

# › NOTITIE EEN WEG UIT DE STIKSTOF- PROBLEMATIEK

# INHOUD

## SAMENVATTING

4

## PROBLEEM EN URGENTIE

5

## EEN WEG UIT DE STIKSTOFPROBLEMATIEK: VISIE VAN TNO

5

### 1. HERINRICHTING RANDGEBIEDEN

7

### 2. SNELLE HANDHAVING VAN HAALBARE EMISSIONSBUDGETTEN

7

### 3. GELEIDELIJKE VERLAGING VAN STIKSTOFEMISSIONS IN HEEL NEDERLAND

9

### 4. VERBETERING VAN HET MONITORINGSINSTRUMENTARIUM

10

## › SAMENVATTING

De Europese Habitatrichtlijn schrijft voor dat de Europese lidstaten de verslechtering van de biodiversiteit aan belangrijke plant- en diersoorten in Natura 2000-gebieden zoveel mogelijk moeten voorkomen. Sinds de uitspraak van de Raad van State in 2019 mogen economische activiteiten alleen worden ontplooid als deze de Natura 2000-gebieden **niet (verder) aantasten**. De **schade door stikstofdepositie is in deze gebieden echter nu al zo groot dat er op korte termijn actie nodig is om zowel de Natura 2000-gebieden te behouden** als nieuwe economische activiteiten in Nederland te kunnen uitvoeren. Het land zit hiermee op slot en de overheid is op zoek naar oplossingen om uit deze impasse te komen.

TNO onderschrijft de noodzaak om de Nederlandse emissies van stikstof terug te dringen en **pleit daarbij voor handhaving van een absoluut en geleidelijk dalend emissiebudget per regio**. Het is hierbij belangrijk om goed op **individuele emissiebronnen te kunnen sturen**, wat uitbreiding vereist van het pakket aan sturingsmiddelen, zoals innovatie en certificering. Om zo snel mogelijk stappen te kunnen zetten, stellen we hier oplossingen voor volgens een gedifferentieerde aanpak; op de korte en middellange termijn en dichtbij en verder weg van Natura 2000-gebieden. We bieden vier bouwstenen:

1. Herinrichting met toekomstperspectief voor gebieden rondom Natura 2000.  
**Herinrichting aan de hand van zeer lage emissiebudgetten is hier noodzakelijk.** Om snel inzicht te krijgen in de lokale emissies van individuele bronnen stelt TNO een snelle emissiescan in deze gebieden voor.
2. Snelle handhaving van haalbare emissiebudgetten verder van Natura 2000-gebieden. Een eerste stap in emissiereductie kan in de meeste regio's worden bereikt aan de hand van bewezen maatregelen, zoals saldering (met afroming), extensivering van de landbouw en versnelde vernieuwing van vaar- en voertuigen.  
**De emissies van ammoniak en stikstofoxiden zijn hierbij niet volledig uitwisselbaar. Om het geheel juridisch minder kwetsbaar te maken, stellen we daarom voor aparte emissiebudgetten voor deze stoffen te hanteren.** Daarmee wordt ook de haalbaarheid van de realisatie van de depositiedoelen groter.
3. Geleidelijke verlaging van stikstofemissies in heel Nederland. Door een stapsgewijze verlaging van de emissiebudgetten kunnen geleidelijk nieuwe maatregelen voor reductie en handhaving worden uitgewerkt. Oplossingen zoals procesoptimalisatie door technologische innovaties of managementmaatregelen en het opzetten van een systeem voor certificering van stikstofemissies van verschillende bronnen zijn zo op de middellange termijn haalbaar. De ondernemer krijgt hierbij zelf grip op zijn of haar bijdrage en de overheid heeft betere controle.
4. Duurzaam stikstofbeheer door **verbeterd instrumentarium**. Om bevoegd gezag in de toekomst beter grip te geven op het Nederlands stikstofsysteem is er op de middellange termijn een **verbeterslag nodig in het meet- en modelinstrumentarium**. Zo kunnen de emissiebudgetten en de **verspreiding en depositie van stikstof betrouwbaarder worden bepaald en beter worden beoordeeld**. Hoewel het

landelijke beeld niet zal veranderen is er voor lokale sturing meer zicht op de details nodig, bijvoorbeeld van emissies uit zee. Hierin moeten we nu investeren.

