



Gevolgen van waterberging voor de natuur

R. KEMMERS, ALTERRA CENTRUM BODEM

F. SIVAL, ALTERRA CENTRUM WATER EN KLIMAAT

Of waterberging te combineren is met natuur is niet zo makkelijk te beantwoorden. Om meer inzicht te krijgen in de gevolgen zijn de huidige praktijksituaties, waarbij regelmatig overstroming plaatsvindt, zeer nuttig. Maar ook experimenten geven veel inzicht in de gevolgen. De centrale vraag bij waterberging is wat het effect is op de groeiomstandigheden voor de doelvegetatie bepaald door de terreinbeheerder en provincies, beleidsmatig vastgesteld in de Ecologische Hoofdstructuur. Dit artikel beschrijft de ervaringen van langdurige overstroming door bevloeiing en een laboratoriumexperiment waarin bevloeiing werd gesimuleerd om meer inzicht te krijgen in de bodemprocessen.

In het Advies van de Commissie Waterbeheer 21 eeuw⁴⁾ wordt de overheid geadviseerd in haar beleid water de ruimte te geven. Omdat ruimte in Nederland schaars is, zal deze berging dienen plaats te vinden in gebieden die ook voor andere doeleinden worden gebruikt. Zoals aangegeven door de Raad voor het Landelijk Gebied¹²⁾ is het echter geen uitgemakke zaak dat deze functies goed combineerbaar zijn: "de mogelijkheden voor functiecombinatie met bestaande natuur en landbouw, zonder aantasting van de daarbij vigerende doelstellingen, mogen niet te hoog worden ingeschat". In sommige situaties kan waterberging zelfs strijdig zijn met de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet.

Waterberging en voedingsstoffen

Waterberging vergroot de voedselrijkdom van de bodem. Het effect van waterberging kan opgesplitst worden in een aanvoer- en een mobilisatie-effect. Voedingsstoffen worden aangevoerd in opgeloste vorm en gebonden aan sediment als klei en organische stof. In 1993 is een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de waterkwaliteit van 230 locaties in regionale wateren. Daaruit bleek dat in 96 procent de stikstofnorm en in 80 procent van de locaties de fosfaatnorm was overschreden⁵⁾.

De aanvoer van aan sedimentgebonden voedingsstoffen is nagenoeg onbekend¹³⁾. De verwachting is dat die hoeveelheden de hoeveelheden in opgeloste vorm sterk overstijgen. Na overstroming blijven de sedimentdeeltjes achter, terwijl de opgeloste voedingsstoffen voor

een groot deel weer weggevoerd worden door terugstroming met het oppervlaktewater naar de beek. Een enkele studie langs de Waal en de IJssel liet zien dat de hoeveelheden stikstof vergelijkbaar zijn met de hoeveelheden aangevoerd door atmosferische depositie (circa 45 kilo per hectare⁷⁾). Momenteel wordt door Alterra een onderzoek uitgevoerd in zes locaties langs vijf verschillende beken om de sedimentatiehoeveelheden te bepalen (Dommel, Beerze, Overijsselse Vecht, Reest en Drentse Aa). Het onderzoek langs de Beerze wordt uitgevoerd in samenwerking met het RIZA, Wageningen Universiteit en het waterschap Dommel.

Mobilisatie-effect

Naast de aanvoer heeft waterberging ook tot gevolg dat voedingsstoffen uit de bodem

Op 2 juni wordt een landelijke bijeenkomst gehouden om de reeds aanwezige kennis op het gebied van waterberging en natuur uit te wisselen. Op die dag komen de resultaten van de kennisanalyse aan bod die Alterra opstelde in opdracht van STOWA. In de analyse brengt Alterra alle kennis over de combinatie waterberging-natuur in kaart. Daarnaast wordt op inzichtelijke wijze aangegeven in welke gebieden waterberging nu wel óf juist niet is te combineren met natuur(ontwikkeling). Verder komen de pilots aan bod.

