

Olga Clevering

Vitaliteit van rietbegroeiing

Riet (*Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steud)) is een van de meest voorkomende soorten in Europese moerasgebieden. Het is een sleutelsoort in de overgangszone tussen land en water. De stabiliteit van Rietbegroeiing is van groot belang voor oeverbescherming, waterzuivering en als biotoop voor watervogels (Graveland & Coops, 1997). In de afgelopen 50 jaar is Riet echter verdwenen uit het diepere water in meren en langs rivieren (den Hartog et al., 1989; Ostendorp, 1989; Graveland & Coops, 1997). In de afgelopen jaren werd in Europees verband onderzoek verricht naar de oorzaken van de achteruitgang van Riet. Om de achteruitgang van Riet te kunnen verklaren, is inzicht in processen die optreden in de waterbodem van belang.

Groeiplaatsen van Riet

Uit zaad kan Riet zich alleen op droogvallende (waterverzadigde) bodems vestigen of op onbegroeide oevers. In meren en plassen vindt dus alleen nieuwe vestiging plaats wanneer, in perioden van extreme droogte, de bodem droogvalt. Alleen als het waterpeil niet al te snel stijgt, kunnen kiemplanten tot volwassen planten uitgroeien. Door middel van vegetatieve vermeerdering (klonale groei) breidt Riet zich uiteindelijk uit tot een dichte begroeiing. In oude rietbegroeiingen kunnen ruimtelijk vaak verschillende stadia worden onderscheiden: (1) waterriet voorkomend in dieper water (tot ca 1 m) op relatief matig gereduceerde bodem, (2) overgangsrriet voorkomend in ondiep



water op sterk gereduceerde bodem en (3) landriet voorkomend op geoxideerde bodem (fig. 1). In overgangsrriet kunnen open plekken voorkomen, door het plaatselijk afsterven van Riet. Aan de landkant draagt ophoping van strooisel bij aan toenemende concurrentie van landsoorten.

Processen in waterbodems

De microbiële activiteit in de waterbodem wordt bepaald door de aanwezigheid van geschikte elektronen-acceptoren (oxidatoren) en van organische verbindingen, zoals rietstrooisel, die als energiebron gebruikt worden. De beste elektronen-acceptor, de sterkste oxidator, is zuurstof, die daarom als eerste wordt gereduceerd. Dit levert de meeste energie op en leidt tot een min of meer volledige afbraak van het strooisel. Door de lage diffusiesnelheid van zuurstof in de waterbodem

treedt er al snel zuurstofloosheid op. Nadat alle zuurstof verdwenen is, worden de anaërobe micro-organismen actief, die minder sterke oxidatoren als elektronen-acceptor kunnen gebruiken, hetgeen minder energie oplevert en tot onvolledige afbraak van organische verbindingen leidt. Er ontstaan voor planten toxische stoffen (zoals gereduceerd ijzer, mangaan en sulfide) en organische verbindingen (zoals fenolen en azijnzuur). De mate van gereduceerdheid van bodems hangt dus af van de aanwezigheid van geschikte oxidatoren en organische verbindingen.

Aanpassingen van Riet

ZUURSTOFVOORZIENING

Omdat in de waterbodem niet of nauwelijks zuurstof aanwezig is, is Riet voor de wortelademhaling afhankelijk van de aanvoer van zuurstof via de boven het wateroppervlak uitstekende plantendelen. Transport van zuurstof naar de wortels vindt plaats door luchtkanalen in de holle stengels en wortelstokken. Een deel van deze zuurstof wordt naar de bodem uitgescheiden. Oxidatie van het wortelmilieu is noodzakelijk, omdat anders toxische stoffen en organische verbindingen (via de wortels) in de plant binnendringen. Het voorkomen van water- en overgangsrriet hangt daarom nauw samen met de zuur-

