Naar een gevarieerde oeverbegroeiing

-handleiding voor beheer van oevervegetaties langs grote wateren-

Oktober 1993,

Auteurs:
- J.P.M. Lenssen[1]
- W.H. van der Putten[1]
- J.T. Klein Breteler[2]
- M. van Zetten[1]

Nederlands Instituut voor Ecologisch Onderzoek -Heteren-

In opdracht van:
- Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde[2]
- Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland[3]
- Waterschap De Brielse Dijkring

Inhoudsopgave

VOORWOORD 3

SAMENVATTING 4

Hoofdstuk 1- INLEIDING 11
1.1- Voorgeschiedenis 11
1.2- Probleemstelling en definities 11
1.3- Leeswijzer 12
1.4- Geraadpleegde literatuur 12

Hoofdstuk 2- OECOLOGIE VAN OEVERVEGETATIES 13
2.1- Hydrologie en vegetatietypen 13
2.2- Oevervorm 15
2.3- Diepte 16
2.4- Stroming en golfslag 16
2.5- Bodemgesteldheid 17
2.6- Waterkwaliteit 18
2.7- Successie 19
2.8- Verandering in soortensamenstelling 21
2.9- Concurrentie 21
2.10- Geraadpleegde literatuur 22

Hoofdstuk 3- BEHEER VAN OEVERVEGETATIES 26
3.1- Doelstellingen van beheer 26
3.2- De rol van bovengrondse delen en strooisellaag: effecten van vegetatiebeheer 26
3.3- Ingrepen in de vegetatie 28
3.3.1- Maaien 28
3.3.2- Begrazen 32
3.3.3- Uitkrabben 33
3.3.4- Chemisch onderhoud 34
3.4- Houtige planten en oeververdediging 36
3.5- Algemene regels voor natuurbeheer 36
3.6- Geraadpleegde literatuur 36

Hoofdstuk 4- RIVIEREN 40
4.1- Abiotische factoren 40
4.2- Referentiebeeld en knelpunten 41
4.3- Toegepaste oeververdedigingen en bijbehorende streefbeelden 44
4.4- Beheer 45
4.5- Geraadpleegde literatuur 46

Hoofstuk 5- HET DELTAGEBIED 47
5.1- De oorspronkelijke vegetatie 47
5.2- Het abiotische milieu 49
5.3- De huidige vegetatie 52
5.4- Vegetatieontwikkeling van beschermde oevers 54
5.5- Beheer 56

5.6- Geraadpleegde literatuur 61

Hoofdstuk 6- HET IJSSELMEERGEBIED 63
6.1- Abiotische kenmerken 63
6.2- Referentiebeeld en knelpunten 64
6.3- Voorkomende oevertypen en bijbehorende streefbeelden 66
6.4- Mogelijkheden voor beheer 66
6.5- Geraadpleegde literatuur 68

Beheersmatrix voor oevers en buitendijkse gronden van meren en benedenrivieren . 70

Hoofdstuk 7- KANALEN/VAARTEN 71
7.1- Abiotische kenmerken 71
7.2- Beschrijving referentiebeeld en knelpunten 71
7.3- Toegepaste oeververdedigingen en bijbehorende streefbeelden 73
7.4- Mogelijkheden voor beheer 74
7.5- Geraadpleegde literatuur 78

Beheersmatrix voor oevers van kanalen 80

Bijlage I- Wetenschappelijke namen van de in de tekst vermelde soorten 81

Bijlage II- Lijst van geraadpleegde personen 86

Bijlage III- Begrippenlijst 87

VOORWOORD

In het kader van het Project Milieuvriendelijke Oevers (PMO) van Rijkswaterstaat zijn op vele plaatsen oevers ingericht die meer ruimte bieden aan flora en fauna. Deze natuurvriendelijke oevers blijken echter niet altijd aan de verwachtingen te voldoen. Ondanks de bescherming tegen golfslag komen water- en oeverplanten slechts sporadisch voor of blijven ze geheel afwezig.
In dit rapport is aangegeven welke knelpunten water- en oeverplanten langs grote wateren ondervinden en in hoeverre beheersmaatregelen deze belemmeringen kunnen opheffen. Daarnaast zal ook veel aandacht besteed worden aan de verhoging van de diversiteit van oeverbegroeiingen door middel van beheer.
Speciale dank gaat uit naar dhr. J.W.B. Nienhuis (waterschap 'De Brielse Dijkring') voor zijn bijdragen aan de inhoudelijke discussies en het opstellen van de begrippenlijst (bijlage III). Ook de geraadpleegde personen (zie bijlage II) worden bij deze bedankt voor hun medewerking.

SAMENVATTING

Dit rapport behandelt het beheer van oevervegetaties van rivieren, deltameren, meren in het IJsselmeergebied en kanalen. Het begrip beheer in deze handleiding sluit nauw aan bij de de definitie van 'onderhoud' in het CUR-handboek (1994), namelijk 'het periodiek uitvoeren van werkzaamheden in het kader van het beheer van de oever. Het zijn vaak kortdurende en plaatselijke ingrepen, waarbij de technische constructie, het profiel of het ontwerp niet wezenlijk wordt gewijzigd'.
Hierbij kunnen verschillende doelstellingen een rol spelen. Enerzijds kan gestreefd worden naar een golfdempende, erosiewerende vegetatie, waarbij de maatregelen doorgaans gericht zijn op het tegengaan van verlanding en het vasthouden van de vegetatie in een bepaald successiestadium. Wanneer de verdedigingsconstructie zelf al een golfdempende werking heeft kunnen door beheer omstandigheden worden geschapen die gunstig zijn voor vestiging en handhaving van andere soorten zodat een diversere begroeiing ontstaat.
Ongeacht de doelstelling is beheer van een oevervegetatie in veel gevallen onontbeerlijk. Zonder ingrijpen zal veel van het afgestorven plantemateriaal zich tussen de stengels van de oeverplanten ophopen. Het materiaal breekt onder water slecht af zodat de oever steeds ondieper wordt. Wanneer dit proces van 'verlanding' door kan blijven gaan, zal het organische materiaal zich ook boven de waterlijn ophopen. Door de aanwezigheid van zuurstof in de buitenlucht breekt het relatief snel af en komen er veel nutriënten vrij, waardoor ruigtekruiden gaan overheersen. De volgende stap in deze ontwikkeling is de vorming van struwelen en bossen, in natuurlijke verlandingsreeksen vormt het elzen-moerasbos veelal het eindstadium van de successie. Er is echter niet altijd sprake van een volledige verlanding. Fluctuaties van de waterspiegel bepalen in hoeverre deze kan verlopen. Tijdens hoogwaters sterft een gedeelte van de oeverplanten af en wordt gesedimenteerd materiaal geërodeerd en afgevoerd.
Door kleine aanpassingen aan een verdedigingsconstructie en ingrepen in de vegetatie is de natuurlijke successie te vertragen of bij te sturen. De effecten van bepaalde maatregelen zullen echter niet overal identiek zijn. De ontwikkeling van een vegetatie kan slechts in beperkte mate door beheer gestuurd worden en hangt voor een groot deel af van beperkingen die het milieu oplegt. Daarom zal in dit rapport allereerst worden nagegaan welke beperkingen gelden voor oevervegetaties in verdedigde en onverdedigde oevers. Deze beperkingen verschillen per watertype en daarom zullen oevervegetaties van rivieren, deltameren, meren in het IJsselmeergebied en kanalen afzonderlijk aan bod komen. Voor ieder watertype zal allereerst worden nagegaan hoe het milieu de ontwikkeling van oevervegetaties beperkt. Daarna zal worden aangegeven hoe gegeven deze beperkingen de vegetatieontwikkeling gestuurd kan worden.

Bovenrivieren

De vegetatie van het zomerbed van de bovenstroomse gedeelten van de rivieren staat onder grote invloed van onregelmatige waterpeilfluctuaties en, vaak ook, intensieve begrazing. Het grootste gedeelte van de uiterwaarden is in gebruik als weiland en vaak zijn de oevers van de zomerbedding niet afgesloten van de intensief begraasde weilanden. Tabel 4.1 (blz. 42) geeft een overzicht van de vegetatiezonering op onverdedigde rivieroevers in onbeweide en in normaal en intensief beweide situaties. Gaande van water naar land is er op natuurlijke, onbegraasde rivieroevers een zonering van waterplanten, pioniersoorten, soortenarme rietgrasvegetaties en zachthoutooibossoorten als wilgen en populieren.
De rietgrasvegetaties en jonge opslag van wilgen en populieren zullen onder normale en intensieve begrazingsdruk plaats maken voor grasland. De hoge dynamiek in de rivierbedding

als gevolg van scheepvaart en stroming maken het milieu voor waterplanten op veel plaatsen ongeschikt. Alleen in gestuwde riviertrajecten kunnen waterplanten zich handhaven.
Pioniervegetaties zijn typerend voor de zomerbedding van de grote rivieren en bestaan uit veel verschillende soorten. Behalve pioniersoorten groeien op deze hoogte ook tweejarige en overblijvende soorten met uitgebreide wortelstelsels (o.a. klein hoefblad en zilverschoon). De eenjarige pioniersoorten komen voor in het oevergedeelte dat alleen in de zomer droogvalt en waar door erosie en sedimentatie telkens weer onbegroeid, drooggevallen substraat beschikbaar komt. Op oevers met zet- of stortsteen ontbreekt een dergelijke bodem en langs deze trajecten zijn de omstandigheden dan ook ongeschikt voor pioniergemeenschappen. Ook langs gestuwde riviertrajecten ontbreken de pioniervegetaties meestal. De wisselingen in waterstanden zijn hier minder extreem dan in ongestuwde trajecten, waardoor erosie en droogvallende oevers in de zomerperiode minder optreden. Op deze, meer stabiele, oevers ontstaan echter wel mogelijkheden voor oeverplanten. In tabel 4.2 (blz. 43) is globaal weergegeven in welke trajecten van het rivierengebied oeverplanten in het zomerbed voorkomen. Wanneer de waterstanden in het groeiseizoen sterk fluctueren, kunnen de planten bij lage waterstanden uitdrogen of te lang ondergedompeld staan. Rietgras is wel goed bestand tegen sterk fluctuerende waterstanden en dit is dan ook meestal de enige oeverplant die voorkomt langs ongestuwde riviertrajecten.
Wegens de sterke stroming en golfslag waaraan oevers in de bovenstroomse gedeelten van de Maas en Rijntakken blootstaan zijn maatregelen tegen erosie vaak onontbeerlijk. Veel oevers in het rivierengebied zijn daarom met zet- en stortsteen tegen afslag beschermd. Daarnaast zijn ook nog andere vormen van oeververdediging toegepast. Op een aantal eroderende oevers wordt regelmatig zand gespoten, dat afkomstig is van zandbanken in de rivierbedding. Hier ontwikkelt de vegetatie zich op nagenoeg dezelfde wijze als op zandige oevers zonder zandsuppletie.
In enkele kribvakken langs de Waal zijn in 1990 met behulp van stekken wilgen aangeplant. De wilgen blijken de bodem goed vast te houden en soorten die laag over de grond vertakken (bijvoorbeeld de bittere wilg), vangen zelfs zand in. Het weren van vee is de belangrijkste maatregel bij het beheer van wilgenaanplant. Daarnaast is het waarschijnlijk noodzakelijk om regelmatig, eens in de drie jaar, te snoeien en uit te dunnen.
Vooroeververdedigingen met behulp van schanskorven of stortstenen dammen creëren aan de eigenlijke oever een luwte, waardoor meer mogelijkheden ontstaan voor water- en oevervegetaties. De sterk schommelende waterstand blijft echter een bepalende factor voor de soortensamenstelling. De regelmatig optredende hoogwaters voorkomen verlanding en zorgen ervoor dat de vegetatie zich niet ontwikkelt, maar vastgehouden wordt in één stadium. Een actief beheer van de vegetatie heeft in deze gevallen dan ook nauwelijks effect.

