

Abiotische bodemcondities sturen vegetatieontwikkeling in natuurgebieden

Goede grond voor natuur

Bodemeigenschappen bepalen de vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. De bodem is geen statische entiteit, maar een ecosysteem met bacteriën, schimmels en bodemfauna. Ook abiotische bodemcondities sturen echter de vegetatie. We gaan in op de relatie tussen abiotische bodemparameters, de vegetatie en hoe de mens hierin kan sturen - en zo het landschap helpen bepalen.

Door Fons Smolders, Jan Roelofs en Esther Lucassen

Over de auteurs

dr. A.J.P. Smolders is docent bij de Afdeling Aquatische Ecologie en Milieubiologie van de Radboud Universiteit Nijmegen en senior consultant bij Onderzoekcentrum B-WARE

prof. dr. J.G.M. Roelofs is hoogleraar Aquatische Ecologie en Milieubiologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen

dr. E.C.E.T. Lucassen is senior consultant bij Onderzoekcentrum B-WARE

De bodem is essentieel voor de water- en voedingsstoffenvoorziening van de meeste plantensoorten. Bodemeigenschappen zijn dan ook in belangrijke mate bepalend voor de vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. De bodem is geen statische entiteit, maar een ecosysteem op zich waarin bacteriën, schimmels en bodemfauna een cruciale rol spelen. Deze bodembiota hebben een belangrijke invloed op de bodemstructuur, humusopbouw en nutriëntenbeschikbaarheid. De bodem is een levend organisme waarin bodemvormende processen optreden die zichtbaar worden in de vorming van bodemhorizonten. Voedselrijke landbouwbodems worden doorgaans gedomineerd door bacteriën terwijl het microbiële leven van (relatief) voedselarme natuurbodems meestal wordt gedomineerd door schimmels.

Ook abiotische bodemcondities zoals korrelgrootte, voedselrijkdom, zuurbufferend vermogen en organische stofgehalte zijn echter in belangrijke mate sturend voor de vegetatie. Abiotische bodemparameters zijn relatief eenvoudig te meten en te interpreteren en worden dan ook vaak gebruikt om veranderingen in de vegetatiesamenstelling te begrijpen en beheers- of herstelmaatregelen op te stellen.

NUTRIËNTEN: STUREN OP FOSFAATDEFICIËNTIE

Wanneer in een bodem de voedingsstoffen in overmaat aanwezig zijn, worden licht en/of water de beperkende factoren voor de groei van planten. In natuurgebieden zien we dan dat snelgroeiende soorten worden bevoordeeld, en wanneer het beheer niet navenant intensief is, ontstaat meestal een ruigtevegetatie. Soortenrijke, voedselarme vegetatietypen kunnen doorgaans alleen worden gerealiseerd wanneer de groei van planten wordt gelimiteerd door één van de essentiële voedingsstoffen. Planten die minder snel groeien en aangepast zijn aan een lage beschikbaarheid van nutriënten kunnen onder dit soort condities goed gedijen. Veelal spelen mycorrhiza schimmels een belangrijke rol bij de opname van nutriënten.

STIKSTOF EN KALIUM

Zolang de N-depositie hoog is, is het lastig natuurtypen te realiseren op grond van stikstoflimitatie. Zelfs wanneer stikstoflimitatie wordt bereikt, kan zich op fosfaatrijke gronden door biologische vastlegging van N (o.a. door klavers) op termijn opnieuw een eutrafente vegetatie ontwikkelen. In de praktijk betekent dit dat om een soortenrijk vegetatietype te laten ontstaan, gestuurd moet worden op P(fosfor)- of K(kalium)-limitatie. Omdat kalium in de meeste gevallen in voldoende mate kan vrijkomen uit de verwerking van silicaten, is het sturen op P-limitatie het meest kansrijk.