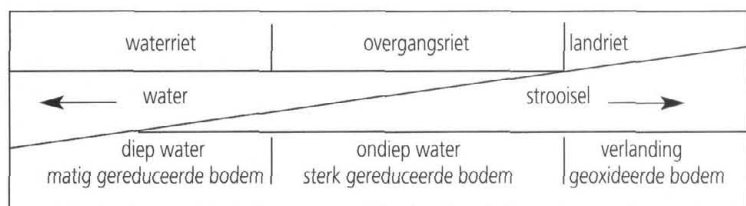


Fig. 1. Schematische voorstelling van de verschillende ruimtelijke stadia in een rietbegroeiing. Deze stadia hangen nauw samen met het voorkomen van Riet op een land-water gradiënt.

ingen



Sinds de zeventiger jaren gaat Riet in het Tjeukemeer sterk achteruit. Golfwerking versnelt hier de achteruitgang. Uiteindelijk blijft alleen een smalle Rietbegroeiing langs de oever over.

stofvoorziening. Belangrijk hierbij zijn: (1) de hoeveelheid aangevoerde zuurstof, (2) de benodigde hoeveelheid zuurstof voor de groei en (3) de benodigde hoeveelheid zuurstof voor de oxidatie van het wortelmilieu. De aanvoer van zuurstof wordt grotendeels bepaald door de waterdiepte. De hoeveelheid zuurstof die nodig is voor groei zal het grootst zijn in het voorjaar, wanneer scheuten uitlopen. Oxidatie van het wortelmilieu zal afhangen van de mate van gereduceerdheid van de waterbodem. In het algemeen komt Riet op een voedselrijke, gereduceerde kleibodem in veel minder diep water voor dan in een voedselarme, geoxideerde zandige bodem (Weisner & Granelí, 1989).

KOOLHYDRAATMETABOLISME

Normaal gesproken wordt genoeg zuurstof door de Rietplant aangevoerd voor de wortelademhaling. In de winter gebeurt dit via de afgestorven stengels. Zuurstofloosheid in rietplanten kan optreden gedurende zeer hoge waterstanden of indien stengels onder water zijn afgebroken, bijvoorbeeld door begrazing of ijsgang. Indien zuurstofloosheid in de wortels optreedt, schakelt Riet over op een anaërobe ademhaling. Hierbij is niet koolstofdioxide het eindproduct van de ademhaling, maar alcohol. De gevormde alcohol is giftig, en wordt daarom uitgescheiden

naar het wortelmilieu. De anaërobe ademhaling levert echter veel minder energie op dan de aërobe ademhaling. Om perioden van zuurstofloosheid te doorstaan, zijn daarom grote hoeveelheden koolhydraten nodig, die in de vorm van zetmeel zijn opgeslagen in de wortelstokken.

Oorzaken van de achteruitgang van Riet

Door verschillende onderzoekers werd overbemesting en een veranderd waterpeilbeheer als mogelijke oorzaken voor de achteruitgang van met name waterriet gezien (den Hartog et al., 1989; Ostendorp, 1989). In het recente onderzoek werd vooral gekeken naar de beïnvloeding van de combinatie van overbemesting en waterpeilbeheer op de fysiologie en genetische diversiteit van Riet en op de biochemische processen in het wortelmilieu. Daarnaast werd uitgebreid veldonderzoek verricht naar verschillen tussen vitaal en degenererend Riet. In dit verhaal blijft de genetische diversiteit van Riet buiten beschouwing. Deze en andere onderzoeksresultaten zullen worden gepubliceerd in een speciaal themanummer van *Aquatic Botany* (uitkomend in april 1999).

Uit observaties blijkt dat de achteruitgang van Riet aan de waterkant of in de overgangszone tussen land en water begint (Čížková et al., 1996) (fig. 2). Nadat het Riet in de overgangszone verdwenen is, raakt het waterriet geïsoleerd en stort het in. Uiteindelijk blijft alleen landriet over.

