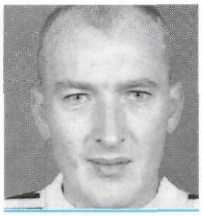
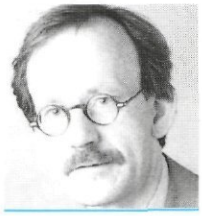




Waterpeilregulatie in broekbossen: bron van aanhoudende zorg

ALFONS SMOLDERS, ONDERZOEKCENTRUM B-WARE
ESTHER LUCASSEN, KATHOLIEKE UNIVERSITEIT NIJMEGEN
JAN ROELOFS, ONDERZOEKCENTRUM B-WARE / KATHOLIEKE UNIVERSITEIT NIJMEGEN

Veel elzenbroekbossen hebben sterk te leiden van verdroging als gevolg van de sterk gedaalde grondwaterstand in de omgeving. Hierdoor is het oppervlak aan broekbos dat nog door kwelwater wordt beïnvloed, sterk afgenomen. Maatregelen om deze verdroging te bestrijden bestonden tot nu toe meestal uit het vasthouden van het water in het broekbos, waardoor de oppervlaktewaterstand sterk steeg, maar de kweldruk vaak nog verder afnam. Dit artikel gaat in op de resultaten van onderzoek dat sinds 1997 door de werkgroep Milieubiologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen wordt uitgevoerd naar de biogeochemische processen in broekbossen. Een beter begrip van deze processen is hard nodig om broekbossen in de toekomst beter te kunnen beheren.

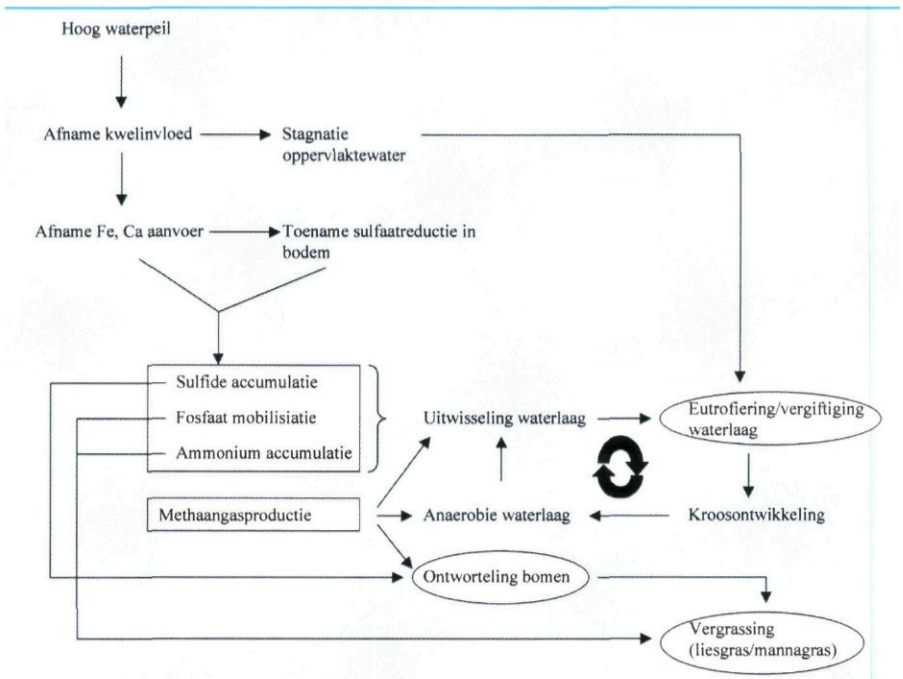
Het Kaldenbroek en het Koelbroek zijn voorbeelden van elzenbroekbossen. Ze liggen in voormalige meanders van de Maas in het noorden van Limburg, waar anti-verdrogingsmaatregelen zijn genomen. Het waterpeil is door opstuwing aanzienlijk verhoogd. In plaats van de verwachte uitbreiding van kenmerkende elzenbroekbossoorten, zoals dotterbloem, elzenzegge, grote boterbloem, holpijp en slangewortel, hebben zich in deze broekbossen desastreuze ontwikkelingen voorgedaan. In de bossen ontwikkelde zich een stinkende waterlaag, volledig overgroeid met kroossoorten. Zwarte elzen stierven af en vielen zelfs om, terwijl grassen zich sterk uitbreidden. Het areaal aan kenmerkende soorten is door deze anti-verdrogingsmaatregelen nog verder afgenomen[1),4),5)]. Blijkbaar kan een afname van de kwelinvloed niet zonder meer worden gecompenseerd door het langer vasthouden van oppervlaktewater.