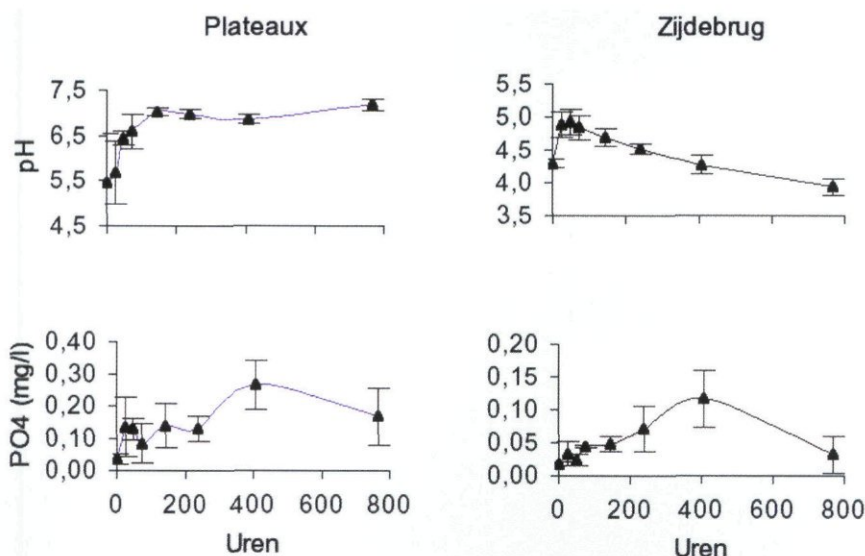
onder natte omstandigheden vrijgemaakt kunnen worden: de interne eutrofiëring^{2),11)}. Nitraat komt vrij als ammonium of verdwijnt naar de lucht als stikstof(dio)oxide. Inundatie van sulfaat of chloriderijk water kan het vrijkomen van fosfaat verhogen³⁾. De kans op fosfaatomobilisatie is gering bij veel ijzer en de kans op stikstofverlies is het grootst bij een hoge alkaliniteit⁸⁾. De mate waarin de genoemde processen plaatsvinden, is afhankelijk van de temperatuur en de tijdsduur van waterberging. Vindt de overstroming plaats in de zomer of in de winter en voor hoeveel dagen of weken.

Reactie van de vegetatie

Door de aanvoer en het vrijkomen van voedingsstoffen is de verwachting dat vooral ruigtesoorten van voedselrijke standplaatsen de vegetatie gaan domineren. Soorten als liesgras (*Glyceria maxima*), riet (*Phragmites australis*) en rietgras (*Phragmites arundinacea*) zullen in de soortenrijke graslanden gaan domineren. Een voorbeeld van soortenrijke graslanden zijn kleine zeggenvegetatie met zwarte en blauwe zegge (*Carex nigra* en *C. panicea*) met Spaanse ruiter (*Cirsium dissectum*) en grote boterbloem (*Ranunculus lingua*). Zelfs afvoer van voedingsstoffen door regelmatig maaien compenseert de aanvoer niet.

Vloeienveld in het Reestdal (na bij Oud Avereest).





Afb. 1: Gemiddelde pH en fosfaatconcentratie tijdens een overstroming met en zonder sulfaathoudend water.

Opzet onderzoek

Omdat bloemrijke graslanden vaak verzurd zijn, was de belangrijkste vraag in welke mate bevloeiing met basenrijk oppervlaktewater dat verrijkt is met sulfaat de basentocstand gunstig kan beïnvloeden zonder de fosfaatbeschikbaarheid in de bodem te vergroten. De interesse ging uit naar de invloed van de bodemsamenstelling en tijdsduur.