Uit veldonderzoek blijkt dat degenererend Riet een geringere productiviteit, een korter groeiseizoen, een lagere stengeldichtheid (of pollen vormt), een verlate bloei, en een lager percentage levende wortelstokken heeft dan vitaal Riet. Verder bevat het sediment in gedegenerend Riet veel organische stof en is de methaanproductie er hoog. Dit heeft ook gevolgen voor de gassenstelling in de wortelstokken, namelijk relatief veel methaan en kooldioxide en weinig zuurstof vergeleken met vitaal Riet. Gedegenerende planten vertonen vaak abnormale verhoutingen en vorming van wondweefsel. De gasuitwisseling ondervindt veel weerstand in degenererend Riet. Vaak zijn de koolhydraatgehaltes in de wortelstokken laag, maar van stikstof en fosfaat hoog. Verder duidt een veranderde verhouding in aminozuren op het

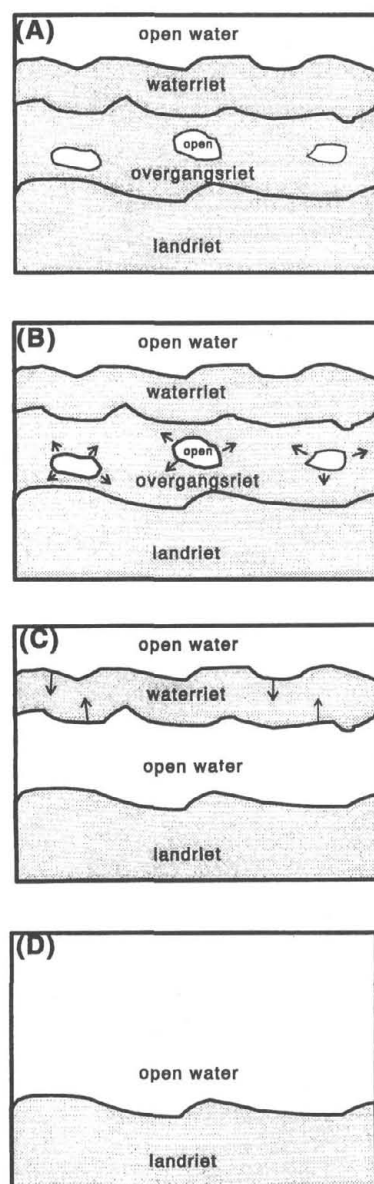


Fig. 2. Verschillende chronologische stadia in the achteruitgang van Riet.

(A) Van nature komen er openingen voor in overgangsriet, vanwege de nadelige effecten van mineralisatie van strooisel op de groei van Riet in waterbodem.
(B) Overbemesting zorgt voor het groter worden van deze gaten.
(C) Uiteindelijk verdwijnt overgangsriet.
(D) Door het verdwijnen van overgangsriet stort uiteindelijk ook waterriet in. Alleen landriet blijft over.
(Naar observaties van Čížková et al., 1996).