Wanneer het beheer niet intensief is, ontstaat meestal een ruigtevegetatie

FOSFAAT

Fosfaat kan in de bodem op verschillende wijzen zijn vastgelegd. Zo kan het fosfor in de bodem gebonden zijn aan calcium of ijzer. De calcium- en ijzerconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer en calcium blijft de P-beschikbaarheid voor planten relatief laag. Dit proces wordt versterkt op locaties waar sprake is van ijzer- en calciumrijk kwelwater. Daarnaast kan fosfor binden aan organische stof en klei. Door binding (adsorptie) in de bodem is fosfaat tegen uitspoeling 'beschermd'. Fosfaat is dan ook te beschouwen als relatief immobiel.

Een goede maat voor de P-beschikbaarheid voor planten is de Olsen-P concentratie van de bodem. De Olsen-P waarde kan worden bepaald aan de hand van een bicarbonaat-extractie van de bodem. Een bruikbare grenswaarde voor P-deficiëntie van bodems is een Olsen-P concentratie van 200-300 micromol P per liter verse bodem. Voor soortenrijke vegetatietypen van voedselarme gronden (soortenrijke heiden, blauwgraslanden, kalkmoerassen en venen) liggen de Olsen-P concentraties van de bodem meestal onder of rond dit niveau. De Olsen-P concentraties in de toplaag van landbouwgronden liggen meestal echter ver boven de vereiste niveaus. Overigens zijn ook de totaal-P concentraties van de bodems van belang. Uit de totale fosforvoorraad kan door bodemprocessen



FOTO 1. HET STELKAMPSVELD NABIJ LOCHEM.

weer P vrijkomen in de plantbeschikbare P-fractie. IJzerrijke bodems en kleibodems zijn van nature vaak relatief rijk aan totaal-P. Dergelijke bodems binden namelijk zeer goed fosfaat. Aangezien kleibodems niet alleen veel fosfaat binden maar ook immobiliseren, kan op dit soort bodems de P-beschikbaarheid toch relatief laag blijven. Wel zullen dan veelal wat minder schrale graslandtypen kunnen worden ontwikkeld, zoals Dotterbloemhooilanden, Glanshaverhooilanden en Kamgrasweiden. Voor dit soort vegetatietypen kan een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van 600-1000 micromol per liter verse bodem.

BEREIKEN VAN P-DEFICIËNTIE

Om voormalige landbouwgrond om te vormen tot een voedselarme bodem, zullen vaak kostbare maatregelen nodig zijn tenzij de binding aan calcium en/of ijzer zeer sterk is. Een veel toegepaste beheersvorm is het maaien van vegetaties waarbij het maaisel, met de daarin vastgelegde voedingsstoffen, wordt afgevoerd. Wanneer er meer voedingsstoffen worden afgevoerd dan aangevuld, spreekt men van verschraling. Uitmijnen is een variant op maaien waarbij de afvoer van een bepaald element wordt geoptimaliseerd door de voedseltoestand van de overige nutriënten optimaal te houden. Het afvoeren van nutriënten via het gewas gaat echter langzaam, omdat slechts een klein deel van de drogestof uit N, P of K bestaat. Bij een gemiddelde afvoer van 10 kg P per ha per jaar duurt het vaak vele tientallen jaren voordat door middel van maaien en afvoeren P-deficiëntie in de bovenste 25 cm van de bodem kan worden bereikt. Dit neemt niet weg dat het goed kan worden toegepast op bodems die van nature goed fosfaat binden of in combinatie met andere maatregelen om fosfaat af te voeren. Daarnaast voorkomt maaien het ontwikkelen van bomen en struwelen. Inzet van grazers in weiden en halfopen landschappen voorkomt het dichtgroeien waardoor variatie in het gebied ontstaat. De netto afvoer van nutriënten door middel van begrazen is echter beperkt. Begrazen van natte terreinen waarin zich Pitrus heeft gevestigd, heeft zelfs vaak een averechts effect, omdat de meeste grazers nauwelijks Pitrus eten. Het gevolg van veel vormen van begrazen is dan ook een verdere toename van de dominantie van Pitrus.

