



Basenrijkdom en beperkte fosfaatbeschikbaarheid cruciaal voor soortenrijke vochtige bossen

De aandacht voor de restanten vochtig bos groeit. In een OBN-project is onderzocht hoe het hydrologische systeem van vochtige bossen op basenrijke bodem weer kan gaan functioneren (zie pagina 12-16). Is met hydrologisch herstel ook het proces van verzuring en vermesting te keren? Hoe reageert de nutriëntenkringloop? Wat gebeurt er met de geaccumuleerde ruwe, zure humus? Breekt dit bij hydrologisch herstel versneld af, waardoor er ineens veel voedingsstoffen vrijkomen? Leidt dit tot verzuuring of worden deze voedingsstoffen weer vastgelegd? Om antwoorden te geven op deze vragen is in het OBN-onderzoek herstel van de nutriëntenkringloop gesimuleerd.

tekst Emiel Brouwer (Onderzoekcentrum B-WARE) & Gert-Jan van Duinen (Stichting Bargerveen)

> Loofbossen met een soortenrijke ondergroei zijn buiten Zuid-Limburg vooral te vinden op vochtige, basenrijke leem- en zandbodems. Het gaat dan om plantengemeenschappen die horen tot het Vogelkers-Essenbos (*Pruno-Fraxinetum*) en het Eiken-Haagbeukenbos (*Stellario-Carpinetum*). Helaas is het merendeel sterk verzuurd, waardoor de eerdere rijkdom aan onder meer voorjaarsplanten en mycorrhiza-paddenstoelen sterk is teruggelopen. Die paddenstoelen hebben vooral te lijden van stikstofdepositie; als bomen gratis stikstof uit de lucht kunnen krijgen investeren ze veel minder in een samenwerking met schimmels die het voor de boom uit de humus halen. Hogere planten hebben hier minder last van; uit ons recent verrichte OBN-onderzoek blijkt dat de ondergroei relatief onaangetast blijft zo lang de beschikbaarheid van fosfaat laag is. Wanneer ech-

ter de fosfaatbeschikbaarheid oploopt treedt snel verzuuring op. Dit is bijvoorbeeld het geval langs beken die fosfaatrijk water uit stedelijk en/of agrarisch gebied aanvoeren. Deze zetten fosfaathoudend slib af en hier kunnen grote brandnetel en rietgras dominant worden. Maar over grote oppervlakten, buiten het overstromingsbereik, hangt een hoge fosfaatbeschikbaarheid juist samen met verdroging en de hieruit volgende verzuring.

Verzuring en fosfaatbeschikbaarheid

In een goed functionerend vochtig bos is vrij veel fosfaat aanwezig, maar dit is slechts in beperkte mate beschikbaar voor planten. Een deel zit ingebouwd in de humusfractie die afgebroken wordt door onder meer wormen, schimmels en bacteriën, waardoor dit fosfaat deels beschikbaar wordt voor planten. Een ander deel zit gebonden aan het ijzer en het calcium dat rijkelijk voorkomt in de vaak lemige bodem. Bovendien wordt elke winter vers ijzer en calcium aangevoerd met het grondwater dat dan tot in de toplaag van de bodem reikt.

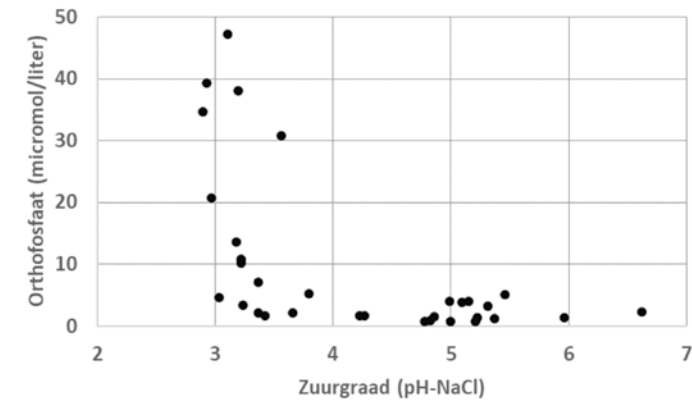
Echter, veel vochtige bossen zijn verzuurd. In eerste instantie door de sterke zwaveldepositie in het verleden en vervolgens ook door stikstofdepositie. Plaatselijk wordt deze verzuring versterkt waar boomsoorten die basenarm strooisel produceren dominant zijn, zoals dennen, sparren en beuken. Maar grootschalige verzuring treedt in de regel pas op als de jaarlijkse aanvulling met basen en ijzer wegvalt, doordat het grondwater niet meer tot in of nabij het maaiveld reikt. Vermoedelijk komt vooral het fosfaat dat aan calcium gebonden is dan vrij door verzuring, maar dit is niet nader onderzocht. Mogelijk wordt ook aan ijzer gebonden fosfaat gemobiliseerd. Wel is heel duidelijk waargenomen dat op verzuurde bodems de fosfaatbeschikbaarheid sterk is verhoogd (figuur 1). En er is een duidelijke correlatie geconstateerd tussen verzuuring en een verhoogde fosfaatbeschikbaarheid.