In het kader van Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) zijn in natuurreservaten de

gevolgen van overstroming langs regionale wateren bestudeerd voor verschillende bodems en bevloeiingssystemen. In enkele terreinen was een langjarige traditie van bevloeiing aanwezig, met een succesvolle combinatie van overstroming door bevloeiing en natuurontwikkeling^{1),3),6)}. Ooit was het doel van de bevloeiing om de pH en de bodemvruchtbaarheid van deze (boezem- en made) graslanden te verhogen door aanvoer van sediment en basenrijk water. Via empirisch veldonderzoek werd het effect van de verschillende bevloeiings-

systemen bestudeerd en het effect van tijd en grondsoort via een experimenteel onderzoek.

Bevloeiingssystemen

De meeste natuurreservaten zijn verdroogd. Kwel is omgeslagen in infiltratie door verlaging van de regionale drainagebasis gedurende de afgelopen halve eeuw⁹⁾. Groot verschil van toen met nu is dat tegenwoordig veel fosfaat in de bodem is geaccumuleerd. Het onderzoek werd uitgevoerd in twee natuurterreinen waar al meerdere jaren bevloeiing plaatsvindt (de Plateaux ten zuiden van Eindhoven, sinds 1984, en Zijdebrug in de omgeving van Slie-drecht, sinds 1996, met respectievelijk een zandgrond en een klei op veengrond). In de Plateaux vindt in het voorjaar bevloeiing plaats volgens een cyclisch systeem, waarbij bodems voor een aantal dagen onder water staan en dan weer droog vallen. In Zijdebrug wordt in winter en voorjaar gedurende een lange aaneengesloten periode bevloed. Bevloeiing heeft in geen van beide terreinen tot significante verhoging van het fosfaatgehalte geleid; wel tot een zwakke verhoging van de basenverzadiging. Een interessant verschil is dat het actief ijzergehalte in de bodem (0-20 cm-mv) in Zijdebrug is afgenomen en in de Plateaux juist is toegenomen. Door reductie van ijzeroxiden kan pyriet worden gevormd (meer dan één procent!). Pyrietvorming en oplossing van ijzeroxiden leidt tot verlies van fosfaatsorptiecapaciteit met mobilisatie van fosfaat als mogelijk gevolg¹¹⁾.