## FEITEN EN CIJFERS

80% van onze lucht bestaat uit stikstofgas ( $N_2$ ). Dit gas is niet reactief, beschikbaar of schadelijk voor de natuur. Door verschillende activiteiten en processen in ons land worden ook reactieve stikstofhoudende gassen, zoals ammoniak ( $NH_3$ ) en stikstofoxiden ( $NO_x$ ), in de lucht uitgestoten. Deze gassen kunnen na depositie door organismen worden omgezet in voedingsstoffen. Dat kan leiden tot overbemesting en daarmee tot aantasting van gevoelige habitats. Dit type stikstofverbindingen noemen we reactief stikstof (in de rest van de tekst “stikstof” genoemd).

Nederland behoort tot de regio's met de hoogste dichtheid van mensen, dieren en economische activiteiten in Europa, waardoor de Nederlandse emissies van stikstof per hectare het hoogst zijn. De nationale stikstofemissies naar lucht bestaan voor 60% uit ammoniak en voor 40% uit stikstofoxiden\*. De landbouw is verantwoordelijk voor 61% van de totale uitstoot van stikstof. Daarnaast dragen wegverkeer (15%), industrie (9%), niet-wegverkeer (inclusief lucht en scheepvaart) (6%) en huishoudens en kantoren (6%) ook substantieel bij aan de totale stikstofemissies. Door concentratie van soortgelijke activiteiten in verschillende gebieden kunnen deze verhoudingen, en daarmee de lokale impact, regionaal sterk uiteenlopen.

Het aandeel van de Nederlandse sectoren in de stikstofdepositie op natuurgebieden is kleiner dan het aandeel in de nationale emissie, aangezien buitenlandse bronnen ook een bijdrage leveren. Om de stikstofdepositie te verminderen is het nodig zowel nationaal als in omliggende landen emissies te reduceren. Ammoniak slaat gemiddeld genomen dichter bij de bron neer dan stikstofoxiden. Daarom geldt dat een vermindering van emissie per eenheid  $NH_3$  meer winst oplevert binnen Nederland dan die van een eenheid  $NO_x$ . Meer feiten en cijfers publiceerde TNO eerder in een notitie (2019).

Het beleid dat de overheid op het gebied van stikstof sinds 2015 voerde met het “Programma Aanpak Stikstof” voldeed niet aan de minimale wettelijke eisen, zoals de Raad van State concludeerde. In de laatste jaren zijn er veel aanpassingen doorgevoerd, maar de onderliggende basis is gelijk gebleven. De rekentool AERIUS maakt gebruik van emissiefactoren uit verschillende onderzoeken, bijvoorbeeld die uit de Emissieregistratie van RIVM. Dit zijn richtgetallen op basis van globale inzichten en specifieke proeven, waar zowel de aanvrager van een vergunning (voor een natuur belastend project) als het vergunningverlenend bevoegd gezag (over het algemeen de provincies) van af kan wijken. Er zijn dus geen harde eisen aan hoe de emissiereducties van maatregelen berekend of beoordeeld worden. Aanvragen worden getoetst binnen een generiek juridisch kader, dat maar langzaam meebeweegt met nieuwe inzichten en innovaties.

\*In zogeheten stikstofequivalenten  $N = 14/46 NO_x \text{ (in kg)} + 14/17 NH_3 \text{ (in kg)}$ .