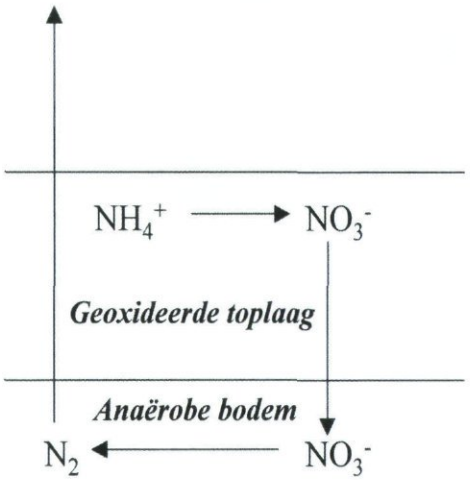
Biogeochemische processen

Elzenbroekbossen vormen voedselrijke systemen waarin de totale fosfor- en stikstofconcentratie behoorlijk hoog kan zijn. De beschikbaarheid van fosfor en stikstof wordt echter sterk beperkt door aanvoer van ijzer en calcium via kwelwater. In elzenbroekbossen is stikstof van nature het limiterende element. Dit komt omdat het bodemabsorbtiecomplex bezet is met calcium en ijzer waardoor ammonium (dat vrijkomt bij anaërobe afbraakprocessen) zich nauwelijks in deze bodems ophoopt. Elzen zijn hieraan aangepast, doordat ze in symbiose leven met micro-organismen die atmosferisch stikstof kunnen binden. De stikstofbinding door elzen vormt indirect waarschijnlijk ook een belangrijke stikstofbron voor andere planten in het elzenbroekbos. Door het afnemen van de kwelinvloed wordt het absorptiecomplex van de bodem gaandeweg steeds minder bezet met calcium en ijzer. Als gevolg hiervan houden de bodems steeds meer ammonium vast en neemt de ammoniumbeschikbaarheid toe.

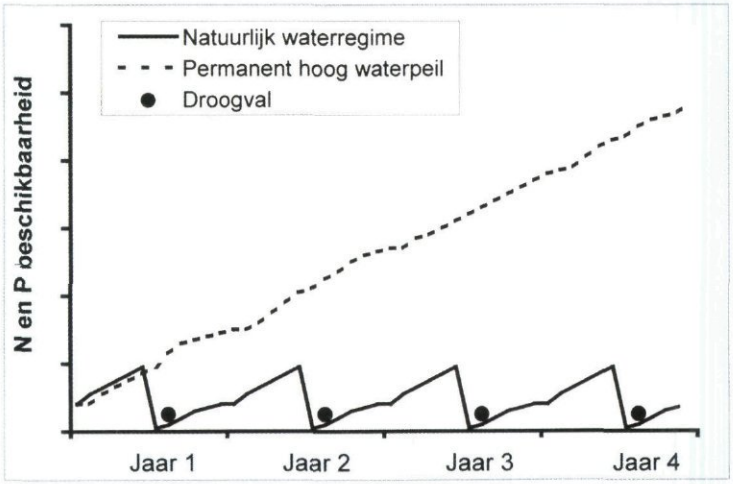
Door het opzetten van het waterpeil treedt dus een sterke stagnatie op van het oppervlaktewater, terwijl de invloed van het ijzer- en calciumrijke diepere grondwater sterk afneemt. Met name wanneer het grondwater veel sulfaat bevat, kan dit tot grote problemen leiden. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval in enkele broekbossen in voormalige Maasmeanders in Limburg. Zolang voldoende ijzeroxide beschikbaar is, wordt de sulfaatreductie geremd, omdat ijzer als redoxbuffer werkt. Als gevolg van de afnemende ijzerinvloed wordt het sulfaat in de anaërobe organische broekbosbodems gereduceerd tot sulfide. Sulfide is te herkennen aan de geur van rotte eieren. Het is uiterst giftig, niet alleen voor dieren, maar ook voor vele plantensoorten[2),7)]. Met name de meest bijzondere soorten, waaronder dotterbloem en vele carexsoorten, blijken erg gevoelig te zijn voor sulfide[3)]. Daarnaast reageert sulfide met ijzer, waarbij onoplosbare ijzersulfiden worden gevormd, waardoor ijzer niet meer beschikbaar is om fosfaat te binden. Als gevolg hiervan neemt de fosfaatbeschikbaarheid sterk toe[7)]. Behalve de biogeochemische veranderingen die kunnen optreden onder invloed van de verminderde invloed van dieper grondwater, worden de uit de bodem vrijkomende nutriënten door de stagnerende door-

