

Trends in stikstof en zuur depositie in relatie tot de diversiteit aan plantensoorten

Positon paper voor het rondetafelgesprek over de ontwikkeling van de biodiversiteit en de mogelijke oorzaken daarvan op 29 november 2017, georganiseerd door de vaste commissie voor Economische Zaken (EZ)

Prof. dr. Ir. Wim de Vries, Senior Onderzoeker Wageningen Environmental Research (Alterra) en persoonlijk hoogleraar stikstof effectmodellering aan Wageningen Universiteit

Effectmechanismen van stikstofdepositie op de diversiteit aan plantensoorten

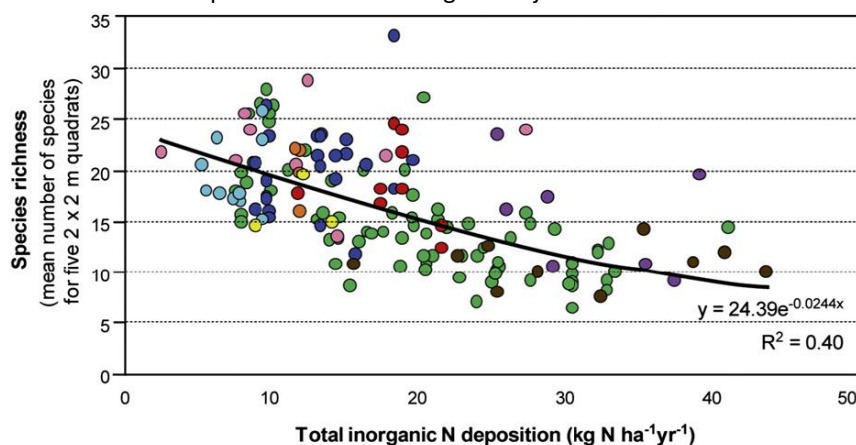
Veranderingen in de diversiteit aan plantensoorten in semi-natuurlijke (niet landbouw) gebieden zijn het gevolg van diverse factoren waaronder grootschalige veranderingen in landgebruik, klimaatverandering en luchtverontreiniging. In het laatste geval speelt vooral de depositie van stikstof (N) op de natuur een grote rol. Reactief stikstof (alle vormen van stikstof met uitzondering van het onschadelijke N_2 , waaruit 78% van de atmosfeer bestaat) komt vrij in de vorm van stikstofoxiden (NO_x) bij het verbranden van fossiele brandstoffen, met name in het verkeer, en van ammoniak (NH_3), met name uit dierlijke mest in de landbouw.

Stikstof is het belangrijkste voedingselement voor planten, dieren en mensen. Bij (soms zeer) lage niveaus bevordert de depositie van stikstofoxide en ammoniak dan ook de groei en diversiteit van plantensoorten (bemesting). Bij hogere niveaus stimuleert zij echter vooral de groei van enkele plantensoorten ten koste van andere die worden overwoekerd en verdrongen (eutrofiëring, vegetatieverandering). Bij dit niveau raakt het ecosysteem verzadigd met stikstof. De vergrassing van de heide en het woekeren van brandnetels en bramen in bossen zijn in Nederland bekende voorbeelden van het effect dat overmaat aan stikstof (ammoniak en stikstofoxiden) heeft op plantensoorten. Een overmaat aan stikstof leidt ook tot uitspoeling van nitraat, samen met voedingselementen, zoals kalium (K), calcium (Ca) en magnesium (Mg), waardoor bodemverzuring optreedt. Hierbij neemt de zuurgraad toe (daalt de pH) en neemt de concentratie aan (voor planten giftig) aluminium (Al) toe. Overigens wordt de verzuring van de bodem niet alleen veroorzaakt door de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden maar ook van zwaveldioxide (met name industrie). Naast indirecte effecten die via de bodem verlopen heeft met name ammoniak een direct negatief effect op sommige plantensoorten en op bepaalde kortmossen (Kros e.a., 2008).

Indirecte, via de bodem verlopende, effecten van stikstofdepositie op diversiteit aan plantensoorten