## › PROBLEEM EN URGENTIE

Alle EU-landen hebben in 1992 speciale ‘Natura 2000’ beschermingszones aangewezen, waarop de Europese Habitatrichtlijn van toepassing is. Deze richtlijn schrijft voor dat de Europese lidstaten de verslechtering van de biodiversiteit aan belangrijke plant- en diersoorten in deze gebieden zoveel mogelijk moeten voorkomen. Plannen en projecten in Nederland mogen daarmee alleen worden toegekend als ze de natuur in deze gebieden niet aantasten. **Eén van de factoren** die de natuur aantast is **stikstofdepositie**. Het neerslaan van stikstofhoudende stoffen in de natuur leidt tot overbemesting en verzuring van de grond, waardoor de variatie van plant- en diersoorten afneemt en de natuur verarmt. De kritische depositiewaarde voor stikstof, de **drempelwaarde waarboven aantasting door stikstof is te verwachten**, wordt in een groot deel van de natuurgebieden in Nederland **zodanig overschreden dat er geen wetenschappelijke twijfel meer bestaat**.

Het in 2015 ingevoerde “Programma Aanpak Stikstof” (PAS) nam een voorschot op de toekomst door een deel van de, vaak op basis van beleidsmaatregelen, verwachte emissie- en depositiereducties alvast vrij te geven voor het vergunnen van nieuwe, lokale projecten. Nadat de hoogste bestuursrechter in 2019 deze aanpak afkeurde, is de vergunningverlening voor nieuwe activiteiten zo goed als stilgevallen. **Er wordt nu heel streng getoetst of nieuwe economische activiteiten tot meer stikstofdepositie leiden** en bij (saldering voor) nieuwe activiteiten moet de stikstofdepositie aantoonbaar omlaag. Om de stikstofdeposities op natuurgebieden in Nederland omlaag te brengen zijn sinds kort stikstofdepositiedoelen vastgelegd in de Stikstofwet. De **doelstelling is om de stikstofdepositie op 74% van het stikstofgevoelige natuurareaal in 2035 onder de kritische depositiewaarde te krijgen**. In het regeerakkoord is dit doel verzwaaard door de deadline te **vervroegen naar 2030**. Er is dus op korte termijn actie nodig om de Nederlandse Natura 2000-gebieden te behouden en in Nederland weer nieuwe activiteiten te kunnen ontplooiën voor bouw, landbouw, mobiliteit, transport en industrie.

## › EEN WEG UIT DE STIKSTOFPROBLEMATIEK: VISIE VAN TNO

De doelstellingen voor de verlaging van de stikstofuitstoot in Nederland zijn gebaseerd op meet- en modeluitkomsten. **De commissie Hordijk concludeerde in 2020** al dat dit instrumentarium **doelgeschikt** is voor de doorrekening van emissie en depositie van stikstof **op nationale schaal**. TNO onderschrijft de noodzaak de emissies van stikstof **alle sectoren terug te dringen** om de natuurkwaliteit te bevorderen. TNO werkt mee aan de ontwikkeling en toepassing van deze modellen, en ziet ruimte voor verrijking en verfijning van het instrumentarium om op het niveau van lokale, individuele emissiebronnen beter te kunnen sturen.

Om onzekerheden in de aanpak te verminderen, pleiten we ervoor om **vooral op emissies te sturen, want informatie over de lokale uitstoot is direct bruikbaar voor oplossingen**. Het is namelijk praktisch nog niet mogelijk op een groot aantal plaatsen de depositie direct te meten en hierop te handhaven.

We stellen daarom voor een **absoluut emissiebudget** te hanteren, **oftewel een limietwaarde voor de totale emissie in kg/jaar per oppervlak voor iedere regio** in Nederland. Deze regionale emissie-budgetten dienen zodanig vastgesteld te worden dat de depositiedoelstelling (74 % stikstofgevoelig areaal onder de KDW) gehaald wordt. **Het huidige modelinstrumentarium geeft hiervoor een bruikbare relatie tussen de emissies en depositie wanneer alle relevante bronnen goed zijn meegenomen.**

In het huidige beleid worden de doelstellingen voor emissiereductie in reductie-percentages gegeven, wat op lokale schaal slecht werkbaar is. **Het voordeel van een formulering in absolute termen is dat bedrijven die per oppervlak al ruim onder een aanvaardbaar emissieniveau zitten niet nog verder hoeven te reduceren** en dat de druk vooral bij de **grote uitstoters** komt te liggen.