Afb. 1: Effecten van een continue te hoog waterpeil op de ontwikkeling van (elzen)broekbossen.





Afb. 2: *Gekoppelde nitrificatie-denitrificatie, waardoor bij tijdelijk droogvallen van de toplaag van het sediment stikstofverliezen optreden.*



Afb. 3: *Effecten van tijdelijk droogvallen van reductieve sedimenten op de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat. Met name voor bodems waarin de sulfaat-influx groter is dan de ijzer-influx, kan tijdelijk droogvallen (natuurlijk waterregime) in de zomer tot een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit leiden ten opzichte van een permanent hoog waterpeil.*

stroming ook niet meer afgevoerd uit het gebied. Als gevolg hiervan treedt een sterke nutriëntenverrijking van de waterlaag op, waardoor kroossoorten dominant worden. Deze kroossoorten dichten de waterlaag af, die vervolgens anaëroob wordt en de nalevering van fosfaat uit de bodem nog eens extra doet toenemen[2]. Vaak treedt zelfs een ophoping van het giftige sulfide in de anaërobe waterlaag op. Hierdoor ontstaat een vicieuze cirkel, waardoor een stagnante, zeer eutrofe, stinkende en giftige waterlaag in het broekbos komt te staan, die ervoor zorgt dat nagenoeg alle bijzondere plantensoorten verdwijnen. De enige soorten die het dan nog uithouden zijn liesgras, mannagras, kroossoorten en, op een enkel locatie, slangewortel.