Benedenrivierengebied en deltameren

De meeste wateren in het vroegere mondingsgebied van Maas en Waal zijn door waterstaatkundige ingrepen afgesloten van de directe invloed van de zee. Een belangrijk gevolg hiervan was het wegvallen van de getijdebeweging, waardoor golven nog maar op een smalle oeverzone aangrepen en veel erosie veroorzaakten. Bovendien kwamen veel buitendijkse gronden permanent droog te liggen. Deze ontzilten langzamerhand omdat ze gevoed worden door regenwater in plaats van door het zoute oppervlaktewater.
In Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch zijn bovendien de biezen-, riet- en griendculturen verdwenen. Hierdoor is het actieve onderhoud aan gorzen en grienden sterk verminderd.
Door al deze veranderingen komt de oorspronkelijke zonering van biezen, riet en hogerop grienden of grasgorzen nog slechts gefragmenteerd voor. Bovendien zijn de afzonderlijke

vegetatiezones smaller geworden. In de voormalige zoute getijdewateren (Krammer-Volkerak, Zoommeer en Veerse Meer) ontwikkelt zich een geheel nieuwe vegetatie.
Door middel van een vooroeververdediging worden de oevers op veel plaatsen beschermd tegen verdere afslag, terwijl op sommige oevers gekozen is voor een aanliggende taludverdediging. De huidige hydrologische situatie blijft echter gehandhaafd. Het is dan ook niet redelijk te verwachten dat de oorspronkelijke vegetatie geheel zal terugkeren.
In een aantal gevallen ontstaan wel extra mogelijkheden voor een vegetatie van water- en oeverplanten door de aangebrachte oeververdedigingen. De luwte achter een vooroeververdediging en de vervanging van zout door zoet water bieden mogelijkheden voor waterplanten in het deltagebied. Zo hebben zich in het Volkerak-Zoommeer al op veel plaatsen uitgebreide waterplantenvegetaties ontwikkeld. In het Haringvliet ontbreken deze echter grotendeels op plekken waar men ze zou verwachten. Het is tot nu toe onduidelijk waarom er nauwelijks waterplanten voorkomen achter de vooroeververdedigingen. Daarom is het onmogelijk om aan te geven welke beheersmaatregelen groei van waterplanten achter vooroeververdedigingen kunnen stimuleren.
Biezen hebben in de zoete Deltawateren vooral te lijden gehad van erosie en zouden dus kunnen profiteren van de aanleg van vooroeververdedigingen. De meeste bestanden blijken zich ook achter vooroeververdedigingen niet uit te breiden als gevolg van overmatige vraat door ganzen en zwanen in Haringvliet en Hollandsch Diep of door verhoging van de laagwaters in de Oude Maas waardoor de bestanden nauwelijks meer droogvallen.
In het Haringvliet kan een gezonde biezenvegetatie terugkomen door aanplant en bescherming tegen vraat. Als bescherming kan men gaas om de aangeplante biezen plaatsen en draden over de planten spannen. Wanneer eenmaal sprake is van een dichte biezenbegroeiing zal er geen bescherming meer nodig zijn aangezien vogels dan alleen nog aan de randen van de begroeiing schade kunnen aanbrengen. Het is onduidelijk of biezenbestanden regelmatig gemaaid moeten worden om veroudering en afsterven te voorkomen. Om hier uitsluitsel over te geven zouden maaiproeven gedaan moeten worden waarbij groei en ontwikkeling van gemaaide en ongemaaide biezen over meerdere jaren gevolgd worden.
Door erosie zijn op veel oevers van het voormalig zoetwatergetijdengebied klifrandjes ontstaan die de uitbreiding van riet richting water verhinderen. Op het droge gedeelte van de oever is een sterke verruiging van het rietland gaande, met name omdat het niet meer door telers onderhouden wordt. Waar klifrandjes de uitbreiding van riet belemmeren, lijkt het de moeite waard deze om te vormen tot een glooiend talud. Hierdoor ontstaat een geleidelijke gradiënt van nat naar droog, waarin vele andere oeverplanten en natte ruigtesoorten een optimum kunnen vinden.
Aan de waterzijde is geen actief maaibeheer nodig, aangezien het afgestorven plantemateriaal zich door regelmatige stijging van de waterspiegel en afvoer via stroming niet zal ophopen. Staande dode riethalmen bieden bovendien bescherming tegen mechanische beschadiging van jonge scheuten door flab en drijfvuil en vormen een barrière tegen grazende ganzen. Aan de landzijde is jaarlijks maaien van de rietruigte in september een geschikte methode om strooiselophoping te voorkomen. Wanneer dit niet gebeurt, gaan algemene storingssoorten als akkerdistel, grote brandnetel, haagwinde en harig wilgeroosje hier overheersen.
Het is altijd raadzaam door middel van afrastering het vee uit de riet- en ruigtevegetatie te weren en zo te voorkomen dat deze begroeiingen door begrazing en vertrapping verloren gaan. Met name riet herstelt erg langzaam van beschadigingen van wortelstokken door vertrapping van het vee. Ruigtevegetaties hebben daar minder moeite mee. Bij aanhoudende begrazing van rietland ontstaat op de drogere delen van de oever grasland met een dominantie van fioringras. Op de lagergelegen delen van de oever zal meestal een onbegroeide situatie overblijven.

Riet op aanliggende oeververdedigingen van zink- en kraagstukken (veel toegepast in de Biesbosch) kan men het beste elk jaar in de winter maaien zodat een stevige rietkraag behouden blijft. De vegetatie heeft hier namelijk ook een golfdempende functie. Een vitale rietkraag biedt bovendien de beste garantie voor de invang van slib en organisch materiaal zodat de bodem op den duur ook geschikt wordt voor andere oeverplanten.
Langs oevers van meren die van oorsprong zout waren, is het zilte karakter van de waterbodem de belangrijkste belemmering voor riet en ander oeverplanten. Door middel van vegetatiebeheer is hier weinig aan te doen.

Graslanden zijn veel aanwezig op de drooggevallen gronden langs de Deltameren. De soortensamenstelling hangt samen met de bodemsamenstelling, hoogteligging en beheer. Extensieve begrazing lijkt de beste manier om een hoge soortenrijkdom in de graslanden verkrijgen. Deze beheersvorm biedt op kleibodems ook de beste garanties voor het behoud van zoutminnende soorten. Waarschijnlijk leidt begrazing wel tot het verdwijnen van orchideeën, die nu nog op verschillende laaggelegen zandgronden voorkomen. Jaarlijks maaien in september is beter voor deze bijzondere vegetaties. Wanneer de graslanden niet regelmatig gemaaid of beweid worden ontstaat een ruigtevegetatie.

Langs het Hollandsch Diep en in de Biesbosch zijn veel grienden door het wegvallen van de getijdebeweging permanent drooggevallen. Hierdoor breekt veel organisch materiaal af en komen voedingsstoffen vrij. Vooral snelgroeiende ruigtesoorten doen hier hun voordeel mee. Op de drooggevallen, hooggelegen grienden is een dichte begroeiing van grote brandnetel ontstaan, waaronder te weinig licht doordringt voor kieming en ontwikkeling van wilgen. Hetzelfde geldt voor de nattere grienden, waar opengevallen plekken door riet worden ingenomen. Spontane verjonging van de grienden is dus onmogelijk.
Grienden zijn nog enigszins te behouden door handhaving van de oorspronkelijke onderhoudsmethode. Een andere mogelijkheid is grienden die nog in gebruik zijn om te vormen tot een rivierbegeleidend wilgenbos door het arbeidsintensieve onderhoud geleidelijk te staken.
Deze maatregelen zijn ontoereikend voor grienden die na het wegvallen van de getijdebeweging permanent droog zijn gevallen. In aanvulling op de overige beheersmaatregelen dient de grondwaterspiegel verhoogd worden door bijvoorbeeld op drooggevallen grienden het regenwater op te vangen en vast te houden.
De hogergelegen delen van de grienden kunnen worden omgevormd tot een natuurlijk rivierbegeleidend bos met zwarte populier, zwarte els, vogelkers en, op de hoogstgelegen delen, es, meidoorn en zomereik. Een beperkende factor voor natuurlijke bosontwikkeling vormen de brandnetels, die zo'n dichte vegetatie vormen dat geen andere zaden kunnen kiemen. Daarnaast is de aanvoer van voldoende zaad ook een serieuze beperking voor de spontane ontwikkeling van dergelijke rivierbegeleidende bossen. Aanplant lijkt hierdoor onvermijdelijk. Als deze beperkende factoren niet kunnen worden opgelost is aanplant de enige methode om bosontwikkeling te stimuleren.

Het IJselmeergebied

Water- en oeverplanten in het IJsselmeergebied hebben veel te lijden van de hoge belasting met voedingsstoffen, de kunstmatige overgangen tussen water en land, het onnatuurlijke verloop van het waterpeil en de hoge recreatiedruk.
De hoge concentraties voedingsstoffen, met name fosfaat en stikstofverbindingen, leiden vooral in de randmeren regelmatig tot algenbloei, waardoor weinig licht onder water doordringt en waterplanten in hun groei belemmerd worden. Via een actief vegetatiebeheer

is hier weinig aan te veranderen. Dit probleem kan aangepakt worden door instroom van voedingsstoffen te verminderen en door manipulatie van de verhouding tussen algen en algeneters (Actief Biologisch Beheer).

Voor oeverplanten in het IJsselmeergebied de steile, harde oevers en het onnatuurlijke peilbeheer de belangrijkste beperkingen.
Een groot deel van de oeverlijn van IJsselmeer, Markermeer en randmeren aan de polderkant bestaat uit harde verdedigingsmaterialen als basalt, stortsteen, keien of beton. Tussen deze materialen kan zich geen echte oevervegetatie ontwikkelen. Als gevolg van het organisch materiaal dat zich in de kieren en gaten van de oeververdediging ophoopt en snel afbreekt in de open lucht bestaat de begroeiing hoofdzakelijk uit hoog opschietende ruigtekruiden en -struwelen.
In het IJsselmeergebied heerst een onnatuurlijk peilbeheer met lage waterstanden in winter en voorjaar en hoge standen in zomer en najaar. Door het lage winterpeil neemt de kans op vorstschade en vraat door watervogels toe. Het hoge waterpeil in voorjaar en zomer beperkt daarentegen de hoeveelheid geschikt substraat waarop zaden van oeverplanten kunnen kiemen en zich vestigen.
Daarnaast is sinds de afsluiting van de Zuiderzee sedimentatie sterk afgenomen, waardoor vooral biezenbestanden snel verouderen. Aanplant kan weer nieuwe biezenbestanden opleveren, maar de spontane verjonging blijft een probleem.
Eutrofiëring heeft, behalve op ondergedoken waterplanten, ook invloed op oevervegetaties. Rietstengels worden zwakker bij hoge concentraties stikstof in het water en zijn daardoor gevoeliger voor mechanische belasting door golfslag, drijvende algenmatten en zwerfvuil. Door aan de waterzijde niet te maaien, kunnen afgestorven riethalmen de jonge fragiele rietscheuten beschermen tegen golfslag, zwerfvuil en flab.
Door regelmatige peilwisselingen als gevolg van op- en afwaaiing van wind treedt aan de waterzijde van de rietkraag geen verlanding op. Tijdens hoogwater wordt afgestorven plantenmateriaal hogerop in de rietkraag gedeponeerd. Op plaatsen waar zich veel strooisel ophoopt, zal een sterke verruiging optreden. Maaien is hier een vereiste voor het behoud van de brakke ruigtesoorten moerasmelkdistel en heemst. Vooral heemst is gevoelig voor strooiselophoping. Door eens per jaar in nazomer of winter te maaien en af te voeren, is strooiselophoping af te remmen.