Om de stikstofproblematiek te doorbreken is een divers pakket aan oplossingen nodig op de korte (afgerond binnen enkele jaren) en middellange termijn (afrondding verwacht over meer dan drie jaar). Door de huidige urgentie is er ook een verschil ontstaan in de **mogelijke aanpak voor gebieden dicht bij Natura 2000** (hieronder randgebieden) en gebieden verder weg (Figuur 1). Onze ideeën over oplossingen passend bij de verschillende situaties in Figuur 1 worden hieronder toegelicht.

	Dichtbij N2000	Niet dichtbij N2000
Snel uitvoeren op korte termijn	1. Herinrichting randgebieden	2. Snelle handhaving van haalbare emissiebudgetten
Nu starten voor middellange termijn	3. Geleidelijke verlaging van stikstofemissies in heel Nederland  4. Verbetering van het monitoringsinstrumentarium	

Figuur 1: Schematische weergave van de kernpunten van onze ideeën bij het huidige plan van aanpak.

## › 1. HERINRICHTING RANDGEBIEDEN

In de gebieden binnen een ring van 1 tot 2 kilometer rondom Natura 2000-gebieden voorzien we erg lage emissiebudgetten voor zowel  $\text{NH}_3$  als  $\text{NO}_x$ . De emissies in deze ring zorgen namelijk voor veel meer depositie op aangrenzende natuurgebieden dan dezelfde emissies op een grotere afstand. Herinrichting van deze gebieden met stikstof-extensieve (landbouw)activiteiten is daarom onvermijdelijk. Dit zou een grote stap in de verlaging van de depositie op gevoelige natuur betekenen en, met name voor landbouw elders in het land, tijd kopen om voor de middellange termijn bewezen effectieve maatregelpakketten te ontwikkelen. Doelgerichte ondersteuning bij een omschakeling naar andere activiteiten kan daarbij perspectief bieden.

Om quick-wins te identificeren en te prioriteren adviseren we een snelle ranking van emissies van individuele bronnen in de randgebieden van Natura 2000-gebieden. Dit is nodig omdat veel bronnen die lokaal substantieel ammoniak of stikstofdioxide uitstoten in de nationale inventarisatie met gemiddelde emissiefactoren worden gekenmerkt of simpelweg nog niet in beeld zijn. De emissies van individuele bedrijven en activiteiten kunnen sterk afwijken van het gemiddelde in hun (bedrijfs-)categorie. Er is meer maatwerk nodig om hierbij de juiste beslissingen op gebiedsniveau te kunnen nemen. Deze ranking is mogelijk door een combinatie van metingen van ammoniak en stikstofdioxide met sensoren, meetwagens en vliegtuigen.

## › 2. SNELLE HANDHAVING VAN HAALBARE EMISSIEBUDGETTEN

Ook in de verderaf gelegen gebieden moeten de stikstofemissies omlaag om de doelen te halen. Ook dit is te realiseren aan de hand van regionale, absolute emissiebudgetten, die in twee stappen verlaagd kunnen worden tot de uiteindelijke doelwaarde. In de eerste stap worden alleen bewezen maatregelen ingezet; in de tweede stap is er meer ruimte voor innovaties. Dit bevordert een snelle realisatie van quick-wins, maar biedt op de middellange termijn ook ruimte voor nieuwe technologieën of emissiereducerende oplossingen en certificering.

TNO pleit hierbij voor aparte emissiebudgetten voor ammoniak en stikstofdioxiden. Hierdoor vallen veel onzekerheden weg die ontstaan door de onderlinge saldering van  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  emissies. Het maakt de aanpak juridisch minder kwetsbaar omdat deze emissies niet volledig uitwisselbaar zijn.