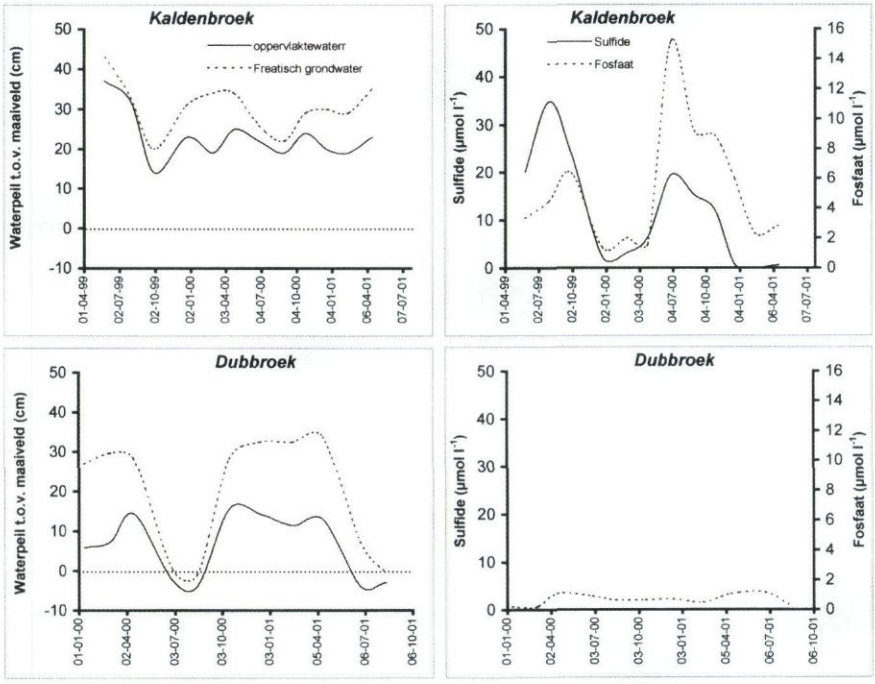
In de anaërobe bodem wordt de redoxpotentiaal uiteindelijk vaak zo laag, dat ook een zeer sterke methaanproductie optreedt. Dit methaan hoopt zich in de bodem op als gasbelletjes, waardoor de bodem als het ware wordt opgeblazen en zelfs kan gaan opdrijven. De zwarte elzen verliezen hierdoor hun houvast in de bodem en vallen om. Dit laatste was het geval in grote delen van het Kaldenbroek. Dit wordt nog eens versneld, doordat het wortelstelsel van de bomen door sulfidetoxiciteit veelal sterk verzwakt is. Doordat vele bomen sterven of omvallen, neemt de lichtval op de bodem toe. In combinatie met de sterk toegenomen beschikbaarheid van voedingsstoffen leidt dit tot vergrassing door met name lies- en mannagras. Gasproductie kan ook de uitwisseling van nutriënten naar de waterlaag sterk verhogen. Wanneer het methaangas in de waterlaag terechtkomt, wordt het geoxideerd, waarbij extra zuurstof wordt onttrokken aan de waterlaag. Afbeelding 1 geeft de hierboven beschreven processen nog eens schematisch weer.

Verantwoord waterpeilbeheer

Om de beschreven problemen te voorkomen, is het van het grootste belang om het waterpeilbeheer van het elzenbroek goed af te stemmen op de regionale kweldruk. Zo moet een groot deel van het jaar doorstroming plaatsvinden, dus voldoende afvoer van water. De kweldruk wordt direct bepaald door het stijghoogteverschil tussen het regionale grondwater en het, veelal kunstmatig ingestelde, stuwpeil van het betreffende systeem. Een te hoog oppervlaktewaterpeil in het kwelgevoede systeem kan dan ook leiden tot een sterke afname van de kwelstroom. Het maximaal in te stellen waterpeil zal in de praktijk sterk afhankelijk zijn van de stijghoogte van het regionale grondwater. Omdat de laatste sterk door de regionale hydrologie wordt bepaald, is de vrijheidsgraad om het stuwpeil te kiezen beperkt. Wil men in een broekbos het waterpeil toch hoger opzetten dan de heersende kweldruk mogelijk maakt, dan zal eerst de regionale grondwaterspiegel moeten worden verhoogd. Dit kan alleen door maatregelen te nemen in de omgeving van het broekbos. Omdat het regionale grondwaterpeil uiteraard niet alleen het natuurbelang maar ook vele andere belangen dient, zoals de landbouw en naburige bewoning, zal het veelal moeilijk zijn om deze te veranderen. In de praktijk betekent dit dat het maximale oppervlak waarover een broekbosvegetatie kan worden hersteld, sterk wordt bepaald door de regionale hydrologie.

