

Notitie Duinenbijtelling in Natura 2000-gebieden in GDN

RIVM¹, 22 juni 2012

Inleiding

De GCN/GDN-berekeningen worden uitgevoerd met OPS en gekalibreerd met ammoniak metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Deze systematiek werkt voor Nederland generiek bevredigend. De MAN-metingen² geven echter aan dat de ammoniakconcentraties in het grootste deel van het duingebied een factor 2 tot 4 hoger zijn dan berekend. De consequenties van dit verschil worden uitgewerkt in deze Notitie Duinenbijtelling.

De notitie bestaat uit twee delen. Het eerste deel is een beknopt overzicht van de belangrijkste bevindingen met voorgestelde waarden waarmee de berekende depositie langs de kust kan worden verhoogd of bijgesteld. In de tweede bijlage wordt een onderbouwing gegeven van deze bijtelling.

De in deze notitie voorgestelde duinenbijtelling kent nauwelijks ruimtelijke detaillering en is ook in andere opzichten slechts indicatief van karakter. Het kan voorlopig dienen om de stikstofdepositie in de kustgebieden nauwkeuriger in te schatten dan op basis van modelberekeningen en kalibratie aan de hand van alleen de LML-metingen.

Achtergrond

De oorzaak van het verschil tussen meting en berekening kan in principe zowel bij de berekening als bij de meetmethode worden gelegd. Uit recent onderzoek blijkt dat de onzekerheid in de MAN-metingen veel kleiner is dan het verschil tussen de metingen en het model. Dit wijst erop dat de oorzaak voor het verschil waarschijnlijk in de berekening en/of emissies ligt.

Er zijn verschillende redenen denkbaar waarom het rekenmodel langs de kust minder goed kan presteren. Onder andere kunnen specifieke land/zee effecten of terreineigenschappen van de duinen niet goed meegenomen zijn in de modelberekening. De correctie van de modelberekeningen voor deze effecten is echter niet a priori duidelijk en dus (nog) niet uitvoerbaar. De metingen wijzen op de zee als een bron van atmosferisch ammoniak. In het model is emissie vanuit zee niet opgenomen. Dit betekent dat het verschil tussen berekening en meting mogelijk een gevolg is van het ontbreken van ammoniakemissie uit de zee naar de atmosfeer. De relatieve verhoging die zich in de concentratiemetingen aftekent, kan worden doorvertaald naar eenzelfde relatieve verhoging in de depositie.

Om op termijn de invloed van de zee op een juiste manier mee te nemen in de modelgegevens, is het nodig om de zee als ammoniakbron te kwantificeren op eenzelfde manier als alle andere bronnen. Op dit moment lenen de beschikbare gegevens zich echter alleen voor een vrij grove bijtelling.

De voorgestelde duinenbijtelling

De duinenbijtelling is van toepassing op de GDN-ronde 2012 waarin de OPS-versie 4.3.15 is gebruikt. Deze is ook in de mei-2012 versie van AERIUS opgenomen.

De duinenbijtelling betreft alleen de droge depositie van ammoniak. Omdat de natte depositie minder afhankelijk is van lokale omstandigheden dan de droge depositie, zal de geconstateerde afwijking tussen model en meting veel minder doorwerken in de natte depositie. Daarom blijft de natte depositie hier verder buiten beschouwing. Deze duinenbijtelling komt bovenop de (kleine) reguliere bijtelling die al in de GDN-kaart wordt toegepast op de droge

¹ opgesteld door Erik Noordijk m.m.v. Dorien Lolkema, Margreet van Zanten, Addo van Pul, Guus Velders en Jan Aben

² In het kader van de PAS wordt de luchtconcentratie van ammoniak gemeten in 53 Natura 2000-gebieden in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN).

depositie van ammoniak.

De duinenbijtelling is gebaseerd op metingen van 41 locaties, verspreid over de hele Nederlandse kust van Walcheren tot Terschelling. De meetperiode loopt van ongeveer 2005 tot en met 2010. Deze zijn vergeleken met berekeningen over dezelfde periode, uitgaande van de daadwerkelijk opgetreden meteorologie over die jaren en berekend voor de exacte locaties van de meetpunten. Alleen voor Zeeland zijn er slechts metingen beschikbaar van september tot en met december 2012. Het gemiddelde van deze korte periode is aan de hand van de overige meetreeksen geschaald naar een indicatief gemiddelde over 2005-2010. De duinenbijtelling voor Zeeland is daarmee beduidend onzekerder.