Vrijwel alle intacte vochtige bossen van de 32 onderzochte bossen in Zuid- en Oost-Nederland hadden een zoutuitwisselbare fosfaatfractie van minder dan 5 micromol/liter verse bodem. De beschikbaarheid van stikstof (ammonium en nitraat) daarentegen is in niet-verdroogde vochtige bossen net zo sterk verhoogd als in de met bramen vervuilde en verdroogde vochtige bossen. Het vervuilen van vochtig bos lijkt hiermee een optelsom van stikstofdepositie en de kettingreactie verdroging -> verzuring -> fosfaatmobilisatie. Mogelijk vindt bij lang aanhoudende verzuring weer een afname van de fosfaatbeschikbaarheid plaats door binding aan het bij verzuring vrijkomende aluminium, maar ook dit is niet onderzocht.

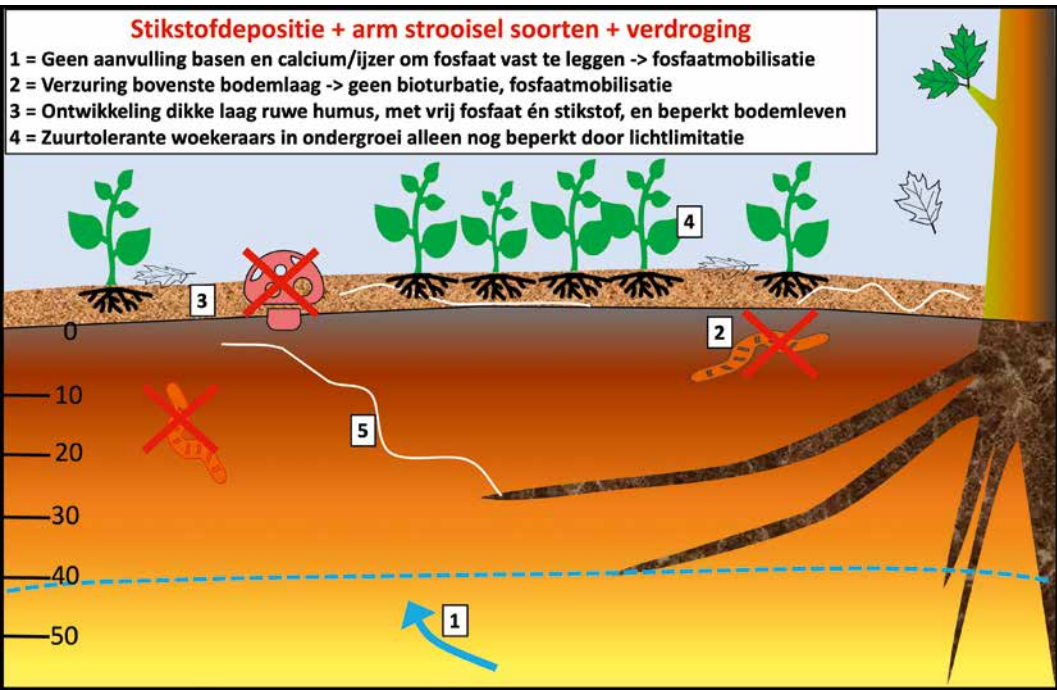
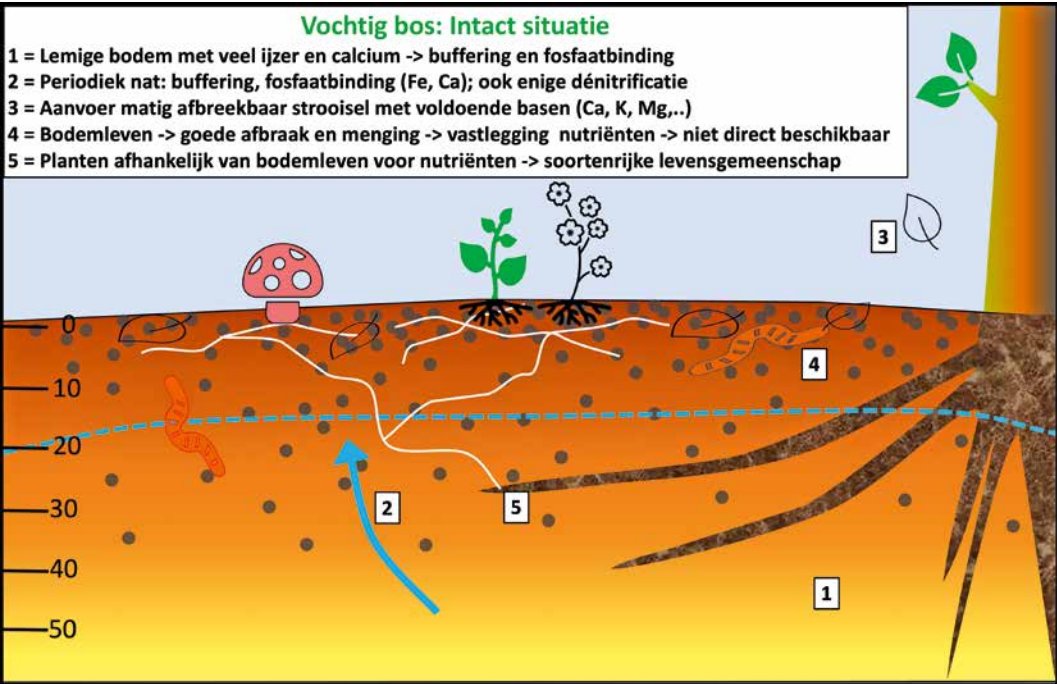
Verdrogings- en verzuringsproblematiek in vochtige bossen