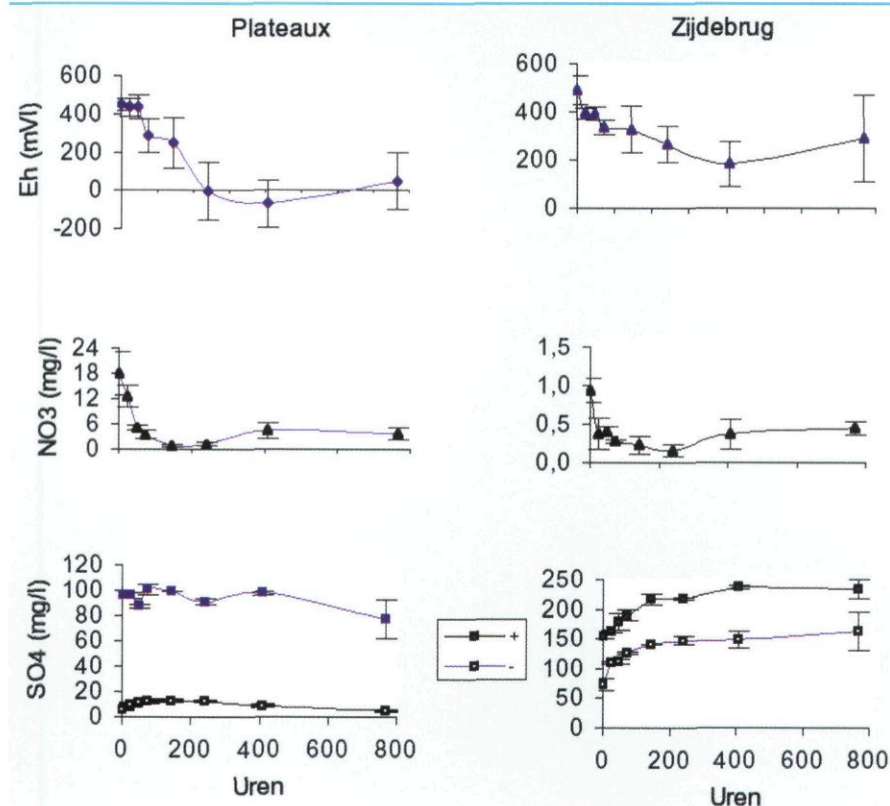
Experiment

De hypothese was dat overstroming met sulfaatrijk water leidt tot afname van stikstof, mobilisatie van fosfaat en toename van gebonden calcium¹⁰⁾. Van drie onbevloede locaties in natuurterreinen (Plateaux (zand), Zijdebrug (klei op veen) en de Reest(veen)) werden de bodems ondergedompeld met twee verschillende watertypen: sulfaatrijk $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en sulfaatarm $\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2 meq Ca^{2+}/l . Het experiment werd in drievoud uitgevoerd in een klimaatkamer met een constante temperatuur van 15°C en een luchtvochtigheid van 60 procent voor een periode van 30 dagen. Na 0, 1, 2, 3, 6, 10, 16 en 32 dagen werd van elke serie de bodemvochtsamenstelling geanalyseerd. De redoxpotentiaal werd dagelijks gemeten.

In de Plateaux waren de fosfaatconcentratie en de pH gestegen, in Zijdebrug bleef de fosfaatconcentratie redelijk gelijk. Daarbij was wel opvallend dat in Zijdebrug zowel de pH als de fosfaatconcentratie aanvankelijk stegen en later weer daalden. Het gebruikte watertype bleek in alle gevallen nauwelijks tot verschillen tussen de behandelingen te leiden.

Nitraat bleek binnen enkele dagen uit het bodemvocht te zijn verdwenen, wat gepaard ging met een stijging van de pH (afbeelding 2).

Afb. 2: Redoxpotentiaal en gemiddelde nitraat- en sulfaatconcentraties tijdens een overstroming met en zonder sulfaathoudend water. Behandelingen samengevoegd met uitzondering van sulfaat.



Nadat het nitraat was verdwenen, daalde de pH weer in Zijdebrug. De fosfaatconcentratie bleef de eerste dagen min of meer gelijk. Na een week nam de concentratie licht toe. Na 16 dagen bleek een maximale fosfaatmobilisatie bereikt te zijn, waarna de concentratie in Zijdebrug weer sterk significant afnam naar de beginwaarde van het experiment.

Rol van pyriet

Pyriet kan door oxidatie van ingesloten zuurstof omgezet worden in ijzeroxiden die fosfaat binden en zorgen voor een lage fosfaatconcentratie. De fosfaatconcentratie gaat stijgen als deze ijzeroxiden worden gebruikt voor de afbraak van organische stof. Deze toename van fosfaat vindt plaats na de eerste week in de locaties en bereikte een piek na 16 dagen. Daarna bleef de fosfaatconcentratie in de Plateaux op een vergelijkbaar niveau. In de pyriethoudende grond van Zijdebrug neemt de fosfaatconcentratie weer af door fosfaatbinding aan ijzer(II)oxiden. Het proces treedt niet op bij weinig ijzer en pyriet zoals het geval is in de Plateaux. Uit het experiment blijkt dat niet zozeer het ijzergehalte zelf bepalend is voor het al dan niet optreden van eutrofiering, maar de mate van zuurstofinsluiting en de vorm waarin ijzer in de bodem aanwezig is: pyriet of ijzeroxide. Sterker nog, het maakt bij sterk gereduceerde pyriethoudende bodems nauwelijks uit wat de kwaliteit is van het aangevoerde water of wat het bodemtype is.