Ten eerste is het verband tussen de emissies en depositie anders voor stikstofdioxiden en ammoniak. Elk van de twee komt met karakteristieke onzekerheden en ook de ecologische effecten van  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  zijn niet precies gelijk. Wanneer bronnen van dezelfde stof ( $\text{NO}_x$  of  $\text{NH}_3$ ) worden vergeleken, vallen de onzekerheden grotendeels tegen elkaar weg, terwijl bij saldering van  $\text{NO}_x$  met  $\text{NH}_3$  de onzekerheden optellen. Verschillende bronnen van  $\text{NO}_x$  uitstoot zijn onderling vergelijkbaar en samen te voegen onder hetzelfde emissiebudget. Hetzelfde geldt voor  $\text{NH}_3$  emissies.



Ten tweede is er een groot verschil in de robuustheid van certificering en emissiebepalingen voor de twee gassen. De kennis en regulering van NO<sub>x</sub> emissies bevindt zich op een veel hoger niveau dan voor NH<sub>3</sub>, ook vanwege de jarenlange nationale samenwerking voor het verbeteren van luchtkwaliteit. Sinds 1970 gelden er emissielimieten voor NO<sub>x</sub> van voertuigen, terwijl emissielimieten voor NH<sub>3</sub> pas vanaf 2026 zijn te verwachten. De certificering en handhaving van NO<sub>x</sub>-emissies is daarmee sneller uit te rollen naar alle sectoren dan die van NH<sub>3</sub>. De bepaling van ammoniakemissies door bestaande en nieuwe technologieën is een grotere uitdaging en vergt verdere ontwikkeling alvorens deze op middellange termijn in te voeren.

Het is dus logischer aparte emissiedoelstellingen voor NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> te definiëren en saldering binnen de regio's per stof mogelijk te maken. Daarmee wordt de haalbaarheid van de realisatie van de depositiedoelen groter.

Van een aantal innovatieve reductiemaatregelen in de landbouw is de effectiviteit op de langere termijn nog niet voldoende aangetoond. Snelle inzet hiervan is daarom niet mogelijk, maar op de middellange termijn kunnen ze wel oplossingen bieden. Voor het op zeer korte termijn reduceren van NH<sub>3</sub> emissies tot binnen het emissiebudget is **extensivering** van de veehouderij het meest bewezen effectief. Maatregelen kunnen zich ook richten op het ontmoedigen van de import van krachtvoer en kunstmest.

Een reductie van 40-60% van de Nederlandse NO<sub>x</sub> emissies is technisch te realiseren voor 2030 of 2035. Daartoe is een **versnelde vernieuwing van de vloot aan vaar- en voertuigen** noodzakelijk. Dankzij nieuwe, robuuste Europese emissiewetgeving worden voertuigen in rap tempo schoner. Door oudere typen te laten uitstromen en import te beperken, kan de gemiddelde leeftijd van het Nederlandse wagenpark met twee jaar afnemen. De NO<sub>x</sub> emissies door het wegverkeer dalen dan met 6% per jaar in plaats van de huidige 3%. Differentiatie in het belastingbeleid, milieuzones en parkeertarieven tussen schone, minder schone, en vieze voertuigen beperkt het gebruik en de import van oudere voertuigen en bevordert aanschaf van schone voertuigen.

Binnen de bouw zijn creatieve netto reductiemaatregelen mogelijk. Denk aan het compenseren van de emissie van nieuwe woningen door isolatie van bestaande woningen het inrichten van nieuwbouwwijken met milieuzones en gereduceerde snelheidslimieten tijdens de avonduren op nabijgelegen snelwegen.

### › 3. GELEIDELIJKE VERLAGING VAN STIKSTOFEMISSIONS IN HEEL NEDERLAND

Naast bovenstaande adviseren we om buiten de randgebieden nu al aan oplossingen te werken die op de middellange termijn sturing op gemeten, aangetoonde emissiereductie mogelijk maken. Op die manier zijn de emissies geleidelijk nog verder te verlagen tot waarden binnen de doelstellingen. Dit geeft ondernemers ook de ruimte om zelf verbeteringen door te voeren en op waarde te schatten, wat onnodige investeringen voorkomt.