De duinenbijtelling is berekend door de verhoging in de concentraties verhoudingsgewijs toe te passen op de droge depositie. Indien de gemeten concentratie drie keer hoger is dan de berekende, is de duinenbijtelling dus twee keer de droge depositie.

De notitie voor de duinenbijtelling is bewust eenvoudig gehouden en is niet specifiek per locatie of Natura 2000-gebied, omdat de nu beschikbare gegevens nog onvoldoende grond geven voor verdere detaillering. De spreiding in de bijtellingen bedraagt 150-500 mol/ha per jaar met slechts enkele uitschieters daarbuiten.

Het merendeel van de waarnemingen ligt rond 400 mol/ha per jaar, en dit is daarmee een default waarde voor de bijtelling. Deze bijtelling wordt waargenomen op Vlieland en het deel van Terschelling dat geen kwelder is, in het Zwanenwater in Noord-Holland, in Voornes Duin, de Kop van Schouwen, de Manteling van Walcheren en op twee plaatsen langs de Oosterschelde (de Vlietepolder en het Goeser Sas).

Er zijn twee uitzonderingen op deze default-waarde. Op het kwelder-gedeelte van de Bosplaat op Terschelling wordt een lagere bijtelling gevonden van 200 mol/ha per jaar. In Meyendel en het zuidelijkste puntje van Kennemerduinen-Zuid wordt een afwijkende bijtelling gevonden van 200 respectievelijk 150 mol/ha per jaar. De bijlage geeft meer informatie over deze verschillen in bijtelling.