De effecten van beheersmaatregelen op vegetatietypen die voorkomen op oevers van benedenstroomse rivieren, Deltameren en meren van het IJsselmeergebied zijn weergegeven in de beheersmatrix op bladzijde 70.

Kanalen/Vaarten

Kanalen zijn door de mens gegraven ten behoeve van afwatering of scheepvaart. De meeste kanalen hebben een oever met een steil talud, een constant peil, weinig of geen stroming en zijn in het algemeen breder dan 8 meter en variëren in diepte van 1,5 tot 4 à 5 meter. Het scheepvaartverkeer veroorzaakt behalve golfslag op de oever ook opdwarreling van slib door turbulentie van het water. Kanalen met veel scheepvaart zijn daarom ongeschikt voor waterplanten. Het steile talud en de veelal rechte, verticale oeverbeschoeiingen van hout, beton en staal belemmeren de vestiging en groei van oeverplanten. De laatste jaren zijn ook andere vormen van oeververdediging toegepast die betere mogelijkheden bieden voor vegetatieontwikkeling op kanaaloevers.
Aanliggende taludverdedigingen met betonblokkenmatten op geotextiel zijn meestal niet begroeid met waterplanten. Dit is deels te verklaren door de ongunstige

doorwortelingseigenschappen van de gebruikte materialen en deels door de sterke waterbewegingen in kanalen. Ook veel oeverplanten zijn niet in staat de matten te doorgroeien. Houtige gewassen als els en wilgen kunnen door het geotextiel heen groeien en zijn dan ook regelmatig aangetroffen op met betonblokkenmatten verdedigde kanaaloevers. Gebrek aan kennis over dikte van haarwortels van hogere planten en de doorgroeibaarheid van betonblokkenmatten maakt het moeilijk om exact aan te geven welke planten wel of niet te verwachten zijn op deze verdedigingsconstructies.
Aanliggende oeververdedigingen van breuksteen, grind, schanskorven en kraagstukken zijn meestal alleen boven de waterlijn begroeid met voornamelijk hoogopgaande ruigtesoorten, grassen en verschillende soorten in de ondergroei met lange worteluitlopers.
Plasbermen achter een damwand, stortstenen dam of schanskorf bieden betere mogelijkheden voor oeverplanten. Het hoogste aantal soorten zal te vinden zijn in plasbermen met brede en ondiepe, glooiende, oeverzones waar geen riet is aangeplant.
Harde aanliggende taludverdedigingen, die alleen boven de waterlijn begroeid zijn met ruigtekruiden, hebben in principe geen beheer nodig, aangezien deze vegetatie geen schade zal toebrengen aan de verdedigingsconstructie. Het is onduidelijk in hoeverre hier met beheer een hogere soortenrijkdom te bereiken is. Organisch materiaal hoopt zich op tussen de spleten en kieren van het stortsteen, waardoor een erg voedselrijk milieu ontstaat waarin één of enkele soorten gaan overheersen.
Omvorming van een ruigtebegroeiing met slechts enkele soorten tot een soortenrijkere vegetatie vereist een verschralend beheer, waarbij vaker dan eens per jaar gemaaid moet worden en het maaisel moet worden afgevoerd. Wanneer regelmatig aanvoer van organisch materiaal of overspoeling met voedselrijk kanaalwater plaatsvindt, hetgeen in veel Nederlandse situaties het geval is, heeft een verschralend beheer echter weinig effect.
Struiken en bomen, voornamelijk wilgen, komen via aangespoelde takjes of uitlopers van in de oever verwerkte kraagstukken in de oeverbegroeiing terecht. Tijdens het uitgroeien op stortstenen oevers kunnen stenen opzij rollen, maar deze schade is door bijstorten makkelijk te herstellen. Een goede doorworteling van de bodem onder de stortsteen zorgt bovendien voor een extra versteviging van de verdedigingsconstructie. Door eens in de twee à drie jaar te maaien wordt het uitgroeien van opgeslagen houtige planten voorkomen.
Op oevers met zetsteen kunnen houtige gewassen wel problemen opleveren omdat ze tijdens het doorgroeien de zetsteen verschuiven en daardoor de hele constructie vervormen. Als de golfbelasting niet al te hoog is, kan opslag in zetsteen getolereerd worden. Eventueel kunnen de gezette stenen rondom de uitlopende bomen en struiken verwijderd worden, zodat de stammen ruimte hebben om uit te dijen zonder de constructie te vervormen. Gaten die door verwijdering van zetsteen zijn ontstaan, kunnen worden opgevuld met losse stortsteen.
Op aanliggende taludverdedigingen met geotextiel is opslag van houtige gewassen geen probleem en kan het de oeververdedigende werking zelfs versterken. Vooral wilgen en zwarte els kunnen met hun wortels geotextielmatten doorboren en deze daardoor steviger verankeren aan het onderliggende substraat.
Bij beheer van plasbermen is een belangrijke vraag in hoeverre de natte oeverzone van het kanaal zelf geïsoleerd moet zijn. Volledige afsluiting betekent dat minder zwerfvuil, maar ook minder zaad en vegetatief voortplantingsmateriaal van water- en oeverplanten in de plasberm belandt. Er ontstaat een erg luw milieu aan de oever waarin sterke algenbloei en flabvorming optreedt. Dit is te voorkomen door uitwisseling van water tussen kanaal en plasberm toe te laten. Bij een beperkte uitwisseling is ophoping van slib echter groter dan in volledig geïsoleerde plasbermen. Het slib komt, na opwerveling door het scheepvaartverkeer, met de hoge golven in de plasberm terecht. Wanneer veel openingen in de damwand of stortstenen dam aanwezig zijn, kan de sedimentatie van slib in de oeverzone beperkt blijven. Er is een duidelijk negatief effect van het opgewervelde slib vastgesteld op

de groei van waterplanten, waarschijnlijk omdat dit op de bladeren sedimenteert en zodoende het licht wegneemt. Het effect van slibopwerveling en de aanwezigheid van een sliblaag op de groei en ontwikkeling van oeverplanten in de plasbermen is niet bekend.
Bij kwelsituaties verdient het aanbeveling de oever zoveel mogelijk van de hoofdwatergang af te sluiten. Bij een open verbinding zal de invloed van de afwijkende waterkwaliteit zich nauwelijks uiten in de oeverbegroeiing aangezien het kwelwater meteen sterk verdund wordt met kanaalwater.
Om verlanding te voorkomen is het van belang de begroeiing van plasbermen regelmatig te maaien en het maaisel af te voeren. Door de vegetatie op en boven de waterlijn een open karakter te geven, ontstaan gunstige omstandigheden voor de kieming en vestiging van oeverplanten. Vorming van dichte grasmatten en overwoekering van ruigtesoorten is dus ongunstig in dit verband. Een gradiënt van water naar land, overeenkomend met een gradiënt van laag-nat-voedselrijk naar hoog-droog-voedselarm biedt de beste mogelijkheden voor een soortenrijke (oever)begroeiing. Een verschralingsbeheer is het meest geschikt om de overgang tussen deze twee uitersten zo geleidelijk mogelijk te laten verlopen. Daarbij moet inspoeling van meststoffen vanaf de landzijde vermeden worden.
Eventueel kan de bovenste, voedselrijke bodemlaag door middel van afplaggen, harken of afschrapen verwijderd worden. Een dergelijke maatregel is overigens veel effectiever en werkt veel sneller dan bodemverschraling door middel van maaien en afvoeren of begrazen. Bovendien wordt er op deze manier aan de waterlijn een geschikt kiemingsmilieu gevormd voor oeverplanten. Het is echter nog onduidelijk of met de bovenste bodemlaag ook de gehele zaadbank verwijderd wordt. Deze maatregelen zullen dan ook nader onderzocht moeten worden voordat ze brede toepassing kunnen vinden.

De effecten van beheersmaatregelen op vegetatietypen die voorkomen op kanaaloevers zijn weergegeven in de beheersmatrix op bladzijde 80.

Hoofdstuk 1- INLEIDING

1.1- Voorgeschiedenis

Voor beheerders van grote wateren vormt de afslag van oevers vaak een groot probleem. Vooral door toename van het scheepvaartverkeer op rivieren en kanalen en door ingrepen in de getijdenbeweging in het Deltagebied dreigt veel land in het water te verdwijnen wanneer geen extra maatregelen worden getroffen.
In het verleden werd de erosie vaak een halt toegeroepen door harde, steile overgangen tussen land en water te creeëren. Deze hielden de oever weliswaar op hun plaats, maar hadden flora en fauna weinig te bieden. Om daar verandering in te brengen, werd in 1985 door Rijkswaterstaat het landelijke Project Milieuvriendelijke Oevers (PMO) gestart. Doel van het PMO was ecologisch inpasbare verdedigingsconstructies te ontwikkelen.
Inmiddels is reeds veel ervaring opgedaan met aanleg en inrichting van milieuvriendelijke oevers, kennis hierover is onder andere gebundeld in het CUR-rapport 'Milieuvriendelijke oevers, voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers' (CUR, 1990) en het binnenkort te verschijnen handboek (CUR, 1994).

1.2- Probleemstelling en definities

Aanleg is echter maar een deel van het verhaal. In veel gevallen zal er ook regelmatig onderhoud gepleegd moeten worden om ongewenste ontwikkelingen tegen te gaan of gewenste ontwikkelingen op gang te brengen. De Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland en Waterschap De Brielse Dijkring hebben daarom aan het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek te Heteren (NIOO) gevraagd de bestaande kennis over beheer van oevervegetaties te ordenen en weer te geven in een beheershandleiding.
Bij het opstellen van deze handleiding is uitgegaan van de doelstelling dat door het beheer een zo natuurlijk mogelijke oeverbegroeiing dient te ontstaan, waarin de potentiële soortsdiversiteit verkregen wordt. Wanneer door verdedigingsconstructies op een oever betere mogelijkheden voor begroeiing ontstaan, zal het beheer gericht moeten zijn op het zoveel mogelijk benutten van de mogelijkheden die de abiotische omstandigheden bieden. Het gaat hierbij met name om oevers die in de natuurlijke situatie zouden eroderen en die dankzij de constructie voor begroeiing geschikt zijn.
De informatie in dit rapport is beperkt tot milieuvriendelijke oevers langs grote wateren. Met het begrip 'milieuvriendelijke oevers' wordt in dit verband bedoeld: "alle oevers waarbij naast de waterkerende functie expliciet rekening gehouden wordt met natuur en landschap in ontwerp, aanleg, inrichting en beheer. Daarnaast wordt zo mogelijk ook voldaan aan de eisen die andere functies aan de oever stellen. Hieraan wordt gestalte gegeven door een natuurvriendelijke oeververdediging wannneer de oever beschermd moet worden, en indien nodig of wenselijk, door het toepassen van natuurtechnische oeverinrichtings- en beheersmaatregelen" (Klein Breteler en Verkade, 1992).
Het begrip beheer, zoals dat hier is gehanteerd, komt overeen met de definitie van onderhoud volgens het nieuwe CUR-handboek. Volgens dit boek is onderhoud: "het periodiek uitvoeren van werkzaamheden in het kader van het beheer van de oever. Het zijn vaak kortdurende en plaatselijke ingrepen, waarbij de technische constructie, het profiel of het ontwerp niet wezenlijk wordt gewijzigd" (CUR, 1994).
Bij het aangeven van beheersmaatregelen voor oevervegetaties ligt het accent op de zone van het ondiepe water tot en met de vochtige tot natte bodem met een ondiepe grondwaterstand

tot 40 cm onder het maaiveld. Dit is het gebied dat overeenkomt met zone II t/m IV, volgens het rapport "Met oevers meer natuur" (Cuperus en Canters, 1992).