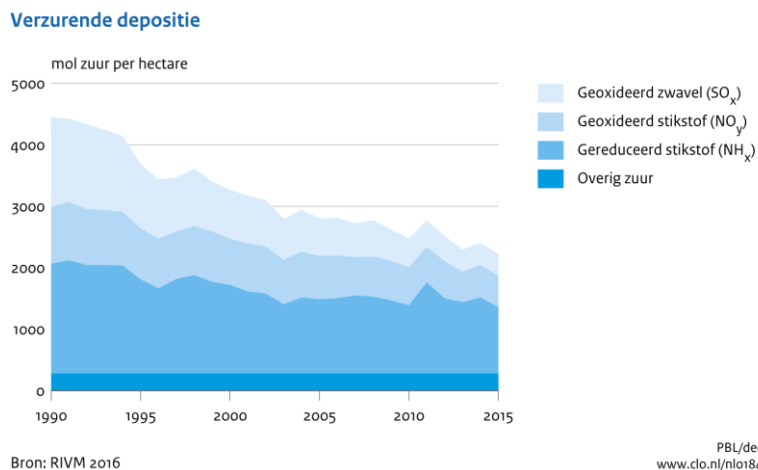
Nationaal en internationaal wordt overschrijding van kritische depositie van stikstof gebruikt als indicator voor biodiversiteitsverlies. Zo is het één van de kernindicatoren van de Convention on Biological Diversity. De acceptabele (kritische) depositie van stikstof is voor verschillende habitats vastgesteld (Bobbink et al., 2010; Bobbink & Hettelingh, 2011) en dat is met name gedaan op basis van *experimenten* waarbij stikstof aan het ecosysteem is toegevoegd. Daarnaast is ook gebruik gemaakt van meetreeksen die informatie geven over de verandering in de diversiteit aan plantensoorten in afhankelijkheid van de stikstofdepositie in de ruimte en/of de tijd (veld monitoring). Beide benaderingen hebben hun voor en nadelen.

Figuur 1 geeft een voorbeeld van het voorkomen van plantensoorten in Europese graslanden langs een gradiënt in stikstofdepositie van ca 3 - 42 $kg N ha^{-1} jr^{-1}$.



Figuur 1. Relatie tussen de soortenrijkdom van onbemeste graslanden in Europe en de stikstofdepositie, uitgedrukt in kg stikstof per hectare per jaar (Bron: Stevens et al. 2010).

De variatie is groot omdat niet alleen stikstofdepositie een rol speelt (het nadeel van de gradiënt benadering) maar de tendens dat het aantal plantensoorten afneemt bij toenemende depositie is wel duidelijk. In de afgelopen 25 jaar (de periode 1990-2015) is in Nederland de depositie van stikstof (en ook van zwavel) afgenomen, met name tussen 1990 en 2005 (Figuur 2). Sinds 2005 is de reductie in stikstofdepositie heel beperkt. In die periode is dus ook de mate van overschrijding van het kritische depositieniveau afgenomen, maar dit heeft nog maar heel beperkt tot herstel van de natuur geleid. Dat heeft te maken met de accumulatie van stikstof in het ecosysteem waardoor er sprake is van naijlingseffecten. Daarom worden herstelmaatregelen uitgevoerd met als doel de geaccumuleerde stikstof te verwijderen. Momenteel is in ca 60 procent van de natuur in Nederland nog sprake van een zodanig hoge toevoer van stikstof dat kwetsbare plantensoorten worden verdrongen door grassen en struiken (zie o.a. <http://www.clo.nl/indicatoren/nl142301-kritische-stikstofdepositie-op-natuur>).



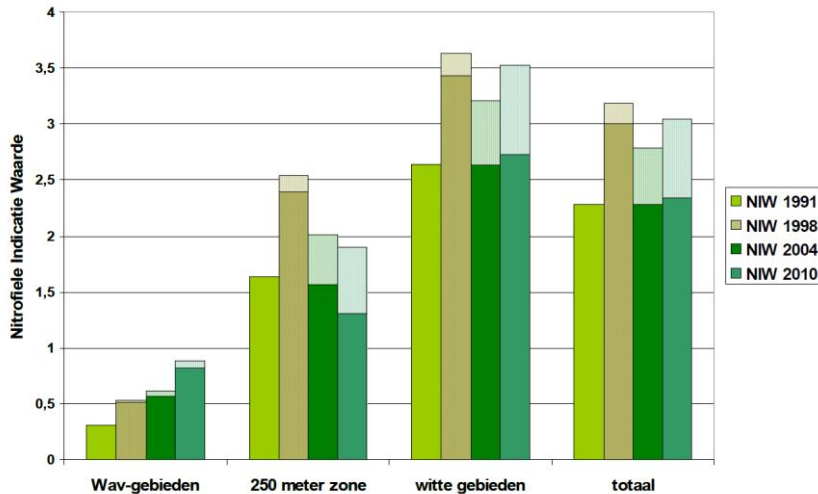
Figuur 2. Verloop van de depositie van potentieel verzurende zwavel en stikstofverbindingen uitgedrukt in mol equivalent zuur per hectare per jaar tussen 1990 en 2015 (bron PBL). De afkorting NH_x staat voor ammoniak (NH₃) en ammonium (NH₄⁺).