De grootste oorzaak van verzuring is de ontwatering, die in bijna al onze restanten vochtig bos zichtbaar is in de vorm van diepe sloten en talloze greppels. Basenrijk grondwater bereikt in de winter niet meer de toplaag, waardoor deze verzuurt (figuur 2). Regenwormen die een sleutelrol spelen in de omzetting van blad naar humus, verdwijnen. Bij ernstige verdroging en verzuring kunnen ook geleedpotige detritivoren als pissebedden en miljoenpoten afnemen. Verder neemt de biomassa van schimmels af, maar nog sterker is de afname van bacteriën. Dit bonte gezelschap van bodembewoners zorgt er in een niet-verzuurd vochtig bos voor dat veel fosfaat uiteindelijk wordt vastgelegd in stabiele, niet verder afbreekbare kleine humusdeeltjes. Maar bij verzuring gaat de afbraak anders verlopen en is er sprake van een omslagpunt. De afbraak vertraagt en zodra zich strooisel begint op te hopen op een licht verzuurde toplaag versterkt dit proces en vindt een omslag plaats van een goed gemengde bodem met stabiele humus naar een ruwe, zeer zure humus- en strooisellaag op de minerale bodem.

De oorzaken van verzuring zijn bijvoorbeeld duidelijk te zien in het Brabantse Wijboschbroek. Door intensieve ontwatering bereikt het grondwater niet of nauwelijks meer het maaiveld. Zeker niet in de hogere, zandige koppen die bovendien vaak zijn beplant met monoculturen van



Figuur 1. Correlatie tussen zuurgraad en de hoeveelheid beschikbaar fosfaat (extractie met natriumchloride), gemeten in 32 vochtige bossen in Zuid- en Oost-Nederland (gemiddelde van drie meettijdstippen in de jaren 2019 en 2020).



Figuur 2. Schematische weergave van de nutriëntenkringloop in een intact vochtig bos (boven) en in een door stikstofdepositie en verdroging aangetast vochtig bos met dominantie van bomen die basenarm strooisel produceren (onder).



Een van de net aangebrachte plaggen op een bestaande bosbodem in januari 2020.

	Start	Jaar 1		Jaar 2	
		Intact	Dr&Z	Intact	Dr&Z
Zuurgraad (pH) in plag	3,79	3,29	3,03	3,52	3,11
Zuurgraad (pH) onder plag	5,00 /3,12	3,28	3,13	3,75	3,03
Fosfaat (P-zout, µM) in plag	15,4	127,7	79,2	72,1	78,9
Fosfaat (P-zout, µM) onder plag	4,3 /6,3	34,5	21	3,8	7,7
Stikstof (NO3+NH4, µM) in plag	424	526	552	989	1510
Stikstof (NO3+NH4, µM) onder plag	664 /384	496	487	858	988
Doelsoorten (% bedekking)	<1	7	3	13	3
Ruigtesoorten (% bedekking)	<1	11	2	16	3
Gewicht wormen (gram/m²)	0	23	0	32	9
Aantal miljoenpoten/m²	40	240	35	230	110
Aantal pissenbedden/m²	40	210	45	155	50

Tabel 1. Ontwikkelingen gedurende twee jaar in en onder plaggen (1x1 meter) van een ruwe humuslaag uit een verdroogd en verzuurd vochtig bos. Deze zijn verplaatst naar twee situaties: Intact = geplaatst op de bosbodem in goed ontwikkeld vochtig bos. Dr&Z = geplaatst op de bosbodem in verdroogd en verzuurd vochtig bos. De startsituatie betreft de meting op de donorlocatie voor verplaatsing. Behalve voor de metingen in de bosbodem onder de plag, daar is de start direct na plaatsen gemeten in zowel de goed ontwikkelde als de verdroogde en verzuurde situatie. De proef is op zestien locaties in vier bosgebieden uitgevoerd, hier zijn de gemiddelden weergegeven. Met een stoplichtsysteem is aangegeven of er sprake is van een gunstige (groen) of ongunstige (rood) toestand op dat moment.

bomen met basenarm strooisel. Hier heeft zich een dikke laag ruwe humus en strooisel ontwikkeld (figuur 3 op pagina 14).