1.3- Leeswijzer

Om duidelijk te maken dat beheer slechts een van de vele invloeden is die de samenstelling en ontwikkeling van een vegetatie bepalen zal eerst in hoofdstuk 2 algemene informatie over oecologie van oevervegetaties verstrekt worden. Achtergrondinformatie over beheersmaatregelen is weergegeven in hoofdstuk 3. Daarna volgt een afzonderlijke behandeling van de oevers van de bovenstroomse gedeelten van de grote rivieren (hoofdstuk 4), het deltagebied (hoofdstuk 5), het IJsselmeergebied (hoofdstuk 6) en de kanalen (hoofdstuk 7).
In ieder hoofdstuk wordt eerst vastgesteld welke milieu-omstandigheden de oevervegetatie beïnvloeden en welke typen oeverbegroeiing het meest natuurlijk zijn voor het desbetreffende watertype. Nadat zo een referentiebeeld is opgesteld, zijn de randvoorwaarden, waarbinnen de ontwikkeling van een oevervegetatie mogelijk is, geordend. Onder deze randvoorwaarden vallen o.a. waterkwaliteit, regulering van het waterpeil, dynamiek veroorzaakt door scheepvaart en (snelle) afvoer van water en ijs. De randvoorwaarden zijn in feite de factoren die niet door beheer te beïnvloeden zijn, maar wel grote invloed op de vegetatie-ontwikkeling uitoefenen.
Nadat zo duidelijk is binnen welke grenzen een vegetatie zich kan ontwikkelen, is aangegeven door middel van welke beheersmaatregelen een gewenste type oevervegetatie te bereiken is vanuit een bepaalde uitgangssituatie of hoe een bepaalde situatie behouden kan blijven. De voornaamste aandacht gaat hierbij uit naar vegetaties van water- en oeverplanten. Zijdelings zal ook op het beheer van graslanden worden ingegaan. Het verdient echter aanbeveling om daar meer gespecialiseerde literatuur over te raadplegen en de te nemen maatregelen niet alleen op deze rapportage te baseren.
De specifieke beheersinformatie is terug te vinden in de voorlaatste paragraaf van ieder hoofdstuk (w.b. hoofdstuk 4 t/m 7) en in de beheersmatrixen. De beheersmatrix voor oevervegetaties van het benedenrivierengebied en de meren van het IJselmeer- en deltagebied is weergegeven na hoofdstuk 6 (blz. 70). Voor kanaaloevers is een soortgelijk schema te vinden na hoofdstuk 7 (blz. 80).
De hier weergegeven informatie is verkregen uit de literatuur en door middel van gesprekken met een aantal deskundigen. Aan het einde van ieder hoofdstuk is de geraadpleegde literatuur weergegeven, een overzicht van de geraadpleegde personen is terug te vinden in bijlage II. Bijlage I bevat een lijst van de wetenschappelijke namen van de in dit rapport vermelde plantensoorten. Nadere uitleg van enige wetenschappelijke begrippen wordt gegeven in bijlage III.

1.4- Geraadpleegde literatuur

Cuperus, R. en K.J. Canters, 1992. Met oevers meer natuur. Op zoek naar referentiebeelden en maatregelen voor aanleg, inrichting en beheer van natuurvriendelijke oevers. CML rapport 84 i.o.v. RIZA en DWW.
CUR, 1990. Milieuvriendelijke oevers- voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers. Rapport 90-4, PMO rapport nr. 13.
CUR, 1994. Handleiding milieuvriendelijke oevers. In prep.
Klein Breteler, J.T. en G.J. Verkade, 1992. Meer dan alleen verdedigend- hoe noem je zo'n oever? Waterschapsbelangen 11: 443-447.

Hoofdstuk 2- OECOLOGIE VAN OEVERVEGETATIES

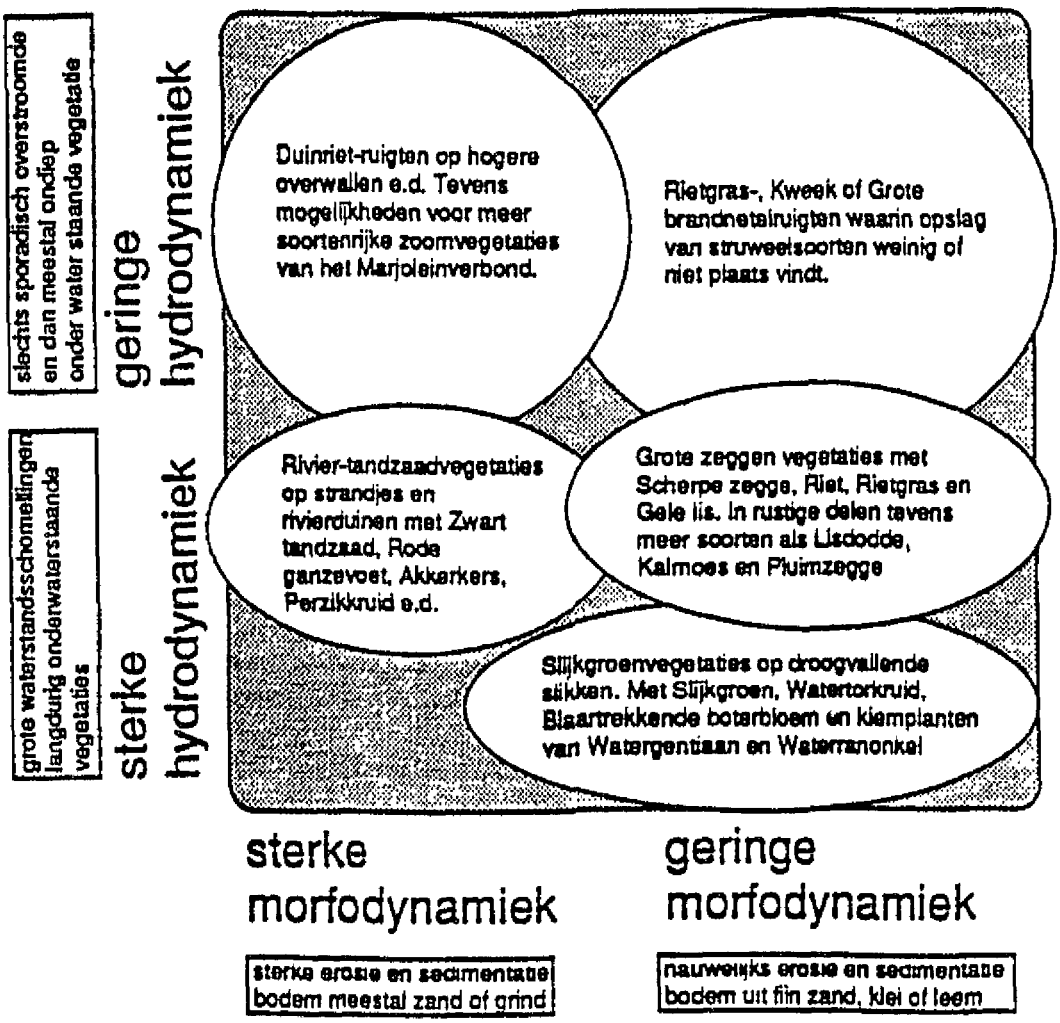
2.1- Hydrologie en vegetatietypen

Hydrodynamiek
De belangrijkste invloeden die planten in het water en aan de oever ondervinden zijn de horizontale en verticale waterbewegingen (Gosselink en Turner, 1978). Verticale waterbewegingen, oftewel schommelingen van het waterpeil, bepalen hoe vaak, hoe lang en hoe diep de planten onder water komen te staan. De verdeling van soorten en plantengemeenschappen binnen een oeverzone hangt voornamelijk hiermee samen. Soorten die intolerant zijn voor overstroming zullen niet lager voorkomen dan het maximale hoogwater. Soorten die tolerant zijn voor gedeeltelijke onderdompeling, maar die niet bestand zijn tegen volledige overstroming of droogte zullen gebonden zijn aan oevers van wateren met een stabiele waterspiegel. Wanneer de waterspiegel sterk schommelt, zoals in de bovenstroomse gedeelten van de grote rivieren, zal de oever zowel regelmatig droogvallen als onder water staan. Alleen planten die langdurige overstroming kunnen verdragen en eenjarige planten die snel groeien en zaad zetten, kunnen op deze oevers voorkomen (Grime, 1979; Breen *et al.*, 1988).
De horizontale waterbewegingen bestaan voornamelijk uit golfslag en stroming. Golfslag wordt veroorzaakt door wind en/of scheepvaart. Voor de grootte van windgolven is vooral de windsterkte en de strijklengte, dat wil zeggen de afstand waarover de wind op het wateroppervlak aangrijpt, van belang. De golven zijn langer en sneller bij hogere windsnelheden en bij een grotere strijklengte. Oevers die het meest kwetsbaar zijn voor afslag door windgolven liggen meestal aan de noordoostzijde van meren en andere grote wateren. De sterkte van scheepvaartgolven hangt af van het vaartuig (afmeting, vorm, beladingstoestand en vaarsnelheid) en de afmeting en vorm van de vaarweg. Golven gaan vaak gepaard met compenserende onderstromen over de waterbodem. Deze zijn tegengesteld aan de richting van de golven en kunnen vooral in ondiepe oeverzones veel bodem opwervelen. Niet alleen door golfslag, maar ook door waterafvoer en hoogteverschillen in een watersysteem kan stroming ontstaan (Adriaanse, 1986).
De veranderingen in waterpeil, golfslag en stroomsnelheid worden hierna aangeduid met de term hydrodynamiek, alhoewel ook de waterkwaliteit (de chemische samenstelling van het water) onder deze term valt (Knaapen en Rademakers, 1990). Golfslag en stroming hebben niet alleen een directe invloed op planten in het water en aan de oever (zie par. 2.4), maar zijn ook bepalend voor sedimentatie en erosie en bepalen zodoende de vorm en samenstelling van de bodem aan de oever.

Morfodynamiek
Sedimentatie en erosie zorgen ervoor dat het substraat in vorm en samenstelling verandert, een verschijnsel dat wordt aangeduid met het begrip morfodynamiek (Knaapen en Rademakers, 1990). Figuur 2.1 maakt duidelijk dat de wisselwerking tussen hydrodynamiek en morfodynamiek bepaalt welk vegetatietype aan de oever voorkomt. Deze figuur is opgesteld voor rivieroevers, maar de invloed van hydrodynamiek en morfodynamiek op de vegetatie van oevers van meren, kanalen en vaarten is nagenoeg gelijk.

Pioniervegetaties
Uit figuur 2.1 blijkt dat plaatsen die niet of nauwelijks droogvallen en waar erosie overheerst, geen begroeiing hebben. Waar de oever langdurig onder water staat en af en toe droogvalt komen alleen pioniersoorten voor. Dit zijn planten die in korte tijd kunnen kiemen,

groeien, bloeien en zaadzetten. Welke soorten verschijnen is afhankelijk van de tijdsduur en tijdstip waarop de standplaats droogvalt (Knaapen en Rademakers, 1990).
Slijkgroen kan op slikkige plaatsen die gedurende enkele weken droogvallen geheel tot ontwikkeling komen. Wanneer de plaatsen langer droog blijven zullen soorten als watertorkruid, gele waterkers, blaartrekkende boterbloem, moerasandijvie en watermunt zich vestigen (Knaapen en Rademakers, 1990).
Op zandige oevers die sterk uitdrogen tijdens daling van de waterspiegel vestigen zich soorten als zeegroene ganzevoet en rode ganzevoet. Plaatsen die langduriger droog staan, zijn begroeid met overblijvende soorten als wilgen en rietgras. Het verloop van de waterstanden na vestiging bepaalt of deze vegetaties zich kunnen handhaven (De Graaf *et al.*, 1990).