ZUURBUFFERING

Behalve de nutriëntenbeschikbaarheid is de zuurgraad van de bodem in belangrijke mate sturend voor de vegetatieontwikkeling. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Bij bodem pH waarden hoger dan pH 6,2 hebben we te maken met

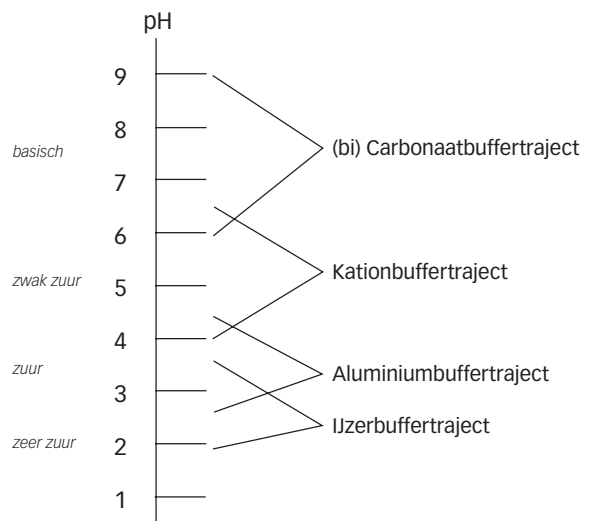


FOTO 2. EEN PLAGEXPERIMENT OP LANDGOED STAVERDEN. NA PLAGGEN VAN DE RIJKE TOPLAAG KUNNEN ZICH WEER BIJZONDER PLANTENSOORTEN VESTIGEN.

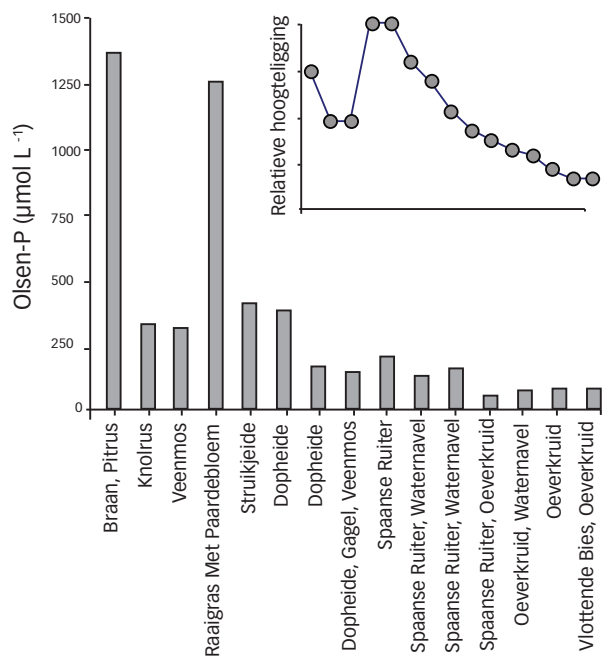
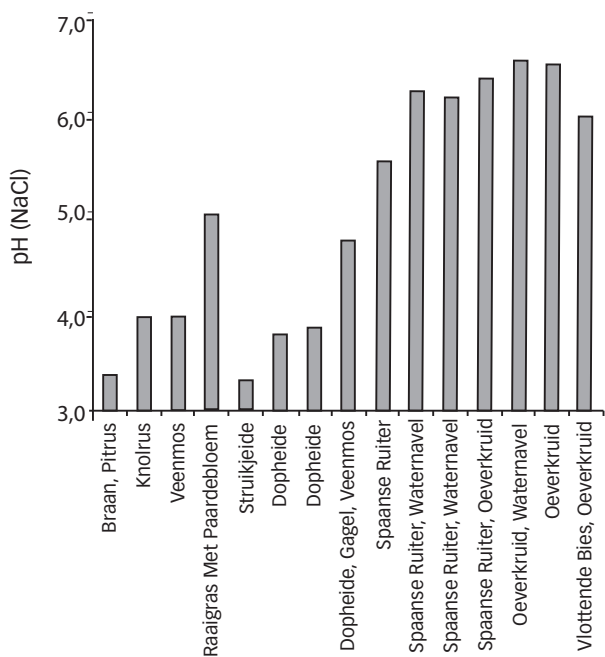
(bi)carbonaatbuffering. Hierbij reageren protonen met opgelost bicarbonaat en carbonaten als calciëet (CaCO_3) en dolomiet ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Afhankelijk van de concentraties aan bufferende stoffen en de concentraties zuur blijft de pH hierbij constant in het zogenaamde (bi)carbonaatbuffertraject, dat ligt tussen pH-waarden van ongeveer 6,2 en 8,6.