Tijdsaspect

Op basis van het experiment blijken vier fasen bij de overstroming van pyriethoudende



Vloeienveld op de Plateaux (ten zuiden van Valkenswaard tegen de Belgische grens).

gronden te kunnen worden onderscheiden (tabel 1), waarin verschillende processen domineren.

Kortdurende inundaties (tot een week) leidt tot een stijging van de pH en denitrificatie; middellange inundatie (tot drie weken) brengt tijdelijk fosfaat in oplossing en heeft een verzurend effect. Bij inundatie tot vier à vijf weken vindt geen netto fosfaatmobilisatie of pH-verandering plaats.

Bijdrage van externe en interne eutrofiering

De vraag blijft of de eutrofiering een gevolg is van het toevoer-effect of van het mobilisatie-effect. De fosfaatmobilisatie in de

ijzerrijke gronden van Zijdebrug is een veelvoud lager dan de directe aanvoer via oppervlaktewater en in de ijzerarme zandgrond van de Plateaux is het juist een veelvoud hoger (tabel 2). In het Reestdal is sprake van een gelijke orde van grootte. Voor ammonium is in alle gevallen het effect van mobilisatie groter dan van directe aanvoer via oppervlaktewater. Voor kalium is juist de aanvoer via oppervlaktewater groter dan de mobilisatie met uitzondering van de Plateaux.

Conclusies

- Bij bevoeiing van meerdere jaren is de aanvoer van fosfaat niet meetbaar in de bodem. Wel kan fosfaat waarschijnlijk

Tabel 1. Effecten tijdens verschillende fasen van overstroming op de pH, anorganisch koolstof, opgelost ijzer en fosfaat in het bodemvocht van pyriethoudende gronden met daarbij de verklarende processen.

tijd (etmaal)	pH-effect	IC-effect	Fe-effect	P-effect	proces
< 3	toename	fluctuerend	laag	stabiel laag	nitraatreductie en lachgasvorming pyrietoxidatie en vorming ijzeroxiden pyrietoxidatie en vorming ijzeroxiden, organische stof afbraak via reductie ijzeroxiden
3-7	sterke afname	toename	laag	stabiel laag	
7-17	afname	toename	toename	toename	
> 17	stabilisering	stabilisering	toename	afname	toename fosfaatadsorptiecapaciteit door vorming van ijzer(II)hydroxiden.

Tabel 2. Hoeveelheden voedingsstoffen (kg/ha) die via het oppervlaktewater direct worden aangevoerd of via indirecte bodemprocessen als maximaal gemeten mobilisatie in een bodemlaag van 25 cm dikte beschikbaar komen bij een overstroming met tien centimeter.

locatie	P		NH ⁴		NO ³		K	
	water	bodem	water	bodem	water	bodem	water	bodem
Reest	0,2	0,125	1,31	6,5	1,2	-	5,58	2,5
Zijdebrug	0,28	0,075	0,56	6,3	4,9	-	7,53	0,25
Plateaux	0,05	0,188	?	15	?	-	0,32	11,25



Vloeiend in Zijdebrug / Alblasserwaard (twee kilometer ten zuiden van Streefkerk).

beter worden gemobiliseerd door pyrietvorming bij langdurige bevoeiing; weken in plaats van dagen.

- Een cyclisch systeem met korte perioden van bevoeiing lijkt gunstiger om effecten van eutrofiëring te voorkomen dan lange aaneengesloten perioden.
- Kortdurende inundaties (tot een week) leidt tot een pH-stijging en denitrificatie; middellange inundatie (tot drie weken) brengt tijdelijk fosfaat in oplossing en heeft een verzurend effect. Bij inundatie tot vier à vijf weken vindt geen netto fosfaatsmobilisatie of pH-verandering plaats.
- Uit het experiment blijkt dat nitraat binnen enkele dagen uit het bodemvocht te zijn verdwenen ongeacht het bodemtype.
- Uit het experiment blijkt verder dat niet zozeer het ijzergehalte zelf bepalend is voor het al dan niet optreden van eutrofiëring, maar de mate van zuurstofinsluiting en de vorm waarin ijzer in de bodem aanwezig is: pyriet of ijzeroxide. Sterker nog, het maakt bij sterk gereduceerde pyriet-

houdende bodems nauwelijks uit wat de kwaliteit is van het aangevoerde water of wat het bodemtype is.