Figuur 2.1: Karakterisering van de relatie tussen dynamiek en het voorkomen van ruigte-, oever- en efemere vegetaties in het Nederlandse rivierengebied (uit: Knaapen en Rademakers, 1990).

Oeverplanten
Pas wanneer geen erosie voorkomt, zal een geschikt habitat voor kolonisatie door oeverplanten mogelijk zijn (Breen *et al.*, 1988). In dit rapport wordt onder oeverplanten planten verstaan die wortelen in de bodem en met hun wortels en de onderste delen van de

stengel praktisch continu onder water staan, terwijl de bladeren en bloeiwijzen boven het wateroppervlak uitsteken (Den Hartog en Van der Velde, 1988). Typerend voor oeverplanten zijn de wortelstokken (rhizomen) waaruit nieuwe scheuten ontspringen en waarmee de planten ongunstige perioden, in meeste gevallen de winter, overbruggen (Bartley en Spence, 1987). Oeverplanten worden ook wel aangeduid met de termen moerasplanten, helofyten of emergente waterplanten.
Oeverplanten kunnen voorkomen wanneer de schommeling van het waterpeil binnen bepaalde grenzen blijft. Onderling verschillen de soorten echter ook in hun tolerantie voor peilfluctuaties. De mate van schommeling van het waterpeil bepaalt voor een groot deel welke soorten zich langs een oever kunnen handhaven. In het algemeen neemt de soortenrijkdom van een oevervegetatie af bij een toename van de overstromingsfrequentie (Van den Brink, 1990).

Peilverloop in het groeiseizoen
Naast snelle, onregelmatige fluctuaties van waterstanden zoals die voornamelijk in rivieren voorkomen zijn peilveranderingen in de meeste stilstaande wateren vooral seizoensgebonden. Onder natuurlijke omstandigheden is het waterpeil in het voorjaar als gevolg van verhoogde neerslag en waterafvoer vaak hoger dan het peil in het najaar. Wanneer gedurende voorjaar en zomer het waterpeil langzaam daalt, neemt het aantal voedingstoffen in de droogvallende bodem toe. Het organische materiaal dat onder water lag breekt in de open lucht snel af, waardoor voedingstoffen beschikbaar komen voor de planten. De extra voedingstoffen en het droogvallen van de bodem zijn vooral geschikt voor de ontwikkeling van pionier-, grasland- en ruigtevegetaties. Het huidige peilbeheer in veel rijkswateren is vaak tegengesteld aan de natuurlijke situatie. Er is ofwel sprake van een vast peil ofwel van een laag waterpeil in de winter en een hoog waterpeil in de zomer (Cuperus en Canters, 1992).
Zaden van oeverplanten kiemen in het algemeen niet onder water, maar alleen op een vochtig substraat. Deze gunstige kiemomstandigheden ontstaan bijvoorbeeld bij een langzaam dalende waterspiegel. De droogvallende bodem is ook gunstig voor uitbreiding via wortelstokken, waarmee oeverplanten zich snel kunnen uitbreiden. De uitbreiding via wortelstokken verloopt daarentegen trager bij hoge, min of meer stabiele waterpeilen (De Kwaadsteniet, 1990).

2.2- Oevervorm

De vorm van een oever is vaak de resultante van erosie- en sedimentatieprocessen, die op hun beurt weer afhangen van golfaanvallen, bodemsamenstelling, de aanwezige oevervegetatie en (kunstmatige) oeverbescherming (Adriaanse, 1986). In het algemeen biedt een glooiende oever de beste mogelijkheden voor de vestiging en uitbreiding van oevervegetaties (Cuperus en Canters, 1992). Planten kunnen nog wortelen bij een talud van 1:3; geschikter zijn echter oevers met een talud van 1:10 of vlakker (Bittmann, 1965). Op steile oevers kunnen wortelstokken van bijvoorbeeld riet zich niet meer uitbreiden (Deruyter, 1979). Andere soorten, zoals kalmoes en gele lis, kunnen wel groeien op steile oevers (Ivens, 1987).
Daarnaast bepaalt de hellingshoek van een oever hoe de overgang van nat naar droog verloopt. Op glooiende oevers verloopt deze zeer geleidelijk, zodat er meer mogelijkheden voor een diverse oevervegetatie ontstaan (Hagemeyer en Sessink, 1982). Bovendien wordt golfslag op een glooiende oever beter gedempt dan op een steile oever. Parallel aan de gradiënt nat-droog loopt dus een gradiënt van meer naar minder dynamiek (CUR, 1990).

2.3- Diepte

Er is een aantal, voor plantengroei belangrijke, fysische factoren dat varieert met de waterdiepte. Boven de waterspiegel wordt het hogerop steeds droger terwijl onder water de temperatuurfluctuaties en de zuurstofconcentratie afnemen naarmate het dieper wordt (Bewley en Black, 1982; Barclay en Crawford, 1982). Ook het lichtklimaat is afhankelijk van de waterdiepte: naarmate de diepte toeneemt, neemt de lichtintensiteit af en verdwijnen golflengtes uit het spectrum (Bannister, 1976). Tenslotte neemt de waterdichtheid en -druk toe naarmate het dieper wordt. Hogere planten komen wegens deze beperkingen slechts voor tot een diepte van 6 meter. Wieren kunnen nog dieper in het water voorkomen (Spence, 1982).
De maximale diepte waarbij ondergedompelde waterplanten, zoals fonteinkruiden, voorkomen, hangt vooral samen met de verandering van het lichtklimaat. Op grotere dieptes is de hoeveelheid en samenstelling van het licht zodanig veranderd, dat deze planten er niet meer kunnen groeien (Bloemendaal en Roelofs, 1988).
Bij oeverplanten bepaalt de waterdiepte hoe groot de afstand tussen de plaats van verankering en voedselopname (het substraat) en de plaats van gasuitwisseling (het gedeelte van de scheut dat boven het water uitsteekt) is. Naarmate de planten op grotere diepte voorkomen, wordt het moeilijker de ondergrondse delen van zuurstof te voorzien en kost het meer energie om scheuten in het voorjaar boven water uit te laten steken (Weisner 1991). Op beschutte plekken blijken planten tot minder diep voor te komen dan op plaatsen die meer blootstaan aan golfslag en stroming (Weisner, 1987). De reden hiervoor is dat zich op beschutte plaatsen meer organisch materiaal ophoopt. Hier ontstaat een organische, weke bodem die zuurstofloos is. Planten kunnen zich hierin minder stevig verankeren dan in meer minerale bodems. Bovendien zijn de groeiomstandigheden in gereduceerde en sterk zuurstofvragende bodems voor oeverplanten ongunstig (zie par. 2.5). Hierdoor worden de planten gevoeliger voor beschadiging, bijvoorbeeld als gevolg van begrazing door watervogels (Weisner, 1991).
De oeverplanten die op de grootste dieptes worden aangetroffen, zijn soorten als kleine lisdodde, grote lisdodde, grote egelskop en mattenbies. Ook riet hoort in dit rijtje thuis, maar deze soort kan, in tegenstelling tot de overigen, ook boven de waterlijn voorkomen (Van Donselaar *et al.*, 1961). De meeste overige oeverplanten zijn aangewezen op de ondiepe oeverzone. In het algemeen is de vegetatie soortenrijker naarmate het water ondieper wordt.

2.4- Stroming en golfslag

Zoals uit par. 2.1 blijkt, bepaalt de mate van hydro- en morfodynamiek grotendeels welke vegetatietypen voor kunnen komen. Op sterk belaste oevers hebben alleen pioniervegetaties nog een redelijke kans op voorkomen. Begroeiingen van struwelen, bossen en oeverplanten komen onder dynamische omstandigheden helemaal niet of slechts in geringe mate voor (Cuperus en Canters, 1992). Binnen de groep van overplanten zijn echter ook verschillen in gevoeligheid voor stroming en golfslag. Fioringras, harig wilgeroosje en grote egelskop zijn erg gevoelig voor erosie, terwijl soorten als mattenbies, groot moerasscherm en kleine watereppe hier veel beter tegen bestand zijn. Riet, liesgras en rietgras zijn het stevigst verankerd (Haslam, 1978).
De erosiegevoeligheid is ook afhankelijk van de bodemeigenschappen. Op slappe organische bodem is minder stevige verankering mogelijk dan op kleibodems (Spence, 1982). De erosiegevoeligheid van een oever is dus deels afhankelijk van het bodemtype, maar het bodemtype is weer vaak het resultaat van de mate van stroming en golfslag. In rustig water zullen fijne deeltjes (o.a. klei) bezinken terwijl de bodem in woelige omstandigheden ook uit grover materiaal zoals zand zal bestaan (Bloemendaal en Roelofs, 1988).

2.5- Bodemgesteldheid

Voedingsstoffen
Het bodemtype bepaalt niet alleen hoe gevoelig planten zijn voor stroming en golfslag, maar ook hoeveel voedingsstoffen een plant ter beschikking heeft. Kleideeltjes hebben een hoog adsorptievermogen voor veel ionen, waardoor bodems met een hoog kleigehalte rijker aan voedingsstoffen zijn dan bodems met voornamelijk zand. Alle oeverplanten en de meeste wortelende waterplanten halen hun voedingsstoffen uit de bodemlaag (Bloemendaal en Roelofs, 1988; Wetzel, 1988).
Verscheidene wortelende waterplanten (o.a. fonteinkruiden, kranswieren, kransvederkruid) kunnen hun voedingsstoffen ook uit de waterlaag opnemen. De keuze voor sediment of waterlaag is onder andere afhankelijk van de concentratie van voedingsstoffen in sediment en water, de verhouding tussen boven- en ondergrondse biomassa en de snelheid waarmee het water ververst wordt (in stromend water vindt vaak meer opname uit water plaats). Drijvende en zwevende waterplanten, zoals kroos, kikkerbeet en gedoornd hoornblad wortelen niet in het sediment en moeten alle voedingsstoffen uit de waterlaag halen (Bloemendaal en Roelofs, 1988).

Zuurstof
In waterverzadigde bodems is de zuurstofconcentratie laag. Dit geldt met name voor kleibodems, waarin zuurstof moeilijk kan doordringen. In de grofkorrelige zandbodems is de zuurstofvoorziening beter (De Lyon en Roelofs, 1986). Vooral in voedselrijke wateren kunnen problemen ontstaan met de zuurstofvoorziening. De meeste oeverplanten bereiken een hogere biomassa bij een hoger voedselaanbod, maar daardoor hopen zich onder water ook meer plantenresten op. De afbraak van de afgestorven plantendelen vraagt veel zuurstof waardoor de bodem vaak anaeroob en gereduceerd wordt (Bloemendaal en Roelofs, 1988).
Onder gereduceerde omstandigheden ontstaan voor de plant giftige stoffen zoals ijzer(Fe^{2+})-ionen, sulfides en methaan. Oeverplanten zijn hieraan echter aangepast door een zuurstoftransport van de scheut naar de wortels en door de mogelijkheid om van een aerobe naar een anaerobe stofwisseling over te schakelen. Waarschijnlijk zijn de planten ook tegen de ophoping van een beperkte hoeveelheid giftige stoffen in de bodem beschermd doordat zuurstof uit de wortels lekt. Naarmate het substraat gereduceerder is, zal meer zuurstof uit de wortels ontsnappen. Het zuurstof dat zodoende in het substraat terecht komt, reageert met de giftige, gereduceerde verbindingen en deze verliezen hierdoor hun schadelijke eigenschappen (Crawford, 1983). Wegens de zuurstoflek van de wortels naar het omringend substraat is minder beschikbaar voor de wortels zelf. Oeverplanten kunnen overschakelen naar een stofwisseling waarbij koolhydraten vergist worden in plaats van verbrand. Dit is een inefficiënt verbruik en het betekent dat de plant minder snel groeit terwijl het meer koolhydraten verbruikt (Smith *et al.*, 1986). Een dergelijke anaerobe stofwisseling (fermentatie) treedt bijvoorbeeld op in het voorjaar als vanuit de rhizomen onder water scheuten gevormd worden (Guthruf *et al.*, 1993).