Voor het handhaven van een goede waterkwaliteit is kwelinvloed (de aanvoer van ijzer en calcium en voldoende doorstroming) dus van het grootste belang. Daarnaast vervullen ook de seizoensvariaties in de waterstanden een belangrijke functie en zal moeten worden getracht de natuurlijke waterstandsfluctuaties zoveel mogelijk te eerbiedigen[5]. Van nature wordt de winter gekenmerkt door een hoge waterstand en de (na)zomer door een lage. In de winterperiode kan het waterpeil rustig wat hoger worden opgezet. In het koude jaargetijde staat de sulfaatreductie, een temperatuursafhankelijk microbieel proces, namelijk op een laag pitje. Gedurende de zomerperioden vallen delen van het broekbos droog, waardoor oxidatiereacties in de bodem optreden. Deze oxidatiereacties zorgen voor een verlaging van de nutriëntengehalten in het broekbos. Zo wordt ammonium onder invloed van zuurstof geoxideerd tot nitraat. Dit nitraat wordt dieper in de bodem gedenitrificeerd waardoor er een netto verlies van stikstof optreedt. Dit proces wordt gekoppelde nitrificatie-denitrificatie genoemd (afbeelding 2).

Bij een hoge waterstand wordt sulfaat gereduceerd tot sulfide dat samen met ijzer, aangevoerd via het kwelwater, wordt omgezet in ijzersulfiden. Deze ijzersulfiden kunnen in tegenstelling tot ijzer(hydr)oxiden geen fosfaat binden. Bij droogval worden ijzersulfide-verbindingen juist geoxideerd, waardoor opnieuw ijzer(hydr)oxiden ontstaan en sulfaat vrijkomt. Wanneer vervolgens het waterniveau weer stijgt, zal het mobiele sulfaat grotendeels uitspoelen, terwijl de immobiele ijzer(hydr)oxiden in de bodem achterblijven. Als gevolg hiervan neemt de hoeveelheid ijzer die beschikbaar is voor het immobiliseren van fosfaat toe en daalt de beschikbaarheid van fosfaat (afbeelding 3). Het is een hardnekkig misverstand dat het tijdelijk droogvallen van organische bodems zou leiden tot een versnelde oxidatieve afbraak van het



Afb. 4: Variatie van het oppervlaktewaterpeil en het freatische waterpeil in het Kaldenbroek (te hoog opgezet) en het Dubbroek (natuurlijk waterpeilvariatie wordt gerespecteerd). In het Kaldenbroek zijn de concentraties sulfide en fosfaat met name in de zomermaanden erg hoog. Dit heeft tot een ernstige degradatie van het elzenbroek geleid.

organische materiaal. Alleen bij het langdurig (jarenlang) droogvallen van veenbodems is dit het geval. Het tijdelijk droogvallen leidt vaak juist tot een netto afname van de veenafbraak[3].

Wanneer de bodem door permanente inundatie langdurig in een reductieve staat verkeert, kan dit leiden tot ernstige eutrofiëring van het systeem. Hierbij moet opgemerkt worden dat de kwelzones waar zeer grote hoeveelheden ijzer en calcium binnenkomen, wel permanent nat moeten blijven. Hier komt zoveel meer ijzer dan sulfaat binnen, dat pyrietvorming niet leidt tot uitputting van de voorraad ijzer(hydr)oxide. Wanneer deze vaak zeer pyrietrijke kwelzones toch droogvallen, kan door pyrietoxidatie een ernstige verzuring van de bodem optreden[6]. Voor de zones die hier omheen liggen en die indirect door het kwelwater beïnvloed worden, geldt dit zeker niet. Voor deze zones geldt dat het periodiek droogvallen een belangrijke voorwaarde is voor het handhaven van een goede waterkwaliteit. Afbeelding 3 geeft de te verwachte ontwikkeling weer van de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat voor broekbossen met een permanent hoog waterpeil en broekbossen met een natuurlijk waterregime die dus jaarlijks gedeeltelijk droogvallen. In bossen met een natuurlijk waterregime zal de beschikbaarheid van voedingsstoffen fluctueren rondom waarden die normaal zijn voor een (matig) voedselrijk systeem. In broekbossen met een onnatuurlijk permanent hoog waterpeil zullen de waarden steeds verder toenemen en ontstaat uiteindelijk een zeer voedselrijk (hypertroof) systeem.