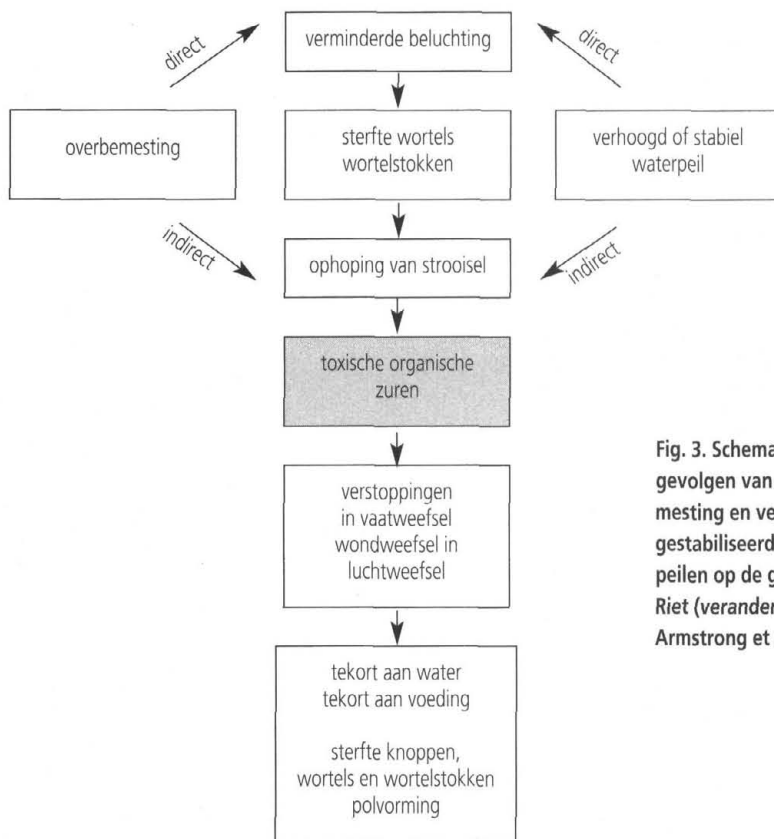


Fig. 3. Schema van de gevolgen van overbemesting en verhoogde of gestabiliseerde waterpeilen op de groei van Riet (veranderd naar Armstrong et al., 1996).

optreden van zuurstofloosheid in de wortelstokken van degenererend Riet (van der Putten, 1997).

OVERBEMESTING

De volgende hypothesen werden getoetst: (1) Overbemesting leidt direct tot een verstoring van de koolstof/stikstof balans van Riet. Door een te veel aan stikstof worden te weinig koolhydraten in de wortelstokken opgeslagen. Daarnaast veroorzaakt te veel stikstof dat kleinere luchtholten worden gevormd en te veel zuurstof uit de wortels lekt. Beiden hebben tot gevolg dat langere perioden van zuurstofloosheid kunnen ontstaan, hetgeen de koolhydraatreserves uitput, en schade kan veroorzaken aan de plantenweefsels.

Beide bovengenoemde processen treden wel op, maar kunnen de achteruitgang van Riet onvoldoende verklaren. Het is echter goed mogelijk dat Riet daarvoor gevoeliger kan zijn na vraat of perioden van verhoogde waterstanden.

(2) Overbemesting stimuleert de groei van Riet en daardoor wordt meer strooisel gevormd. Onder water leidt de afbraak van strooisel tot het ontstaan van toxische verbindingen.

Veel onderzoek werd uitgevoerd naar de gevolgen van overmatige strooiselproductie op de groei van Riet. Uit verschillende experimenten bleek dat de groei van Riet sterk wordt geremd op waterverzadigde bodems met rietstrooisel. Op deze bodems wortelt Riet veel oppervlakkiger en worden veel adventief wortels (bijwortels op de stengelknoppen) gevormd. Het blijkt dat deze waterbodem ongeschikt is voor de opname van voedingsstoffen (Clevering, 1998). De slechte groei van Riet lijkt eerder samen te hangen met toxische organische verbindingen dan met gereduceerde mineralen in de bodem. Uit onderzoek van Armstrong et al. (1996) blijkt dat de wortels onvoldoende zuurstof uitscheiden om deze organische zuren te oxideren. Dit heeft tot gevolg dat de zuren via de wortels naar binnen dringen. Uit anatomische studies blijkt dat er abnormale verhoudingen in de schors van wortels optreden, op plaatsen waar normaal zuurstof wordt uitgescheiden. Daarnaast wordt callus (wondweefsel) in de luchtholtes gevormd.