Onnatuurlijke substraten
Bij een aantal constructies van natuurvriendelijke oevers bestaat het substraat niet alleen uit zand, klei of organisch materiaal, maar ook uit kunstmatige materialen die aangebracht zijn om het natuurlijke substraat op z'n plaats te houden. Een veel gebruikte methode hiervoor is het aanbrengen van een geotextiel, waarop betonblokken of andere materialen worden aangebracht. Succesvolle doorgroeiing van dergelijke verdedigingsconstructies hangt af van de maaswijdte van het geotextiel en het vermogen van de planten om met hun wortels het textiel te doorboren en op te rekken. Eén- en tweejarige soorten sterven na een of twee jaar

weer af en moeten telkens opnieuw beginnen. Overblijvende soorten kunnen echter blijvend profiteren van de ondergrond (Reitsma, 1990).
Veel soorten oeverplanten behoren tot de eenzaadlobbigen. Dit betekent onder meer dat de wortels geen diktegroei hebben maar alleen in de lengte groeien. Hun vermogen om de mat te doorgroeien hangt af van de diameter van de (haar)wortels in verhouding tot de maaswijdte van de mat. Een inventarisatie van begroeiingen van betonblokkenmatten langs kanalen wees uit dat in ieder geval wilgen, els en riet in staat zijn door matten heen te groeien. Riet groeit via onder het geotextiel aanwezige wortelstokken door de mat heen. Waarschijnlijk zijn meer soorten hiertoe in staat. Daarnaast kan het geotextiel ook begroeid raken door water- en oeverplanten die zich met behulp van wortelstokken vanuit bestaande populaties buiten de mat uitbreiden. Een aantal overblijvende landplanten kan met lange bovengrondse worteluitlopers het geotextiel snel begroeien (Reitsma, 1990; Reitsma, 1992).
Veel andere materialen, die voor oeverdediging gebruikt worden, zijn alleen geschikt voor de ontwikkeling van een begroeiing als er opslibbing van klei of zand plaatsvindt. De bodem kan natuurlijk ook op het materiaal worden aangebracht. De materialen die zo geschikt kunnen worden voor begroeiing zijn schanskorven, kraag- en zinkstukken van rijshout, silex, zandcementblokken, puinbrekerszand en geëxpandeerde kleikorrels die verzadigd zijn met water (CUR, 1990). Wanneer deze materialen aangebracht zijn op oevers die blootstaan aan veel stroming en/of golfslag, zal er niet genoeg sediment achterblijven voor een omvangrijke begroeiing. Alleen in gaten en spleten groeien planten, dit zijn voornamelijk éénjarige stikstofminnende planten en hoogopschietende bloemrijke ruigtesoorten. Deze profiteren van het organische materiaal dat ingevangen wordt en in de open lucht snel afbreekt (Ivens, 1992).
Gezette of gestorte oevers zijn ongeschikt voor éénjarige pioniersoorten omdat deze aangewezen zijn op een kaal en open substraat. Dergelijke oevers hebben echter een aantal eigenschappen die het geschikt maken voor een diverse begroeiing van overblijvende planten. Het substraat is stabiel en onder de stenen heerst een gunstige vochthuishouding voor de vestiging van een groot aantal soorten. Voor zeer concurrentiekrachtige soorten is er door de stenen maar een beperkte groeiruimte beschikbaar waardoor deze niet snel zullen gaan woekeren ten koste van andere soorten. Bovendien vermijdt het vee de stenen oevers, waardoor ook begrazingsgevoelige soorten zich kunnen handhaven (Natuurbeschermingsraad, 1979). De gebruikte steensoort is niet van groot belang, wel de manier waarop het materiaal is aangebracht. Zetsteen heeft vaak een beter ontwikkelde vegetatie dan stortsteen aangezien zich in de diepe gleuven tussen het zetsteen fijner materiaal kan ophopen (Natuurbeschermingsraad, 1979).
Oevers die verdedigd zijn met bitumineus gebonden materiaal bieden erg weinig mogelijkheden voor vestiging van een vegetatie. Er treedt hoogstens nog enige begroeiing op in de open plekken. Ook op de verschillende betonelementen (zoals constructiebeton, gewapend beton en colloïdaal beton) valt niet veel plantengroei te verwachten (CUR, 1990).

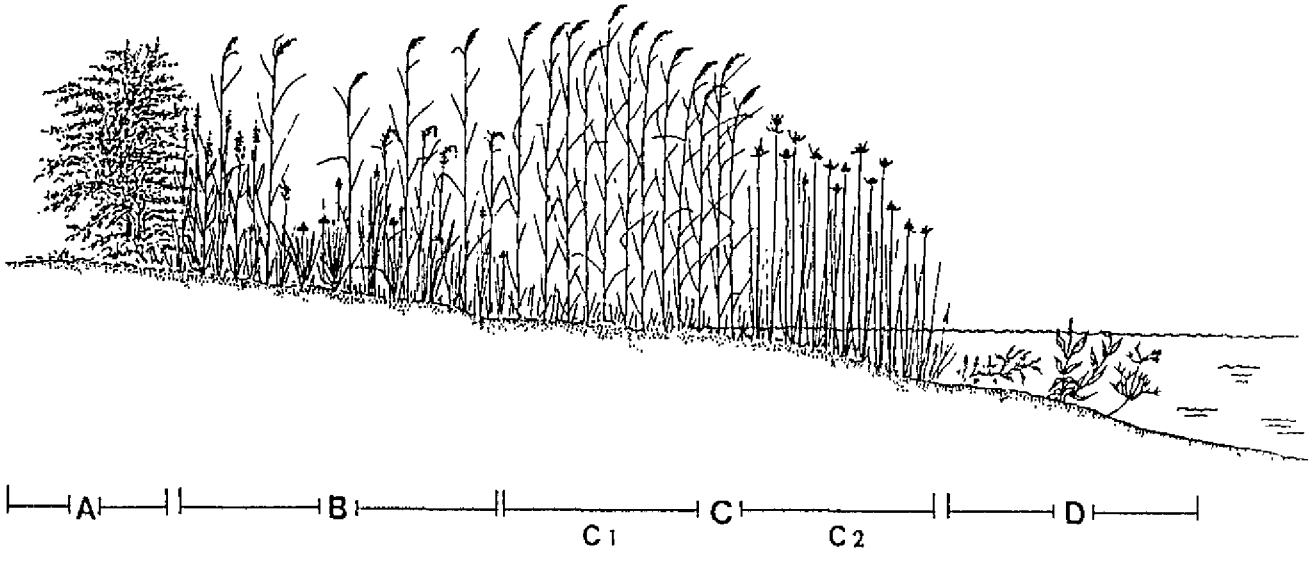
2.6- Waterkwaliteit

Bij toename van de hoeveelheid voedingsstoffen in de waterkolom, met name fosfor in de vorm van fosfaten, gaan algen in het water en op de bladeren van waterplanten (het zogenaamde epifyton) zich explosief ontwikkelen. Algen winnen dan de concurrentie met waterplanten om licht en nutriënten (Wetzel, 1988; Hootsmans en Vermaat, 1991). In brak water of water met een korte verblijftijd zal plankton en epifyton minder snel een overheersende rol gaan spelen dan in zoet stagnant water. Veel draadalgen groeien aaneen tot drijvende algenmatten, ook wel flab genoemd, die mechanische schade kunnen toebrengen aan oeverplanten (De Kwaadsteniet, 1990).

Aan de oever vormt het riet onder voedselrijke omstandigheden relatief zwakke stengels. Deze broze stengels hebben bovendien veel te verduren van zwerfvuil en flab dat zich om de stengels heen draait. Hierdoor worden de planten erg gevoelig voor mechanische belasting door golven en stroming (Ostendorp, 1989).
In het algemeen neemt de soortenrijkdom af naarmate het water verder verrijkt raakt met voedingsstoffen. Liesgras neemt vaak de plaats in van riet, door in het voorjaar vroeg uit te komen en snel een dicht bladerdek te vormen waar de jonge rietscheuten niet doorheen weten te breken. Wanneer de omstandigheden voor liesgras niet optimaal zijn, zal riet echter de concurrentie winnen (Butterly en Lambert, 1965)

2.7- Successie

In theorie is van nat naar droog een karakeristieke, ruimtelijke opeenvolging van planten te onderscheiden. De algemene zonering van water richting land op een ideaal oevertype.is als volgt (naar Segal, 1971): kranswieren, fonteinkruiden, drijfbladplanten met o.a. gele plomp en witte waterlelie, biezen, kleine lisdodde, riet, zachthoutzone met populieren, wilgen en elzen en hardhoutzone met essen, eiken, iepen. Fig 2.2 geeft hiervan een vereenvoudigde weergave.



Figuur 2.2: Zonering van oeverplanten in wateren met matig fluctuerende waterspiegel (Uit: Hagemeyer en Sessink, 1982). A= zachthoutzone met o.a. els en dauwbraam; B= verruigd rietland; C= zone van oeverplanten met dominantie van riet (C1) en biezen (C2), D= zone van ondergedoken waterplanten met o.a. fonteinkruiden en kranswieren.