Wanneer in de bodems geen carbonaat meer aanwezig is, komt de bodem in het kation-uitwisselings-buffertraject (calcium buffertraject) terecht (figuur 1). Dit buffertraject bevindt zich globaal tussen een pH van 4,5 en 6,5.

Kationbuffering komt tot stand doordat kleimineralen en organisch materiaal aan hun oppervlak licht negatief elektrisch geladen zijn. Zo vormen deze in de bodem het zogenaamde bodemadsorptiecomplex. Positief geladen (kat)ionen als calcium, magnesium en kalium worden hierdoor aangetrokken en hieraan geadsorbeerd. Bij verzuring kan dit complex bijdragen aan verwijdering van waterstofionen uit het bodemvocht door deze uit te wisselen tegen de kationen. Is het bodemadsorptiecomplex verzadigd met waterstofionen, dan neemt de zuurconcentratie in het bodemvocht sterk toe en daalt de pH. Beneden een pH van ongeveer 4,5 gaan aluminium(hydr)oxiden, die over het algemeen in aanzienlijke hoeveelheden aanwezig zijn, in oplossing. Hiermee is



FIGUUR 1. BELANGRIJKE PH BUFFERTRAJECTEN IN BODEMS.



FIGUUR 2. VEGETATIEGRADIËNT IN HET STELKAMPSVELD.

Voorbeeld Stelkampsveld

Het belang van de fosfaatbeschikbaarheid en zuurgraad van de bodem voor de vegetatieontwikkeling wordt geïllustreerd aan de hand van een vegetatiegradiënt (figuur 2) uit het Stelkampsveld, een natuurgebied bij het Gelderse Lochem. In het Stelkampsveld is een hoogtegradiënt aanwezig waarbij de mate van grondwatervoeding toeneemt naarmate de hoogte van het maaiveld afneemt. De lager gelegen delen worden er gekarakteriseerd door een hoge bodem pH. Hier vinden we soorten die kenmerkend zijn voor blauwgraslandvegetaties zoals de Spaanse Ruiters. De laagste delen staan een groot deel van het jaar onder water en worden gekenmerkt door een oeverkruid vegetatie. In de hoger gelegen delen is geen sprake meer van grondwaterinvloed en vindt overwegend inzijging van regenwater plaats. Deze delen worden gekenmerkt door een heide vegetatie. In de meest droge hoogst gelegen delen is struikheide dominant. In een depressie op het hooggelegen deel stagneert regenwater en vinden we een vegetatie die door knolrus en veenmossen wordt gedomineerd. Deze soorten zijn indicatief voor zure voedselarme wateren. Op het hoger gelegen stuk is ook een weide aanwezig waar niet de heide domineert, maar Engels raaigras en paardenbloemen. Hier wordt een hoge Olsen-P concentratie gemeten in de bodem. Aan de rand van het gebied vinden we een zure bodem met een ruigtevegetatie van Braam en Pitrus. Ook op deze locatie meten we een hoge Olsen-P concentratie in de bodem.

met bicarbonaat en calcium om verzuring te voorkomen. Door de min of meer aërobe omstandigheden in de toplaag van systemen met capillaire opstijging, zoals veel heischrale graslanden, kunnen ook planten die slecht anaërobe omstandigheden verdragen, profiteren van een hoge basenrijkdom. Kenmerkende soorten zijn Liggende Vleugeltjesbloem, Blauwe Knoop, Kloksjgentiaan en Heidekartelblad.