Onderbouwing van de Notitie Duinenbijtelling

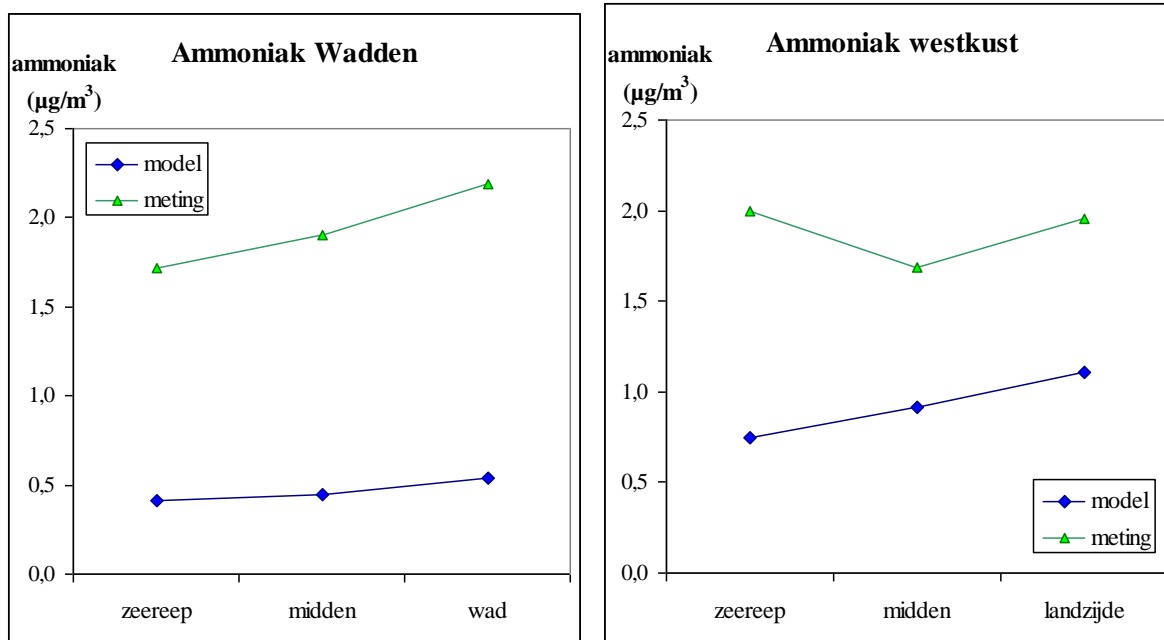
Achtergrond

Stikstofdepositie leidt tot verrijking van de bodem met meststoffen, waardoor planten die aangepast zijn aan armere bodems verdrongen worden door planten die meer stikstof nodig hebben. Nederland kent een buitengewoon hoge uitstoot van stikstofverbindingen, waardoor stikstofdepositie tot de grootste milieubedreigingen behoort van de Nederlandse natuur. Atmosferische aanvoer van ammoniak is de belangrijkste bron van stikstofdepositie in de natuur. De effecten ervan treden het meest naar voren op arme bodems, zoals de zandgronden in Oost- en Zuid-Nederland en de duingebieden langs de kust.

De stikstofdepositie wordt sinds de jaren '90 over heel Nederland berekend met een rekenmodel. In het afgelopen decennium is dit geformaliseerd middels de GDN-kaarten, berekend door het RIVM. Deze kaarten hebben een officiële status en zijn gebaseerd op het OPS-model. Zij worden voor de droge depositie van ammoniak gekalibreerd met meetgegevens van acht meetpunten uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Hiervoor worden concentratiegegevens gebruikt, aangezien depositiemetingen vrijwel niet beschikbaar zijn en het model gelijktijdig zowel deposities als concentraties berekent. De acht kalibratielocaties liggen verspreid over Nederland, en dan vooral in landelijk gebied.

Sinds maart 2005 is er een nieuw meetnet operationeel: het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN). Dit meetnet richt zich expliciet op de verificatie van ammoniakberekeningen door middel van concentratiemetingen in de lucht in Natura 2000-gebieden. Gebleken is dat de gemeten ammoniakconcentraties in de natuur vrijwel altijd binnen een bandbreedte liggen van enkele tientallen procenten rond de berekende waarden. Langs de kust worden echter concentraties gemeten die systematisch hoger zijn dan de berekeningen, regelmatig tot enkele malen hoger (Figuur 1). Dit roept de vraag op in hoeverre de deposities daar te laag worden berekend.

Een juiste beantwoording van deze vraag is van belang. De ecosystemen binnen de Nederlandse kustduinen en de Waddenzee zijn, gezien vanuit Europees perspectief, vrij zeldzaam en voor een groot deel in Nederland gelegen. Een groot deel van deze ecosystemen verdraagt weinig stikstof. Afgaande op de berekende depositie zou ongeveer 70% van het areaal aan duinnatuur geen nadelige gevolgen van stikstof ondervinden (Natuurbalans 2006). In werkelijkheid treedt op veel plaatsen vergrassing en verruiging op, waarbij stikstof toch een belangrijke rol lijkt te spelen (Kooijman *et al.* 2009).



Figuur 1. Het profiel van de berekende en gemeten ammoniakconcentraties, gemiddeld over 4 transecten op de Waddeneilanden en 3 langs de westkust van Holland voor de periode 2005 – 2010. Ieder transect heeft een meetpunt vlak bij zee, een punt centraal in het duingebied en een punt nabij de Waddenzee of de overgang naar het agrarische binnenland.

Betrouwbaarheid van model en meting

De oorzaak van het verschil tussen meting en berekening kan in principe zowel bij de berekening als bij de meetmethode worden gelegd. Er zijn verschillende denkbare oorzaken voor het geconstateerde verschil tussen beiden.