In de meeste gevallen komt deze zonering alleen fragmentarisch voor. Vooral wanneer sterke overgangen optreden in het chemische of fysische milieu, zal de vegetatie plotselinge overgangen vertonen (Breen *et al.*, 1988).
Binnen een bepaald gebied is er niet alleen een opeenvolging van soorten en levensgemeenschappen in de ruimte, maar ook in de tijd. Dit verschijnsel wordt aangeduid als successie (Kwakernaak, 1988). De ruimtelijke zonering zoals die is weergegeven in figuur 2.2. komt grofweg overeen met de opeenvolging van soorten in de tijd. Tijdens successie treedt een toename van biomassa en dood plantaardig materiaal op. Vooral wanneer veel oeverplanten aanwezig zijn, is de produktie van organisch materiaal hoog. Aangezien de afgestorven planten wegens de samenstelling, maar vooral ook wegens het zuurstoftekort onder water, moeilijk afbreken, hopen deze zich op tussen de stengels. Hierdoor ontstaat een

blijvend zuurstofgebrek zodat plantenmateriaal dat later in de vegetatie terecht komt nog slechter afbreekt. Per jaar is de toename van organisch materiaal dus steeds groter, waardoor het proces zichzelf versnelt (Wetzel, 1989). Wanneer deze ophoging ongestoord doorgaat, ontstaan mogelijkheden voor houtige planten als grauwe wilg en zwarte els. In natuurlijke verlandingsreeksen vormt het elzen-moerasbos veelal het eindstadium van de successie. Naast de bosvorming zijn er twee andere ontwikkelingsrichtingen te onderscheiden bij de verlanding, namelijk verzuring en verruiging (Westhoff *et al.*, 1971).
Bij voortgaande ophoging van de bodem tussen de oeverplanten neemt het isolement ten opzichte van het open water toe. De vegetatie staat hierdoor alleen nog onder invloed van regenwater. Dit water is in het algemeen voedselarmer dan het oppervlaktewater en de spaarzame voedingsstoffen worden snel opgenomen door de planten zodat het steeds voedselarmer wordt. Hiermee ontstaan geschikte omstandigheden voor de groei van veenmossen, die het milieu verzuren. In deze 'veenmos-fase' kunnen ook andere planten goed gedijen, opvallend zijn bijvoorbeeld varensoorten als kamvaren, smalle stekelvaren en koningsvaren. Bosvorming is bij deze ontwikkelingsrichting ook het laatste stadium, maar in plaats van zwarte els zijn zachte berk, sporkehout en gagel de kenmerkende houtige soorten (Westhoff *et al.*, 1971).
Verzuring zal alleen optreden bij volledige isolatie ten opzichte van het open water, een situatie die voorkomt op enkele buitendijkse gronden in het IJsselmeer (zie par. 6.2, blz. 65). In de meeste grote wateren treedt volledige isolatie als gevolg van grote peilschommelingen nauwelijks op en wordt de gehele oevervegetatie regelmatig overspoeld met voedselrijk water. In dit voedselrijke milieu blijft de produktie van organisch materiaal op een hoog niveau. Wanneer het opgehoopte organische materiaal boven het water uitstijgt breekt het relatief snel af in de open lucht. Hierdoor komen veel voedingsstoffen vrij waarvan vooral ruigtekruiden weten te profiteren. De ruigtekruidenvegetaties bestaan uit hoog opschietende, overblijvende planten en staan ecologisch gezien tussen grasland (in dit geval rietland) en bos of struweel in (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979). De belangrijkste varianten die worden onderscheiden zijn matig voedselrijk ruigterietland en voedselrijk ruigterietland. Het eerste herbergt soorten als poelruit, grote valeriaan, moerasspirea, veenreukgras, moeraslathyrus en gevleugeld hertshooi. Wanneer tijdens hoogwaters of door baggerstort sediment op het rietland wordt aangebracht of wanneer afgemaaid strooisel blijft liggen, wordt het milieu steeds voedselrijker. In dit voedselrijke ruigterietland zijn soorten als grote brandnetel, harig wilgeroosje, koninginnekruid, moerasandoorn, gewone engelwortel, smeerwortel en haagwinde aan te treffen (Natuurbeschermingsraad, 1986).
Er is niet altijd sprake van een volledige ontwikkeling van verlanding, verruiging en bosvorming. Fluctuaties van de waterspiegel bepalen in hoeverre organisch materiaal en slib zich tussen de oeverplanten ophopen. Door hoogwaters sterft een gedeelte van de oeverplanten af, en door de hoge dynamiek tijdens hoogwaters worden veel planten en opgehoopt materiaal losgewoeld en afgevoerd. Vooral in combinatie met stroming is de erosieve werking van hoogwaters groot. Hierdoor zal tijdens een forse stijging van de waterspiegel de successie teruggezet worden naar een eerder stadium. Heiny (1971) onderscheidt drie situaties:
-Stagnante wateren met een stabiel waterpeil: hier treedt geleidelijke ophoping van afgestorven plantemateriaal op, waardoor het water geleidelijk ondieper wordt en zodoende verlandt,
-Stagnante wateren met een onstabiel waterpeil: de verlanding verloopt hier langzamer dan in voorgaande situatie,
-Stagnante wateren met extreem grote fluctuaties van de waterspiegel: hier hoopt zich geen afgestorven plantemateriaal op, er is zodoende geen sprake van verlanding.

Wijzigingen in soortensamenstelling van een oevervegetatie hangen niet alleen af van veranderingen in voedselrijkdom en waterpeilfluctuaties. Voor de vestiging van nieuwe soorten moeten zaden of vegetatieve voortplantingsdelen eerst in een bestaande vegetatie terecht komen. Vervolgens moeten er de juiste omstandigheden heersen voor kieming en vestiging. De nieuwe soorten moeten zich zien te handhaven door de concurrentie (met name om licht) met de aanwezige planten aan te gaan. De concurrentieverhoudingen binnen de vegetatie kunnen veranderen door afbraak van de gehele of gedeeltelijke vegetatie door ziektenverwekkers, planteneters of mensen, bijvoorbeeld als gevolg van beheersmaatregelen (zie hoofdstuk 3) (Van der Valk, 1981).

2.8- Verandering in soortensamenstelling

Nieuwe soorten kunnen zich vestigen uit zaad of vegetatieve delen die ofwel van elders ofwel uit de bodem onder de vegetatie afkomstig zijn. In het laatste geval zijn de zaden en vegetatieve delen afkomstig van soorten die vroeger wel voorkwamen, maar nu verdwenen zijn, of die vroeger via externe bronnen in het substraat terecht zijn gekomen. Vestiging uit een zaadbank is alleen mogelijk bij zaden of vegetatieve delen die langere tijd kiemkrachtig/levensvatbaar zijn (Van der Valk, 1981).
Transport van zaden van water- en oeverplanten vindt voornamelijk plaats via water, wind of dieren. De meeste emergente waterplanten hebben zaden die op het wateroppervlak blijven drijven en via stroming of waterbeweging als gevolg van wind op andere plaatsen terecht komen (Sculthorpe, 1967). Een aantal soorten zoals ereprijs, waterweegbree en pijlkruid hebben plakkerige zaden, zodat verspreiding via vogels en zoogdieren mogelijk ook een rol speelt (Cook, 1987).
Verspreiding door de wind is voor oeverplanten in het algemeen ongunstig aangezien de kans om in geschikte kiemingsmilieus te komen erg klein is. Deze vorm van verspreiding is dan ook niet erg algemeen, maar komt wel voor bij riet, lisdodde (Cook, 1987) en moerasandijvie. De meeste waterplanten en een aantal oeverplanten verspreiden zich niet alleen via zaden, maar ook door vegetatieve delen. Vestiging van riet vindt vaak plaats via aangespoelde wortelstokken (Duyve, 1986), terwijl kalmoes zich in Nederland alleen maar vegetatief voortplant (Westhoff *et al.*, 1971). Waterplanten hebben vaak speciale vegetatieve voortplantingsdelen, zoals knolletjes die gevormd worden aan de wortel of het onderste deel van de stengel (tubers), of winterknoppen (turionen) die ontstaan door vergroeiingen van bladeren (Bartley en Spence, 1987).
Grote lisdodde (Mooi, 1969; Bonnewel *et al.*, 1983), riet (Haslam, 1972) en de meeste andere emergente waterplanten en eenjarige soorten zoals rode ganzevoet, spiesmelde, blaartrekkende boterbloem en moerasandijvie hebben voor kieming veel licht en/of sterk wisselende temperaturen nodig hebben (Mooi, 1969; Thompson en Grime, 1983). Vestiging uit zaad is zodoende alleen mogelijk op drooggevallen plaatsen waar de bodem niet bedekt wordt door reeds aanwezige planten of een strooisellaag. Een laagje water of sediment boven de zaden dempt namelijk temperatuursfluctuaties, waardoor veel soorten niet kunnen kiemen. Een dichte vegetatie of een strooisellaag heeft eenzelfde dempende werking op temperatuursschommelingen als water of sediment (Thompson en Grime, 1983). Mattenbies, ruwe bies en zeebies kunnen daarentegen wel onder water kiemen (Clevering en Van Gulik, 1990).

2.9- Concurrentie

Een oevervegetatie wordt meestal gedomineerd door een of enkele soorten. Soorten als riet, grote en kleine lisdodde, liesgras en rietgras zijn in staat om snel de beschikbare ruimte op

te vullen en andere planten met hun dikke wortelmatten te verdringen (Odum, 1990). Bovendien ontwikkelen ze een dicht bladerdek dat nauwelijks licht doorlaat. In dichte rietkragen kan de hoeveelheid licht die tot het wateroppervlak doordringt, afnemen tot minder dan 1 % (Dykyjova, 1971). Door het gebrek aan licht in de onderlaag kunnen zich daar meestal geen andere soorten handhaven. Waar de rietkraag opengebroken wordt door dieren, wind of golven ontstaan wel mogelijkheden voor nieuwkomers.
Naast de lichtbeperking door de monodominante soorten spelen de afgestorven delen van deze planten ook een rol bij het onderdrukken van nieuwe soorten. Van der Valk (1986) constateerde een sterke afname van eenjarige soorten (met name uitstaande melde en rode ganzevoet) na afdekking van zaden met lisdoddestrooisel. Van der Toorn en Reinink (1978) zagen een forse toename van het aantal kiemplanten na verwijdering van strooisel uit een gemaaid rietveld. Zaden van zowel overblijvende ruigtesoorten (akker- en speerdistel, harig wilgeroosje) als van pioniersoorten (moerasandijvie, zeezuring en blaartrekkende boterbloem) werden door het strooisel in hun kieming geremd.
In par. 2.7 is reeds gewezen op de isolerende werking van het strooisel, waardoor temperatuursfluctuaties gedempt worden en ongunstige kiemingsomstandigheden ontstaan. Daarnaast kan het strooisel een mechanische barrière vormen waar jonge kiemplantjes niet doorheen kunnen breken (Van der Toorn en Reinink, 1978; Van der Valk, 1986) of bepaalde stoffen bevatten die kieming en ontwikkeling van zaailingen afremmen. Een chemische remming van kieming en vestiging door strooisel is echter geen aannemelijke verklaring. Grace (1983) heeft geen remmende werking van extracten van lisdoddestrooisel kunnen vaststellen. Van der Valk (1986) constateerde een remmende werking van strooisel dat al een jaar in het water had gelegen, waarna eventueel remmende stoffen al lang uitgespoeld hadden moeten zijn.
Aangezien het effect van strooisel met name fysisch is, mag verondersteld worden dat alle soorten die in staat zijn een dikke strooisellaag te vormen eveneens in staat zijn vestiging van andere soorten te onderdrukken. In het algemeen lijkt er inderdaad een sterk verband te zijn tussen mate van strooiselvorming en vermogen tot onderdrukken van andere soorten (Haslam, 1971).