Voor de veehouderij liggen er hierbij veel kansen in **procesoptimalisatie door middel van technologische innovaties of managementoplossingen**. Een veehouder kan bijvoorbeeld met sensoren in en om het bedrijf directe terugkoppeling krijgen hoe zijn bedrijfsvoering of inzet van innovaties zijn emissies positief of negatief beïnvloeden. Veel veehouders zijn hier al mee bezig en dit soort initiatieven verdient verdere stimulering. We raden wel aan om deze experimenten in een vroeg stadium te combineren met het opbouwen van adequate certificerings- en monitoringsmethoden. Ook is meer ruimte wenselijk voor snelle coördinatie en beoordeling van initiatieven vanuit de landbouwsector.

Om nieuwe emissiereducerende maatregelen juridisch te laten standhouden is een **systeem van emissiecificering** nodig voor de verschillende stikstofbronnen. Daarom moeten we nu al investeren om op de middellange termijn bruikbare protocollen te hebben. Zo'n systeem bestaat typisch uit de volgende onderdelen:

- **Registratie:** alle emissiebronnen registreren inclusief de milieueisen waaronder
- **Certificering:** Praktijktesten van nieuwe emissie-reducerende technologieën voor certificering van de technologie en de toepassing daarvan.
- **Keuring:** Periodieke keuring van de gecertificeerde installaties op functioneren en effectiviteit van de emissiebeheerssystemen.
- **Monitoring:** online controle op het functioneren van de technologie, bijvoorbeeld met sensoren, en de inzet volgens de milieuvergunningen en aanbesteding- en milieuzone-regels.
- **Handhaving:** Instellen van een verantwoordelijke inspectie-autoriteit en deze het instrumentarium te geven om op bovenstaande te controleren en handhaven.

Voor lichte voertuigen bestaat een dergelijk systeem al. Ze worden gekeurd op onderdelen die relevant zijn voor luchtkwaliteit zoals roetfilter, katalysator of EGR-systemen. Zo'n systeem is er alleen nog niet voor andere transportsectoren, zoals mobiele werktuigen en binnenvaartschepen, en ook niet voor ammoniakemissies uit landbouw of industrie.

Uitrol van certificering voor andere NO<sub>x</sub>-bronnen is snel mogelijk op basis van de bestaande APK. Nieuwe protocollen voor het bemeten van de veehouderij, als een van de grootste bronnen van ammoniak, zijn in ontwikkeling. Deze zullen echter pas over vier tot zes jaar beschikbaar zijn. In de tussentijd zijn de gebruikte experimentele meettechnieken wel inzetbaar.

## › 4. VERBETERING VAN HET MONITORINGSINSTRUMENTARIUM

Om bevoegd gezag in de toekomst beter grip te geven op het Nederlandse stikstofsysteem is er op de middellange termijn een verbeterslag nodig in het meet- en modelinstrumentarium. Zo kunnen de emissiebudgetten nauwkeuriger bepaald worden en de verlaging van de emissies en depositie van stikstof beter worden beoordeeld. Voor de gebiedsgerichte sturing is meer zicht op de details nodig, bijvoorbeeld voor de duiding van emissies uit zee.

Ook zijn er nog belangrijke lacunes in kennis en capaciteit die meer tijd en inzet vergen. In het kader hieronder schetsen we de gewenste investeringen in het instrumentarium. TNO stelt voor om ijkmomenten in te voeren voor het (indien nodig) bijstellen van de regionale emissiebudgetten. Op deze ijkmomenten kan nieuwe informatie, bijvoorbeeld uit het **nationaal kennisprogramma stikstof (NKS) dat loopt tot eind 2025** of uit aanpalend onderzoek, worden meegenomen.

### **Beter inzicht voor doelgericht beleid en effectieve maatregelen**

Een robuuste gebiedsgerichte aanpak vergt dat er voor alle Natura 2000 gebieden betrouwbare informatie beschikbaar is over mate van depositie, **de bijdragen van specifieke bronnen en de effectiviteit van (potentiële) maatregelen**.

### **Emissies bemeten bij de bron**

De kennis over bronnen kan verbeterd worden door emissies structureel vast te stellen en te evalueren, **resultierend in betrouwbare emissiefactoren**.