VERANDERINGEN IN HET WATERPEIL

Bij de opgetreden veranderingen in het waterpeil moet worden gedacht aan het handhaven van een vast waterpeil, of een

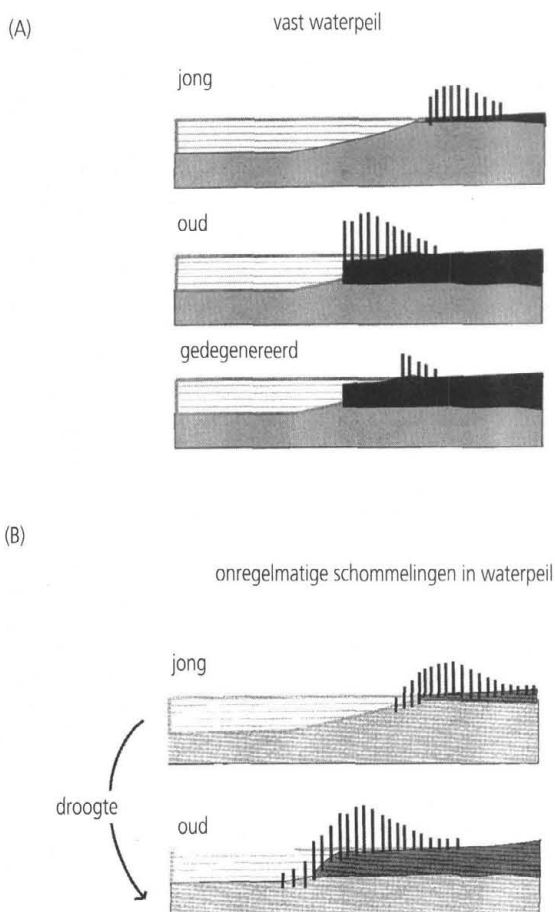


Fig. 4. Ontwikkeling van jonge en oude rietbegroeiingen. (A) ruimtelijk gefixeerde begroeiingen ten gevolge van gestabiliseerde waterpeilen; er ontstaat een steile overgang tussen rietbegroeiing en waterbodem. (B) onregelmatige schommelingen in waterpeil zorgen voor perioden van voor- en achteruitgang van riet. Strooisel is aangegeven in donker grijs, sediment in licht grijs.



omgekeerd (laag) winter- en (hoog) zomerpeil, zoals in de Randmeren en veel poldersloten het geval is. Daarnaast treden er periodiek hoge zomerwaterstanden in de rivieren op. In Nederland heeft natuurlijk ook de afsluiting van zeegaten, zoals het Haringvliet, grote gevolgen gehad voor de vitaliteit van oeverbegroeiingen (zie ook Clevering & van Gulik, 1997).

Een hoog zomerpeil heeft tot gevolg dat door stengelstrekking zwakkere stengels worden gevormd, waardoor de transportafstand van zuurstof wordt verlengd (Weisner & Strand, 1996). Verder zal de vegetatieve uitbreiding, dus het ontstaan van waterriet, sterk worden afgeremd (Rea, 1996). Bij extreem hoge zomerwaterstanden kan Riet zelfs verdrinken.

Een tweede gevolg van waterpeilveranderingen is dat door de hoge waterstanden in de zomer de bodem niet meer droogvalt. Juist bij lage zomerwaterstanden kan strooisel onder invloed van de hoge zomertemperatuur snel en volledig worden afgebroken. Een laag winterpeil heeft tot gevolg dat jonge scheuten gemakkelijk bevroren. Een tweede nadeel is dat strooisel bij stormachtig weer in het najaar niet weg kan spoelen.

GECOMBINEERDE EFFECTEN

In figuur 3 is een samenvatting gegeven van de gecombineerde effecten van overbemesting en verhoogde of gestabiliseerde waterpeilen. Geconcludeerd kan worden dat overbemesting leidt tot strooiselophoping. Kunstmatige waterpeilen zijn verantwoordelijk voor de langzame, onvolledige afbraak van strooisel, en dus voor de productie van toxische organische zuren.

Hoe krijgen we waterriet terug?