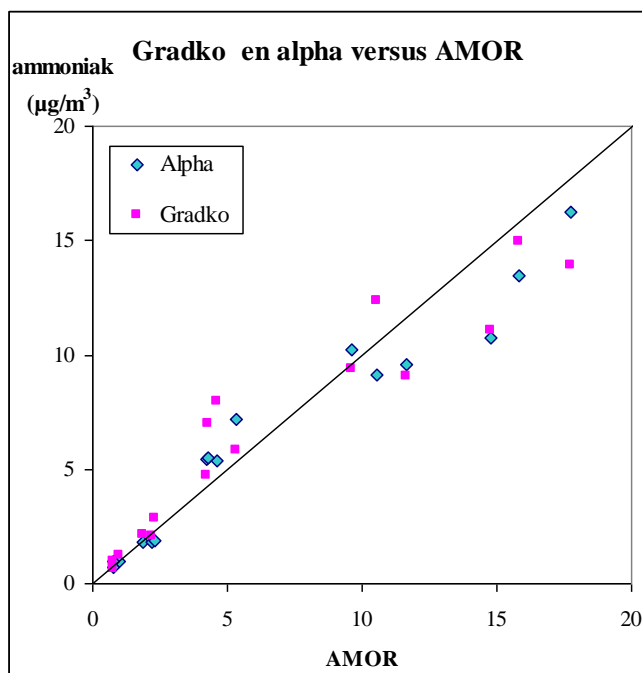
Vooral op zeer lokale schaal is de onzekerheid in de berekening groot; voor een willekeurig vlak van 1x1 km in Nederland is de onzekerheid in de depositie 70%. Aan zee spelen nog andere specifieke bronnen van onzekerheid een rol. Bij de berekening kan er sprake zijn van onbekende bronnen van ammoniak. Zo kan ammoniak ontwijken uit zeewater, de zee is via rivieren verrijkt met nutriënten. Daarnaast heeft het rekenmodel emissiegegevens en eigenschappen van het landoppervlak nodig die als gemiddelde waarden beschikbaar zijn, voor GDN-berekeningen gaat het dan om gemiddelden over een oppervlak van 1000x1000m. Dit betekent dat scherpe overgangen, zoals die van land naar zee of land naar wad, vaak over een traject van honderden meters uitgesmeerd worden over delen van de natuur. Verder neemt het rekenmodel niet de typische atmosferische condities langs de kuststrook mee, zoals het optreden van zeewindverschijnselen tijdens zonnige zomerdagen.

Ook bij de metingen spelen bepaalde onzekerheden. De MAN-metingen worden uitgevoerd met passieve samplers van de firma Gradko. Deze meetmethode is goedkoop en goed uitvoerbaar in natuurgebieden. De onnauwkeurigheid is per maandmonster ongeveer 40%, en in de duinen nog enkele tientallen procenten hoger (Stolk *et al.* 2009), daarnaast zijn er systematische afwijkingen die per maand een wisselende invloed hebben op het meetresultaat. Voor de systematische afwijking wordt gecorrigeerd door per maand de meetreeks te kalibreren aan metingen op 6 locaties waar een AMOR-instrument van het LML staat opgesteld. De AMOR is veel betrouwbaarder en fungeert als ijkinstrument. De random onzekerheid in de MAN-metingen die over meerdere jaren zijn gemiddeld, zakt in de duinen tot ongeveer 5%. Voor het MAN als geheel levert deze aanpak resultaten op met een nauwkeurigheid die voldoende is voor

de gestelde meetdoelen.

Lange tijd was onduidelijk in hoeverre de Gradko-samplers bij zeer lage concentraties systematisch kunnen afwijken door bijvoorbeeld de detectielimiet, vooral in de duinen. De laagste concentratie die met de AMOR wordt geverifieerd is ongeveer $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aan de oostzijde van Kennemerland-Zuid. AMOR en MAN stemmen op die locatie goed met elkaar overeen. Maar terwijl OPS aangeeft dat elders langs de kust de concentratie lager is, meestal $0,3$ tot $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, worden met het MAN daar uitsluitend (jaargemiddelde) concentraties gemeten van $1,5$ tot $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is mogelijk dat de gemeten waarden systematisch te hoog zijn, bijvoorbeeld omdat zij dicht bij de detectielimiet liggen. Om deze reden worden sinds september 2011 op 12 MAN-locaties en 3 LML-locaties de metingen gevolgd met alpha-samplers, die veel beter geschikt zijn voor lage concentraties.