Een goed waterpeilbeheer in broekbossen moet dus met twee factoren rekening houden. Allereerst moet het gemiddelde waterpeil zo worden gekozen dat nog voldoende doorstroming plaatsvindt met ijzer- en calciumrijk grondwater. Ten tweede moet de natuurlijke hydrologie geen geweld aan worden gedaan, hetgeen gebeurt wanneer de broekbossen permanent geïnundeerd blijven. In de zomer moet het waterpeil zonodig lager worden ingesteld om in ieder geval het tijdelijk droogvallen van de toplaag van een deel van het bos mogelijk te maken. Dit laatste geldt zeker voor broekbossen die gevoed worden door sulfaatrijk grondwater. Afbeelding 4 toont de waterstandvariaties (oppervlakte- en grondwater) voor de twee Limburgse elzenbroekbossen, het Kaldenbroek en het Dubbroek. Het is duidelijk dat het Kaldenbroek permanent (te) hoge waterstanden kent, terwijl delen van het Dubbroek in de zomer tijdelijk droogvallen. Afbeelding 4 laat zien dat het Dubbroek in tegenstelling tot het Kaldenbroek veel minder hoge fosfaat- en sulfideconcentraties kent. Het Kaldenbroek wordt dan ook gedomineerd door soorten die een voedselrijke situatie indiceren, terwijl in het Dubbbroek de kenmerkende soorten van het elzenbroekbos domineren.

Conclusie

Het onoordeelkundig opzetten van waterpeilen in broekbossen en het handhaven van een permanent hoog waterpeil kan rampzalige consequenties hebben voor deze bijzondere en bedreigde systemen. Helaas blijken bij het vaststellen van de gewenste waterpeilen belangrijke verschillen van inzicht te bestaan tussen biogeochemici en ecologen enerzijds en hydrologen anderzijds. Zo bleek het ondanks de overduidelijke negatieve effecten van het voor het Kaldenbroek en het Koelbroek ingestelde peil, zeer moeizaam om veranderingen in dit stuwpeil te realiseren, zelfs in situaties waar geen andere dan natuurbelangen speelden. Het ware wenselijk dat natuurbeherende organisaties in watersystemen waarin geen andere belangen (meer) spelen, het peilbeheer, binnen bepaalde marges, naar eigen inzicht kunnen sturen. Niet zelden hebben te hoog ingestelde waterpeilen een averechts effect en leiden deze tot een belangrijk verlies aan natuurwaarden. Onvoldoende kennis van de sturende biogeochemische processen is hiervan de belangrijkste achterliggende oorzaak.

LITERATUUR

1) Boxman A. en A. Stortelder (2000). Hoe natter, hoe beter? De invloed van het waterpeil bij maatregelen tegen verdroging in elzenbroekbossen. Natuurbeheer nr. 5, pag. 75-77.

2) Lamers L., A. Smolders, E. Brouwer en J. Roelofs (1997). Sulfaatverrijkt water als inlaatwater? De rol van de waterkwaliteit bij maatregelen tegen verdroging. Landschap nr. 13, pag. 169-179.

3) Lamers L., A. Smolders en J. Roelofs (1999). Hoe gevoelig is natte natuur voor grondwaterverontreiniging? Op zoek naar sturende processen en factoren. Landschap nr. 16, pag. 179-189.

4) Lucassen E., A. Smolders en J. Roelofs (2000). De effecten van verhoogde sulfaatgehalten op grondwater gevoede ecosystemen. H_2O nr. 25/26, pag. 28-31.

5) Lucassen E., J. van de Crommenacker, R. Peters en J. Roelofs (2002a). Anti-verdrogingsmaatregelen en vegetatieherstel in elzenbroekbossen: het belang van een natuurlijk waterregime. Natuurhistorisch maandblad nr. 91, pag. 37-41.

6) Lucasssen E., A. Smolders en J. Roelofs (2002b). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. Environmental Pollution nr. 120, pag. 635-646.

7) Smolders A., R. Nijboer en J. Roelofs (1995). Prevention of sulphide accumulation and phosphate mobilization by the addition of iron(II) chloride to a reduced sediment: an enclosure experiment. Freshwater Biology nr. 34, pag. 559-568.