Langdurige perioden van lage grondwaterstanden leiden in grondwaterafhankelijke systemen echter tot een sterkere oxidatie van de toplaag van de bodem. Omdat oxidatieprocessen zuurgegenererend zijn, leidt dit tot een afname van de pH en alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) van het bodemvocht. Daarnaast neemt door lage grondwaterstanden ook de invloed van regenwater toe. Door de inzijging van basenarm en zuur regenwater kunnen basen versneld uitspoelen uit de bodem. Vaak is de buffering van de bodem dan ook gekoppeld aan de hoogteligging in het landschap, waarbij hooggelegen delen (zonder grondwaterinvloed) zuur of matig gebufferd zijn en laaggelegen delen (met grondwaterinvloed) sterk gebufferd. Hooggelegen droge kalkgraslanden met een kalkrijke bodem vormen hierop een uitzondering. Voor vegetatietypen van matig zure tot basische bodems is het zuurbufferend vermogen van de bodem van groot belang. Ook voor planten toxische stoffen kunnen hierbij een rol spelen. Zo kunnen in zure bodems aluminium en ammonium ophopen. Ammonium hoopt in zure bodems op omdat er geen oxidatie van ammonium meer plaatsvindt bij een lage pH. De meeste planten van het zure milieu zijn dan ook aangepast aan de opname van ammonium in plaats van nitraat. Zo zijn veel zeldzame soorten van gebufferde soortenrijke heiden en blauwgraslanden, zoals Valkruid en Spaanse Ruiters, gevoelig voor aluminium en ammonium. Daarom komen deze soorten niet voor in zure bodems (pH lager dan 4,5). Algemene soorten als Struikheide en Pijpenstrootje zijn ongevoelig voor aluminium en ammonium en komen wel onder (zeer) zure omstandigheden voor. In het algemeen is de soortenrijkdom van zure natuurbodems veel lager dan die van gebufferde natuurbodems.

het aluminiumbuffertraject bereikt. Daalt de pH nog verder (onder pH 3) dan wordt het ijzerbuffertraject bereikt waarbij als gevolg van de zeer zure omstandigheden de oplosbaarheid van ijzer(hydr)oxides toeneemt.

De grootte van het bodemadsorptiecomplex en de mate waarin dit complex bezet is met basische kationen (de basenverzadiging), bepalen hoeveel zuur er geneutraliseerd kan worden alvorens aluminium en vervolgens ijzer in oplossing gaan in het bodemvocht. Bodems rijk aan organische stof en lutum hebben vanwege hun grote kationadsorptiecapaciteit een grote buffercapaciteit.

HYDROLOGIE

Voor de gewenste vegetatieontwikkeling is het belangrijk dat de hydrologie van het systeem op orde is. Dit is niet alleen van belang vanwege de vochttoestand, maar ook voor de basenvoorziening van de bodem. Wanneer grondwater uittreedt aan maaiveld of via capillaire opstijging de wortelzone bereikt, wordt een bodem vanuit de permanent verzadigde laag voldoende aangerijkt

CONCLUSIE

We kunnen concluderen dat abiotische bodemcondities in belangrijke mate sturend zijn voor de vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. Hierbij spelen de interacties tussen de beschikbaarheid aan nutriënten, het vochtgehalte en de zuurgraad/bufferend vermogen van de bodem een hoofdrol. Het voorbeeld van het Stelkampsveld illustreert dit.