**Huidige methoden voor het bepalen van emissies van stallen, mestaanwending, schepen en voertuigen kunnen aangevuld worden met mobiele meettechnieken waarmee snelle scans van een groot aantal bedrijven c.q. voertuigen mogelijk zijn.**

### **Beter meten van de droge depositie**

De **grootste onzekerheden** van stikstofdepositie, en de impact op de natuur, **zijn gerelateerd aan de droge depositie**. Met de nieuwste meettechnieken is het veel beter mogelijk dan vroeger om deze experimenteel te bestuderen. **Het is nodig om de technieken voor het meten van droge depositie van ammoniak, stikstofoxiden en deeltjes verder te ontwikkelen en deze toe te passen op verschillende vegetatietypen om de daadwerkelijke depositie vast te stellen en ter verificatie en verbetering van de procesbeschrijvingen in de modellen.**

### **Impuls aan modelvernieuwing**

De structurele verschillen tussen gemodelleerde en gemeten concentraties en deposities (bv het duinengat) vraagt om een systematische inspanning om de **tekortkomingen in de modellering te begrijpen en op te lossen**. Op deze manier zijn de onzekerheden in het instrumentarium te verkleinen t.b.v. doelgerichter beleid. **Door gebrek aan financiering is hier de laatste tien jaar weinig voortgang geboekt.**

Voor de modellen kan een inhaalslag gemaakt worden door:

- Het beter meenemen van variaties in bijvoorbeeld **bodemtype, landbouwpraktijk, het weer**, en activiteitspatronen in de modellering, waarmee lokale en tijdelijke bronnen vergeleken kunnen worden.
- Detaillering van de berekeningsmethode voor droge depositie a.d.h.v. nieuwe rekenmethoden, vegetatiedata en procesmetingen. **In het bijzonder de emissie- en depositieberekening voor landbouwgronden vraagt extra aandacht.**
- Een systematische review en testen van de nieuwste stand der kennis rond atmosferische chemie (fijnstofvorming; organisch stikstof, etc.).
- Deelname aan internationale modelvergelijkingen en uitwisseling van kennis om zo ook de buitenlandbijdrage zo goed mogelijk te duiden.

**Ontwikkeling van een nationaal emissieverificatiesysteem**

Om de effectiviteit van het beleid te monitoren is het noodzakelijk om deze onafhankelijk te volgen op basis van satellietgegevens, grondmetingen en moderne rekentechnieken. Om gebiedsgericht emissies te kunnen kwantificeren zijn de volgende twee stappen gewenst:

1. Het ontwikkelen van een systeem waarin op basis van metingen van de bestaande satellieten en het grondnetwerk uitspraken over de bijpassende emissiesterktes gedaan kunnen worden. Depositiekaarten kunnen zo worden geoptimaliseerd.
2. Een nieuwe satellietmissie die meerdere keren per week ammoniak boven Nederland en omliggende regio's kan meten met een resolutie kleiner dan 1x1 km<sup>2</sup>. Zo kunnen emissies en verspreiding van ammoniak over heel Nederland nauwkeuriger bepaald worden en kan beter gemonitord worden wat de effecten van de maatregelen zijn.

De interpretatie, evaluatie en verbetering van het meet- en rekeninstrumentarium is een continu proces, dat kan worden gestimuleerd door binnen Nederland in een multidisciplinair verband samen te werken met alle kennisinstellingen op dit dossier, ingebed in de (inter-)nationale wetenschappelijke gemeenschap. Dit biedt ook de ruimte om een nieuwe generatie van stikstofexperts op te leiden om te borgen dat de relevante expertise in de toekomst beschikbaar is voor beleidsondersteuning.

CONTACT

**Martijn Schaap**

**Professor Atmospheric Chemistry**

📍 Den Haag – Anna van Buerenplein 1

📧 [Martijn.schaap@tno.nl](mailto:Martijn.schaap@tno.nl)

**TNO** innovation  
for life

**TNO.NL**