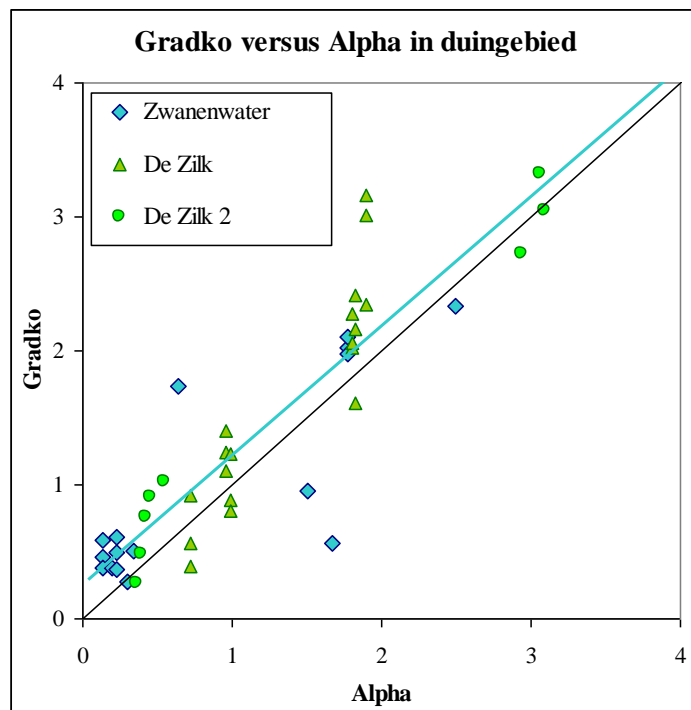
Uit de alpha-metingen van de eerste maanden blijkt dat de resultaten van deze samplers evenals die van de Gradko-samplers goed overeenkomen met de AMOR-metingen (Figuur 2). Ook bij de lage concentraties in de duinen blijken de Gradko-metingen uit het MAN vooralsnog vrijwel niet af te wijken van de alpha-samplers van de eerste maanden, dit ondanks de bekende vrij hoge ruis rond individuele maandmonsters (Figuur 3). Hiermee is het onwaarschijnlijk geworden dat de MAN-metingen in de duinen systematisch beduidend te hoog zouden zijn.



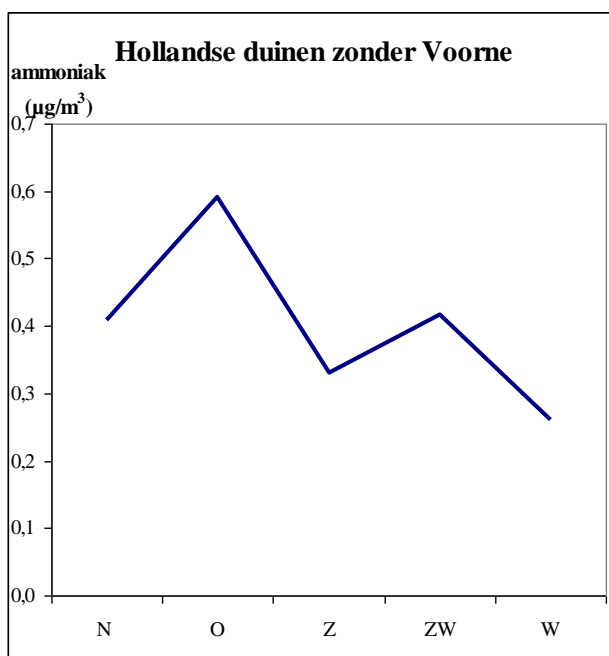
Figuur 2. Alpha- en Gradko-samplers op maandbasis vergeleken met AMOR-metingen

De zee als mogelijke bron van ammoniak

De MAN-metingen geven enkele aanwijzingen voor de oorzaak van de afwijking. Uit verschillende analyses komt het beeld naar voren dat de zee een bron van ammoniak kan zijn. Zo is de gemeten concentratie aan de westkust hoger in de zeereep dan dieper in het duinengebied (Figuur 1). Wanneer de wind daar via een lang traject door de brandingzone het land bereikt, met zuidwesten of noordenwind, is de concentratie op alle duinlocaties van de westkust verhoogd ten opzichte van zuiden- en westenwind (Figuur 4). Dit is een van de aanwijzingen dat de eerste zone langs de kust een belangrijke bron van ammoniak lijkt te zijn.



Figuur 3. Gradko-samplers op maandbasis vergeleken met alpha-samplers in de duinen.



Figuur 4. Invloed van de windrichting op de concentraties in de zeereep van de Hollandse kust.

