het beleid om te beoordelen hoe om te gaan met deze onzekerheden en bijstellingen bij het formuleren van haar stikstofbeleid. Het beleid kan er vanuit gaan dat de bepalingen die beschikbaar zijn, de best beschikbare informatie is, uiteraard met een

onzekerheidsband. Of in statistische termen gesproken: de bepaling is de beste schatter van de depositie op dat moment.

Datum

16 februari 2022

4. Wat is er nodig om de kwaliteit van de metingen en de modellen te vergroten? Als u een ruim budget zou krijgen om de metingen of modellen te verbeteren, waar zou u dan als eerste op inzetten?

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

Als RIVM is het onze taak om constant te werken aan het verbeteren van de kwaliteit van de informatie die ten grondslag ligt aan diverse (beleids)analyses. Onze stikstofdepositiecijfers zijn gebaseerd op een systematiek waarbij meting en model gecombineerd wordt. Daarom zal het verbeteren van metingen en modelberekeningen hand in hand moeten gaan om de kwaliteit van de cijfers te verbeteren. Het adviescollege Hordijk heeft in haar eindadvies vastgesteld dat het Nederlandse meet- en modelinstrumentarium voor de doorrekening op nationale schaal al van voldoende tot goede kwaliteit is. Ook heeft het adviescollege mogelijkheden aangegeven voor een aantal verdere ontwikkelingen op modellerings- en meetvlak, waar op dit moment aan wordt gewerkt.

Modellering

Het detailniveau waarop emissiebronnen in Nederland in beeld zijn is hoog in vergelijking met andere Europese landen. Dit geldt zowel voor de emissielocaties als voor de emissiesterktes. Desalniettemin, is de validatie van emissiesterktes een continu punt van aandacht. Mogelijkheden om de emissiesterktes te valideren zijn door ze rechtstreeks te meten, maar de toenemende beschikbaarheid van satellietwaarnemingen maakt het tegenwoordig ook mogelijk om de emissies op regionale/nationale schaal af te schatten.

Een verdere mogelijkheid om de stikstofdepositie beter in kaart te brengen is om de uitkomsten van verschillende modellen te combineren (model ensemble). Er bestaan verschillende typen modellen, die verschillende positieve en negatieve eigenschappen hebben. Door nu de uitkomsten van de verschillende modellen te combineren ontstaat een resultaat waarbij het de verwachting is dat de kwaliteit van de stikstofdepositiecijfers in Nederland zou kunnen verbeteren.

Zoals al eerder aangegeven wordt binnen het Nationaal Kennisprogramma Stikstof (NKS) naar bovenstaande potentiële verbeteringen door het RIVM onderzoek gedaan samen met KNMI, TNO en WUR.

Metingen

Datum

16 februari 2022

Ons kenmerk

MIL-2022-0017

Het RIVM zet in op het uitbreiden van de metingen van de concentratie en depositie van de verschillende stikstofcomponenten, zowel binnen en buiten de natuurgebieden. Extra metingen zullen altijd de onzekerheid in de uiteindelijke stikstofdepositiecijfers verlagen. Deze ontwikkeling is ook door het adviescollege onderschreven en zijn er door het beleid op het gebied van metingen de afgelopen jaren de nodige toezeggingen voor uitbreidingen gedaan. Zo wordt het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit momenteel uitgebreid met twee extra meetpunten voor de concentratie van ammoniakzouten, twee extra meetpunten met uurlijkse metingen van ammoniakconcentratie en twee extra meetpunten voor natte depositie. Daarnaast wordt het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden uitgebreid met 10 extra meetlocaties in de directe nabijheid van landbouwgebieden.

Ook komen er zeven extra meetpunten voor de maandelijkse metingen van droge depositie van ammoniak. Er wordt verder gekeken naar de mogelijkheden van het toepassen van een alternatieve methode voor het meten van droge depositie van ammoniak op hoge tijdsresolutie (zogenaamde Eddy Correlatie) en er zullen campagnegewijze metingen gedaan worden van de droge depositie van stikstofoxiden (NO_x).

Naast het bovengenoemde onderzoek en de meetnetuitbreidingen acht het RIVM het verder wenselijk om jaarlijks een 'vrij' onderzoeksbudget te reserveren om verkennende/ad hoc metingen te kunnen verrichten en onvoorziene modelgevoeligheidsanalyses en -aanpassingen te kunnen doen, zonder dat hier van tevoren goedkeuring van het ministerie voor nodig is. Daarnaast zou ruimte moeten komen om eenvoudiger samenwerkingen op te kunnen zetten en kennis uit te wisselen met binnen- en buitenlandse onderzoeksinstituten/universiteiten. Hiermee kan dan de wetenschappelijke onafhankelijkheid en integriteit worden gewaarborgd.