- De directe aanvoer van fosfaat is waarschijnlijk groter dan de mobilisatie van fosfaat in ijzerrijke gronden. Bij ijzerarme gronden lijkt dit effect juist andersom. Voor ammonium is in alle gevallen het effect van mobilisatie waarschijnlijk groter dan dat van aanvoer. Voor kalium is het effect van oppervlaktewateraanvoer waarschijnlijk het belangrijkste.
- De aanvoer van voedingsstoffen gebonden aan het sediment is nagenoeg onbekend. Huidig onderzoek kan daar mogelijk meer duidelijkheid over geven. 

LITERATUUR

- 1) Baaijens G., F. Everts en A. Grootjans (2001). Traditionele bevoeiing van grasland; een studie naar vroegere bevoeiing van reservaten in Pleistoceen Nederland, alsmede enkele boezemlanden. Expertisecentrum LNV. OBN-rapport 18.

- 2) Beltman B., T. Rouwenhorst, M. van Kerkhoven, T. van der Krift en J. Verhoeven (2000). Internal eutrofication in peat soils through competition between chloride and sulphate with phosphate for binding sites. *Biogeochemistry* nr. 50, pag. 183-194.
- 3) Burny J. (1999). Bijdrage tot de historische ecologie van de Limburgse Kempen (1910-1950): tweehonderd gesprekken samengevat. *Natuurhistorisch Genootschap Limburg*.
- 4) Commissie Waterbeheer 21ste eeuw (2000). Waterbeleid voor de 21ste eeuw. Advies van de Commissie Waterbeheer 21ste eeuw.
- 5) CUWVO (1994). Landelijke Watersysteemrapportage 1993.
- 6) Grootjans A., S. Verbeek, E. Adema, A. Boerwinkel, P. Vrieling, M. Bakker, B. Beltman, A. Zuidhof en R. Kemmers (2001). Bevoeiing als beheersmaatregel; mogelijkheden voor herstel van verzuurde en verdroogde graslanden. EC-LNV. OBN-rapport 52.
- 7) Hoekstra A., H. Olde Venterink, E. Ruijgh en G. van der Lee (2002). Evaluation of floodplain management strategies: the added value of wetland rehabilitation. IRMA-SPONGE project nr. 8.
- 8) Kemmers R., P. Jansen en S. van Delft (2000). De regulatie van de basentoestand in kwelafhankelijke schraalgraslanden en laagvenen. EC-LNV/Alterra. OBN-rapport 8.
- 9) Kemmers R., S. van Delft en P. Jansen (2003). Iron and sulphate as possible key factors in the restoration ecology of rich fens in discharge areas. *Wetlands Ecology and Management* nr. 11, pag. 367-381.
- 10) Kemmers R., F. Sival en P. Jansen (2003). Effecten van bevoeiing op de basentoestand en nutriëntenbeschikbaarheid van natte schraalgraslanden op klei-, zand-, en veengronden. Veldwaarnemingen en laboratoriumexperimenten. Alterra-rapport 534.
- 11) Lamers L., F. Smolders, E. Brouwer en J. Roelofs (1996). Sulfaatverrijkt water als inlaatwater? De rol van de waterkwaliteit bij maatregelen tegen verdroging. *Landschap* nr. 3, pag. 169-180.
- 12) Raad voor het Landelijk Gebied (2001). Bergen met beleid. Publicatie 01/4.
- 13) Sival F., P. Jansen, B. Nijhof en A. Heidema (2002). Overstroming en vegetatie. Literatuurstudie over de effecten van overstroming op zuurgraad en voedselrijkdom. Alterra-rapport 335.