Herstel van de nutriëntenkringloop: een experiment

Nu er onder andere door de aanwijzing van Natura2000-bostypen meer aandacht komt voor herstel van vochtige bossen, rijst de vraag of het proces van verzuring en vermesting omkeerbaar is. Hydrologische herstelmaatregelen zijn veelbelovend om de verzuring terug te dringen, omdat basenrijk grondwater dan terug kan keren in de toplaag. Tot voor kort was het onbekend hoe de

nutriëntenkringloop van vochtige bossen zou reageren op hydrologisch herstel. Wat gebeurt er met de geaccumuleerde ruwe, zure humus? Gaat dit weer versneld afbreken, waardoor er ineens heel veel voedingsstoffen vrijkomen? Leidt dit tot vervuiling of worden deze voedingsstoffen weer vastgelegd? Daarom is er in het kader van het OBN-onderzoek een strooiselexperiment uitgevoerd op zestien locaties verspreid over vier bosterreinen: we hebben plaggen gestoken uit verdroogde en verzuurde vochtige bossen en deze verplaatst naar bossen met een intacte hydrologie en een kroonlaag met een gezond aandeel bomen met basenrijk strooisel. Hiermee hebben we voor

de plaggen hydrologisch herstel plus bosvorming gesimuleerd. De plaggen bestonden uit een 5 à 10 centimeter dikke strooisel- en (ruwe) humuslaag en zijn gedurende twee jaar gemonitord. Door het afsteken en verplaatsen van de plaggen kwam veel stikstof (nitraat) en fosfor vrij (tabel 1). Die kunnen zowel uit humusafbraak als uit de afstervende plantenwortels en mycelia van schimmels afkomstig zijn. De nitraatconcentraties waren voortdurend te hoog, met extra pieken die vooral leken samen te hangen met de vele droogteperiodes tijdens het onderzoek. En toch waren de resultaten bemoedigend. Ten eerste omdat in het tweede jaar de fosfaatconcentraties in de plaggen in intact bos snel terugliepen en de oorspronkelijke bosbodem onder de plaggen weer waarden bereikten die laag genoeg waren om vervuiling te voorkomen (< 5 micromol/liter). Ten tweede omdat de plaggen opvallend snel werden gekoloniseerd door de bodemfauna van de minder zure bodem en door allerlei kenmerkende bosplanten zoals witte klaverzuring en grote muur. Ten derde omdat ten opzichte van de verzuurde situatie geen extra mobilisatie van voedingsstoffen plaatsvond en vervuiling uitbleef. Weliswaar is de bedekking van ruigtesoorten aanzienlijk hoger in de intacte situatie, maar dit geldt ook voor de doelsoorten. In de verzuurde situatie was beuk vaak dominant, deze boom laat weinig licht door en onderdrukt alle ondergroei.

Bevindingen

Winterse invloed van basenrijk grondwater is dus nodig om een gezonde bodemfauna en humusafbraak in stand te houden, en om de beschikbaarheid van fosfaat laag te houden. Bij een hoge stikstofdepositie is die lage fosfaatbeschikbaarheid cruciaal om vervuiling te voorkomen. Het transplantatie-experiment laat zien dat herstel van de hydrologie en de soortensamenstelling van de boomlaag de toplaag van de bodem weer geschikt maakt voor de gewenste bodemfauna en bosplanten. Hierdoor komt de afbraak van de opgehoopte, zure humus weer op gang, maar blijft een grote, langdurige piek in de beschikbaarheid van voedingsstoffen uit. Onder basenrijke condities treedt zelfs al snel een betere binding van fosfaat op, waardoor kenmerkende bosplanten weer een kans krijgen. Met name voor de terugkeer van veel mycorrhiza-paddenstoelen blijft het daarnaast nodig om de stikstofdepositie sterk terug te dringen.<

g.vanduin@science.ru.nl

Dit artikel is onderdeel van een tweeluik gebaseerd op het OBN-rapport De nutriëntenkringloop tijdens herstel van basenrijke, vochtige bossen. Onderzoek op intacte en aangetaste boslocaties, en verslag van een bodemtransplantatie-experiment. Het andere artikel staat op pagina 12. Het onderzoeksrapport is te downloaden via de website: www.natuurkennis.nl > publicaties > nat zand-landschap.