Om deze mogelijke invloed van de zee op een juiste manier mee te nemen in de modelgegevens, is het nodig om de zee als een ammoniakbron te kwantificeren op de manier waarop alle overige bronnen aan het model worden aangeboden. Op de middenlange termijn zal deze weg bewandeld kunnen worden, op dit moment lenen de beschikbare gegevens zich echter

alleen voor een vrij grove bijtelling.

Hieronder volgt de argumentatie voor de voorgestelde bijtelling. Deze bijtelling is afgeleid op basis van de gegevens van februari 2005 tot en met april 2011. Deze bijtelling is gelijk aan de duinenbijtelling als deze gebaseerd wordt op de periode 2005-2009 die in het GCN/GDN-traject wordt gehanteerd.

Details duinenbijtelling Waddengebied

Het MAN omvat 4 transecten in het Waddengebied, namelijk 2 transecten op Terschelling en 2 op Vlieland. Ieder transect bestaat uit 3 meetpunten, 1 nabij de zeereep, 1 centraal gelegen en 1 nabij het wad. Het algemene beeld is dat de concentratie toeneemt naarmate de afstand tot het wad vermindert (Figuur 1). De berekende bijtelling geeft echter geen duidelijk patroon in de ruimte weer. Onzekerheden in dat ruimtelijke patroon zijn groter, omdat het dan niet alleen gaat om (kleine) ruimtelijke verschillen tussen metingen maar ook om locatiespecifieke afwijkingen of onvolkomenheden in de modelberekeningen. De berekende bijtelling kent een veel grotere ruimtelijke ruis door de doorwerking van deze afwijkingen. Dit betekent dat de bijtelling niet ruimtelijk gedifferentieerd kan worden naar bijvoorbeeld de afstand tot het wad.

Er is wel een belangrijk systematisch verschil tussen de gemiddelde bijtelling op Vlieland en Terschelling. Het meer open karakter met de lage vegetatie op Terschelling lijkt dit verschil te veroorzaken. De metingen op Terschelling vinden voornamelijk plaats op de Bosplaat, een zeer vlak en open kweldergebied met overwegend heel lage vegetatie, terwijl die op Vlieland gelegen zijn in het noordoosten op en rond de Cranberryvlakte en de duinen. Daar vertoont het terrein veel meer reliëf en is de vegetatie hoger, waardoor de depositie en dus de bijtelling hoger uitpakt. De berekende bijtelling op de twee Terschelling-metpunten in duingebied is gemiddeld dan ook gelijk aan het gemiddelde op Vlieland (de default-waarde), terwijl de drie kwelder-locaties op Terschelling bijtellingen geven die allen significant lager zijn dan de default-waarde.

De duinen en hogere vegetaties vertonen dus een bijtelling die overeenkomt met de defaultwaarde: 400 mol/ha per jaar. Het is aannemelijk dat zeer vlakke en open kweldergebieden net zoals de Bosplaat minder ammoniak invangen en daarmee een lagere bijtelling hebben van 200 mol/ha per jaar.

Argumentatie duinenbijtelling westkust en het zuidelijke deel van de Hollandse kust:

Het MAN omvat 5 transecten langs de Hollandse en Zeeuwse kust. Daarnaast zijn er 3 niet volgens een transect georganiseerde meetpunten in Voornes Duin. Ieder transect bestaat uit 3 meetpunten, 1 nabij de zeereep, 1 centraal gelegen en 1 nabij de overgang naar het (meest agrarische) achterland. De twee transecten in Zeeland (Kop van Schouwen en Manteling van Walcheren) zijn echter pas sinds najaar 2011 in bedrijf en kunnen dus niet meer dan een ruwe indicatie geven. Het beeld van de invloed van de zee is hier dus gebaseerd op slechts 3 transecten, in het Zwanenwater, het zuidelijkste puntje van Kennemerland-Zuid en Meyendel.

Het beeld van het concentratieverloop in deze 3 transecten is deels overeenstemmend. In alle drie gevallen is de concentratie op het middelste meetpunt het laagst. In het Kennemerland-Zuid is de concentratie aan de landzijde nauwelijks verhoogd, bij de twee andere transecten is de concentratie daar juist het hoogst. De berekende bijtelling vertoont echter net zoals in het waddengebied een veel minder homogeen beeld. Wanneer de eerste Zeeuwse metingen worden meegenomen, is het beeld nog minder eenduidig, wat overigens kan veranderen wanneer daar langer wordt doorgemeten. Een ruimtelijke detaillering die de afstand tot de zee meeneemt, is daardoor niet af te leiden.