Het huidige waterbeheer is voornamelijk gericht op een constante stabiele situatie

van het waterpeil. Riet wordt dan ook vaak gebruikt om wateroevers te stabiliseren. In de huidige situatie, d.w.z. met een gestabiliseerd waterpeil, breidt Riet zich uit tot een bepaalde maximale waterdiepte (fig. 4A). In de loop van de tijd wordt steeds meer strooisel en een steeds dikkere mat met wortelstokken gevormd, zodat een steile overgang ontstaat tussen rietbegroeiing en waterbodem. Bij weinig slibinvang raakt Riet dus als het ware ruimtelijk gefixeerd, waarna het veroudert. Beheer van rietbegroeiingen (maaien, uitkrabben enz.) is gericht om deze veroudering (verlanding) tegen te gaan. Dit beheer is echter niet toereikend voor een goede ontwikkeling van waterriet.

De stabiliteit van Riet wordt van nature bepaald door schommelingen in het waterpeil. In perioden van extreem hoge waterstanden trekt Riet zich terug, en in perioden van droogte breidt het zich uit (fig. 4B). Riet, met name waterriet, gedijt dus het beste in een dynamische omgeving. Het herstel van natuurlijke schommelingen in het waterpeil lijkt daarom het probleem van de achteruitgang van Riet grotendeels te kunnen oplossen.

Literatuur

- Armstrong, J., W. Armstrong & W.H. van der Putten, 1996.** *Phragmites* die-back: bud and root death, blockages within the aeration and vascular systems and the possible role of phytotoxins. *The New Phytologist* 133: 399-414.
- Čížková, H., J.A. Strand & J. Lukavska, 1996.** Factors associated with reed decline in an eutrophic fishpond Rožmberk (South Bohemia, Czech Republic). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 31: 73-84.
- Clevering, O.A., 1998.** Effects of litter accumulation and water table on morphology and productivity of *Phragmites australis*. *Wetlands Ecology and Management* 5: 275-287.
- Clevering, O.A. & W.M.G. van Gulik, 1997.** Restoration of *Scirpus lacustris* and *Scirpus maritimus* stands in

Achteruitgang van Riet in de overgangsfase (Neusiedlersee). Polvorming is een teken van afnemende vitaliteit van Riet. Op de open plekken is Riet al verdwenen.

a former tidal area. *Aquatic Botany* 55: 229-246.

Graveland, J. & H. Coops, 1997. Verdwijnen van rietgordels in Nederland. Oorzaken, gevolgen en een strategie voor herstel. *Landschap* 14: 67-86.

Hartog, C. den, J. Květ & H. Sukopp, 1989. Reed. A common species in decline. *Aquatic Botany* 35: 1-4.

Ostendorp, W., 1989. 'Die-back' of reeds in Europe - A critical review of literature. *Aquatic Botany* 35: 5-26.

Putten, W.H. van der, 1997. Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: An overview of the European Research Programme on Reed die-back and progression (1993-1994). *Aquatic Botany* 59: 263-275.

Rea, N., 1996. Water levels and *Phragmites*: decline from lack of regeneration or dieback from shoots death. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 31: 85-90.

Weisner, S.E.B. & W. Granelí, 1989. Within-lake patterns in depth penetration of emergent vegetation. *Freshwater Biology* 26: 133-142.

Weisner, S.E.B. & J.A. Strand, 1996. Rhizome architecture in *Phragmites australis* in relation to water depth: implications for within-plant oxygen transport distances. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 31: 91-97.

Summary

Vitality of Reed vegetation

Over the last decades, die-back of common Reed (*Phragmites australis*) has been observed in many European wetlands. In the Eureed-project, financed by the European Community, the causes of die-back have been investigated. Results so far, show that die-back of Reed is due to eutrophication and the artificial regulation of water levels. Eutrophication stimulates growth of Reed resulting in an excessive litter production. Stabilised (high) water levels result in a slow, incomplete decomposition of litter. The end-products are toxic for plant growth. It was concluded that long-term fluctuating hydrologic conditions are necessary to obtain healthy Reed stands.

Dankwoord

Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het door de Europese Commissie gefinancierd onderzoek naar de oorzaken van de achteruitgang van Riet (Eureed). Het Eureed-project werd geïnitieerd door dr. W.H. van der Putten van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek.

Dr. ir. O. A. Clevering
Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek
Postbus 40
6666 ZG Heteren