Verder is de verzuring van de bodem verder doorgegaan ondanks het feit dat na 1990 de zure depositie flink is afgenomen. Dit is gebleken uit een herbemonstering van in zestien eikenopstanden in 2015 in een veldstudie die 25 jaar geleden (in 1990) met precies dezelfde methoden is uitgevoerd. Uit het onderzoek blijkt dat zowel in de strooisellaag als in de minerale bovengrond op veruit de meeste locaties de voorraad aan basen (calcium, magnesium, kalium en natrium) is afgenomen. Dit wijst erop dat ondanks de afnemende zure depositie de verwerking van bodemmineralen niet in staat is deze depositie te neutraliseren, en de basenvoorraad dus nog steeds afneemt (De Vries e.a., 2017). Uitgaande van de potentieel zure depositie is de gemiddelde bijdrage van ammoniak (landbouw), stikstofoxiden (verkeer) en zwaveldioxide (industrie) aan de verzuring van de bovengrond over de periode 1990-2015 respectievelijk ca 55%, 25% en 20% (zie Figuur 2). Overigens is de concentratie aan giftig aluminium in bodemvocht wel gedaald sinds 1990.

Directe, bovengrondse effecten van stikstofdepositie op korstmossen

Bij verhoogde concentraties van ammoniak in de lucht is er ook sprake van heeft ook direct effect op de bovengrondse delen van de plant en daarnaast vooral ook op korstmossen. In opdracht van acht provincies is daarom sinds 1990 een meetnet operationeel om de effecten van ammoniak op korstmossen te volgen, met over de hogere zandgronden van Nederland. Gemiddeld vond eens in de vijf jaar een herhalingsronde plaats. De monitoring vindt plaats met behulp van rijtjes eiken langs wegen. Het voordeel van het monitoren van kostmossen is dat het voorkomen van stikstof-minnende soorten heel sterk is gecorreleerd aan de concentratie aan ammoniak in de lucht (Van Herk, 2001).

Na jarenlange trends van toenemende hoeveelheden aan stikstof-minnende soorten (uitgedrukt in Nitrofiel Indicatie Waarde, NIW) blijkt er sinds 1998 recent in enkele gebieden met een hoge veedichtheid een kentering in dit proces op te treden als gevolg van een daling in de emissie en concentratie van ammoniak (Figuur 3). Herhalingsonderzoek aan ruim 560 permanente waarnemingspunten in Drenthe over de periode 1991 -2010 laat voor Drenthe als geheel tussen 1991 en 1998 een zeer duidelijke toename afname van de NIW zien, gevolgd door een afname tussen 1998 en 2004 en een stabilisatie tussen 2004 en 2010 (Figuur 3).



Figuur 3: De gemiddelde nitrofile indicatie waarde in de wet ammoniak en veehouderij (Wav) gebieden, in een bufferzone van 250 meter eromheen, in de zogenaamde witte gebieden (alles buiten de Wav en de bufferzone) en in het geheel van de provincie Drenthe (Van Herk, 2011).

Hoewel de depositie tussen 1991 en 2005 duidelijk afnam kwam dit niet tot uiting in de effecten op korstmossen. De stijging in NIW tot aan 1998 en de daling daarna tot 2004 leidde tot een vergelijkbaar resultaat in 2004 en 1991. Het patroon van stagnerende verbetering sinds 2004 (Figuur 3) is conform de vrijwel afwezige daling in de depositie van stikstof sinds die periode (Figuur 2).

Samenvattend kan worden gesteld dat de afnemende stikstofdepositie sinds 1990 nog niet heeft geleid tot een duidelijke verbetering in de diversiteit aan plantensoorten en kostmossen. Er is duidelijk sprake van een effect van najiling wat mede wordt veroorzaakt door de accumulatie van stikstof in de bodem en de doorgaande bodemverzuring, waarbij zwavel depositie ook nog een rol speelt.

Literatuur

Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, J., Spranger, T., Alkemade, R., Ashmore, M., Bustamante, M., Cinderby, S., Davidson, E., Dentener, F., Emmett, B., Erisman, J. W., Fenn, M., Gilliam, F., Nordin, A., Pardo, L. & de Vries, W. (2010). Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecol. Appl.* 20, 30-59.

Bobbink, R. & Hettelingh, J.-P. (2011). Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships : Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. (Report 680359002/2011). Bilthoven: Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment

De Vries, W. P. Bolhuis, A. van de Burg, en R. Bobbink, 2017. Doorgaande verzuring van bosbodems: oorzaken en gevolgen voor het bosecosysteem. *Vakblad voor Bos Natuur en Landschap* Sept 2017, 32-35.

Kros, J., B.J. de Haan, R. Bobbink, J.A. van Jaarsveld, J.G.M. Roelofs en W. de Vries, 2008. Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur. *Achtergrondrapport. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Rapport 1698, 132pp.*

Stevens, C.J., C. Duprè, E. Dorland, C. Gaudnik, D.J.G. Gowing, A. Bleeker, M. Diekmann, D. Alard, R. Bobbink, D. Fowler, E. Corcket, J.O. Mountford, V. Vandvik, P.E. Aarrestad, S. Muller en N.B. Dise, 2010. Nitrogen deposition threatens species richness of grasslands across Europe. *Environ. Pollut.* 158 (9), 2940-2945.

Van Herk, C.M., 2001. Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. *Lichenologist* 33 (5), 419-441.

Van Herk, C.M., 2011. Monitoring van korstmossen in Drenthe, 1991-2010