De berekende bijtelling ligt voor Zwanenwater, Voornes duin en Zeeuwse duinen rond de default bijtelling van 400 mol/ha per jaar. In Meyendel en het zuidelijkste deel van Kennemerland-Zuid is dit ruim 150 mol/ha per jaar. Per gebied is dit gebaseerd op het gemiddelde van slechts 4 meetpunten met meer dan een factor 2 verschil tussen de laagste en de

hoogste waarde. Dit geeft onvoldoende ruimtelijke dekking om per gebied de bijtelling binnen enkele tientallen molen/ha per jaar nauwkeurig te kunnen vaststellen.

Dat de bijtelling in Meyendel en het zuidelijke stukje van Kennemerland afwijkt van de default-waarde, kan samenhangen met andere omstandigheden in de zee ervoor. Dit zal verder uitgezocht moeten worden. Een aanwijzing voor een verklaring zou kunnen zijn dat voor de Zuid-Hollandse kust een lage concentratie chlorofyl in zee wordt waargenomen. Chlorofyl in zeewater is een indicator van het voorkomen van algen. Kooijman et al 2009 laten zien dat de hoeveelheid chlorofyl in het zeewater over de hele kustzone ruimtelijk vrij goed correleert met het geconstateerde verschil tussen gemeten en berekende ammoniakconcentraties. Het gebruik van zo'n indicator in de grootte van de duinenbijtelling is nog niet verder uitgewerkt.

Argumentatie duinenbijtelling Zeeuwse zoute wateren

De informatie is hier het minst toereikend voor een afleiding van de duinenbijtelling. Enerzijds is de ruimtelijke situatie voor Zeeland complex en slechts summier in het meetnet aanwezig, daarnaast gaat het om metingen van slechts 4 maanden in plaats van 6 jaar. Er zijn 3 gebiedjes met elk 2 meetpunten; de Vlietepolder direct binnendijks van open water, de omgeving van het Goeser Sas met een schor, en de afgesloten omgeving van de Van Haafte-polder bij de schorren van de Krabbekreek; het zogeheten Stinkgat. De concentratiemetingen geven per paar aan dat er een bron van ammoniak is die met zowel open water en als met schorren te maken heeft. In het Stinkgat zijn de concentraties bijzonder hoog, vergelijkbaar met die in het Brabantse Peelgebied. De berekende bijtelling ligt rond de 400 mol/ha per jaar in zowel Vlietepolder als Goeser Sas, voor het Stinkgat ligt die boven de 1000 mol/ha per jaar.

Men kan op basis van deze informatie in Zeeland de default-waarde van 400 mol/ha per jaar hanteren. De meetpunten liggen allen op minder dan 200 meter afstand van open water, slikken of schorren. Het ligt voor de hand dat de duinenbijtelling lager zal zijn wanneer men vanuit de zoute wateren dieper landinwaarts gaat. Uitgaande van de overige MAN-data langs de Nederlandse kust, kan het gat tussen model en meting echter tot kilometers landinwaarts ongeveer even hoog blijven. Verder kan dit gat beduidend hoger uitvallen onder condities waarbij water niet wordt verversd, zoals het Stinkgat. Er is echter geen verdere informatie om hierin een gefundeerd voorstel te doen. Men kan de algemene duinenbijtelling van 400 mol/ha per jaar aanhouden tot een afstand van bijvoorbeeld 3 km vanaf grote zoute wateren, slikken en schorren.

Referenties

A.M. Kooijman, H. Noordijk, A. van Hinsberg en C. Cusell (2009). Stikstofdepositie in de duinen. Een analyse van N-depositie, kritische niveaus, erfenissen uit het verleden en stikstofefficiëntie in verschillende duinzones. Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Natuurbalans (2006). Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.

A.P. Stolk, M.C. van Zanten, H. Noordijk, J.A. van Jaarsveld en W.A.J. van Pul (2009). Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden. Meetresultaten 2005-2007. RIVM rapport 680710001/2009. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.