2.10- Geraadpleegde literatuur

Adriaanse, L.A., 1986. Natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen. Een literatuurstudie naar factoren en functies die in oeverzones een rol spelen en naar de mogelijkheden voor natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen langs de oevers van (met name zoete) wateren. Rijkswaterstaat Deltadienst, Hoofdafdeling Milieu en Inrichting/Dienst Getijdewateren Nota GWWS-86.408.
Bannister, P., 1976. Introduction to physiological plant ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
Barclay, A.M. en R.M.M. Crawford, 1982. Plant growth and survival under strict anaerobiosis. J. of Experimental Botany 33: 541-549.
Bartley, M.R. en D.H.N. Spence, 1987. Dormancy and propagation in helophytes and hydrophytes. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 27: 139-155.
Bewley, J.D. en M. Black, 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol.2. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag, Berlin.
Bittmann, E., 1965. Grundlagen und Methoden des biologischen Wasserbaus. Uit: Der biologische Wasserbau an den Bundeswasserstraszen, Stuttgart/Heilbronn (Eugen Ulmer). Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz.
Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs (red.), 1988. Waterplanten en Waterkwaliteit. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Bonnewel, V., Koukkari, W.L. en D.C. Pratt, 1983. Light, oxygen, and temperature requirements for *Typha latifolia* seed germination. Can. J. Bot. 61: 1330-1336.
Breen, C.M., Rogers, K.H. en P.J. Ashton, 1988. Vegetation processes in swamps and flooded plains. In: Symoens, J.J. [Ed.]: Vegetation of inland waters, Handbook of vegetation Science, 15/1. Kluwer, Dordrecht.
Butterly, B.R.en J.M. Lambert, 1965. Competition between *Glyceria maxima* and *Phragmites australis* in the region of Surlingham Broad. I. The competition mechanism. J. Ecol. 53: 163-182.
Clevering, O.A. en W.J.M. van Gulik, 1990. De aanleg van biezenbegroeiingen. Mogelijkheden voor herintroduktie van biezen in het Haringvliet-Hollandsch Diepgebied. IOO i.o.v. Rijkswaterstaat DBW/RIZA.
Cook, C.D.K., 1987. Dispersion in aquatic and amphibious vascular plants. Uit: Plant life in aquatic and amphibious habitats (Crawford, R.M.M., red.). Blackwell Scientific Papers. Oxford.
Crawford, R.M.M., 1983. Root survival in flooded soils. Uit: Ecosystems of the world: Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor.(Gore, A.J.P., red.). Elsevier, Amsterdam. Pp. 257-283.
Cuperus, R. en K.J. Canters, 1992. Met oevers meer natuur. Op zoek naar referentiebeelden en maatregelen voor aanleg, inrichting en beheer van natuurvriendelijke oevers. *CML rapport 84 i.o.v. RIZA en DWW.*
CUR, 1990. Milieuvriendelijke oevers- voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers. Rapport 90-4, PMO rapport nr. 13
De Graaf, M.C.C., Van de Steeg, H.M., Voesenek, L.A.C.J. en C.W.P.M. Blom, 1990. Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. Laboratorium voor Experimentele Plantenoecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen in opdracht van DBW/RIZA Rijkswaterstaat.
De Kwaadsteniet, P.I.M., 1990. Natuurlijke oevers in beweging. Stichting Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer (LONL) en het Samenwerkingsverband 'Alsjeblieft....niet in het riet' (NIR).
De Lyon, M.J.H. en J.G.M. Roelofs, 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Deel 1. Lab voor Aquatische Oecologie (KUN) i.o.v. Landinrichtingsdienst Min. van Landbouw en Visserij.
Den Hartog, C. en G. van der Velde, 1988. Structural aspects of aquatic plant communities. In: Vegetation of inland waters, Handbook of vegetation Science, 15/1 (Symoens, J.J., red.). Kluwer, Dordrecht.
Deruyter, J., 1979. Het gebruik van riet bij de bescherming van oevers. Groen Kontakt 4.
Duyve, P., 1986. Literatuurrapport rietoevers- een literatuurstudie naar de waarden en functies, achteruitgang, herstel- en aanlegmogelijkheden van rietoevers in Nederland. Samenwerkingsverband "asjeblieft..niet in 't riet!".
Dykyjova, D., 1971. Production, vertical structure and light profiles in littoral stands of reed-bed species. Hidrobiologia (Bucuresti) 12: 361-376.
Gosselink, J.G. en R.E. Turner, 1978. The role of hydrology in freshwater wetland ecosystems. Uit: Freshwater wetlands. Ecological processes and management potential (Good, R.E., Whigham, D.F. en R.L. Simpson, red.). Academic Press, New York.
Grace, J.B., 1983. Autotoxic inhibition of seed germination by *Typha latifolia*: an evaluation.. Ecology 65: 1689-1693.
Grime, J.P., 1979. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. Biol. Rev. 52: 107-145.
Guthruf, K., Zenger, Chr. en Brändle, R., 1993. The habitat dependent production of reed (*Phragmites australis*) and its significance. Uit: Seeuferzerstörung und seeuferrenaturierung

in Mitteleuropa (W. Ostendorp, red.). Limnologie Aktuell-Band 5. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
Hagemeyer, M.L. en J.T.M. Sessink, 1982. De invloed van golfwerking op oevervegetatie. Literatuuronderzoek en een inventarisatie van natuurlijke oevers ten behoeve van advies inrichting oevers Almere. Doctoraalscriptie Landbouwhogeschool Wageningen, Vakgroep Cultuurtechniek, Orientatie Natuurbouw.
Haslam, S.M., 1971. Community regulation in *Phragmites communis* Trin. II. Mixed stands. J. Ecol. 59: 75-88.
Haslam, S.M., 1972. Biological flora of the British isles, no. 128, *Phragmites communis* Trin. Journal of ecology 60: 585-610.
Haslam, S.M., 1978. River plants, the macrophytic vegetation of watercourses. Cambridge University, Cambridge.
Hejny, S., 1971. The dynamic characteristic of littoral vegetation with respect to changes of water level. Hidrobiologia (Bucuresti) 12: 71-85.
Hootsmans, M.J.M. en J.E. Vermaat, 1991. Macrophytes, a key to understanding changes caused by eutrophication in shallow freshwater ecosystems. International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering (IHE). IHE Report Series 21.Dissertatie. Delft.
Ivens, E., 1987. Natuurlijke oeverbescherming - Welke plantensoorten kunnen worden toegepast als levend bouwmateriaal op oevers ? Studentenrapport, Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde. Landbouwuniversiteit Wageningen.
Ivens, E., 1992. Referentiebeelden natuurvriendelijke oeververdedigingen. W-DWW-92-707, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
Knaapen, J.P en J.G.M. Rademakers, 1990. Rivierdynamiek en vegetatie-ontwikkeling. Staring centrum, Instituut voor onderzoek van het landelijk gebied, rapport 82.
Kwakernaak, C., 1988. Ecologische onderbouwing milieuvriendelijke oevers. PMO Rapport nr. 2.
Mooi, J., 1969. Verslag van experimenteel onderzoek betreffende de kieming van *Catabrosa aquatica, Ranunculus sceleratus, Senecio congestus, Typha latifolia* en *Phragmites australis*. Studentenverslag I.O.O., Arnhem.
Natuurbeschermingsraad, 1979. De verstening van de oevers van de grote rivieren. Enige invloeden van waterstaatswerken op natuur en landschap. Werkgroep rivieroevers van de Natuurwetenschappelijke Commissie van de Natuurbeschermingsraad.
Natuurbeschermingsraad, 1986. Riet als oeverbegroeiing. Advies over natuurvriendelijk oeverbeheer.
Odum, W.E., 1990. Internal processes influencing the maintenance of ecotones: do they exist?. In: The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones (Naiman,R.J. en H.Decamps, red.). Man and the biosphere series, vol.4. Unesco, Parijs.
Ostendorp, W., 1989. 'Die back' of reeds in Europe - a critical review of literature. Aquat. Bot. 35: 5-26.
Reitsma, J.M., 1990. Begroeiing van betonblokkenmatten. Bureau Waardenburg bv.
Reitsma, J.M., 1992. Doorgroeibaarheid van geotextielen- Pilotstudie. Bureau Waardenburg bv i.o.v. CUR (Gouda) i.s.m. Rijkswaterstaat, DWW (Delft).
Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979. Natuurbeheer in Nederland: Levensgemeenschappen. Pudoc, Wageningen, pp.392.
Sculthorpe, C.D., 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold, London, England.
Segal, S., 1971. Principles of structure, zonation and succession of aquatic macrophytes. Hydrobiologia 12: 89-95.

Smith, A. M., Hylton, C.M., Koch, L. en Woolhouse, H.W., 1986. Alcohol dehydrogenase activity in the roots of marsh plants in naturally waterlogged soils. Planta 168: 130-138.
Spence, D.H.N., 1982. The zonation of plants in freshwater lakes. Adv. Ecol. Res. 12: 37-125.
Thompson, K. en J.P. Grime, 1983. A comparative study of germination responses to diurnally fluctuating temperatures. J. Appl. Ecol.20: 141-156.
Van den Brink, F.W.B., 1990. Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie tot fysisch-chemische parameters. Vakgroep Aquatische Oecologie en Biogeologie, Katholieke Universiteit Nijmegen in opdracht van Rijkswaterstaat DBW/RIZA Lelystad. Publicatie no. 25 uit de reeks 'Ecologisch Herstel Rijn'.
Van der Toorn, J. en Reinink, K., 1978. Experiments on the establishment of plant species in a reed field. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Tweede Reeks 71: 292-296.
Van der Valk, A.G., 1981. Succession in wetlands: a Gleasonian approach. Ecology 62: 688-696.
Van der Valk, A.G., 1986. The impact of litter and annual plants on recruitment from the seed bank of a lacustrine wetland. Aquatic Botany 24: 13-26.
Van Donselaar, I., Kop, L.G., Van Donselaar-Ten Bokkel Huinink, W.A.E., Van de Voo, E.E. en V. Westhoff, 1961. On the ecology of plant species and plant communities in former river beds. Wentia 5:1-85.
Weisner, S.E.B., 1987. The relation between wave exposure and distribution of emergent vegetation in a eutrophic lake. Freshw.Biol. 18: 537-544.
Weisner, S.E.B., 1991. Within-lake patterns in depth penetration of emergent vegetation. Freshwater Biology 26(1):133-142.
Westhoff, V. *et al.*, 1971. Wilde planten deel 2; flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Amsterdam. Pp.303.
Wetzel, R.G., 1988. Water as an environment for plant life. In: Vegetation of inland waters, Handbook of vegetation Science, 15/1 (Symoens, J.J., red.). Kluwer, Dordrecht.

Hoofdstuk 3- BEHEER VAN OEVERVEGETATIES

3.1- Doelstellingen van beheer

Beheer van oevers maakt het mogelijk bestaande invloeden van milieufactoren te wijzigen, bijvoorbeeld door aanpassingen aan een verdedigingsconstructie, zodat de invloed van golfslag vergroot of verkleind kan worden. Daarnaast kunnen ook nieuwe invloeden geïntroduceerd worden door bivoorbeeld maaien of begrazen (Kwakernaak, 1988).
Bij het bepalen van de te gebruiken beheersmethoden moet men allereerst vaststellen wat de belangrijkste functie van de oevervegetatie is. De vegetatie kan ertoe dienen de oever tegen afslag te beschermen, zodat zowel de golfdempende werking van de scheuten als de bodembindende capaciteiten van het wortelstelsel op z'n minst gehandhaafd moeten blijven. Daarnaast kan de natuurwaarde bij het beheer van oevervegetaties op de voorgrond staan. Dit geldt met name voor oevers die niet aan erosie onderhevig zijn, bijvoorbeeld wegens een gunstige ligging ten opzichte van de overheersende windrichting of dankzij een vooroeververdediging. Het beheer kan men hier richten op het verkrijgen van de potentiële soortenrijkdom van de oevervegetatie. Het is echter ook mogelijk dat de oever een belangrijke functie heeft als migratieroutre voor fauna. Een oever die geschikt is als verbindingsweg voor fauna heeft niet per se een hoge floristische diversiteit. Het is belangrijk te realiseren dat deze belangen tegenstrijdig kunnen zijn aan elkaar. Per geval moet bekeken worden welk doel het belangrijkst geacht wordt.

3.2- De rol van bovengrondse delen en strooisellaag: effecten van vegetatiebeheer

Beheersmaatregelen zijn meestal gericht op het verwijderen van de bovengrondse delen, het voorkomen van de vorming van een strooisellaag of de verwijdering van strooisel. Om na te kunnen gaan welke effecten op zullen treden bij een bepaalde maatregel is het belangrijk om te weten welke functie strooisel en bovengrondse delen vervullen binnen een oevervegetatie.

Bovengrondse delen in het groeiseizoen
Bovengrondse, groene delen dienen in het zomerseizoen voor fotosynthese en ontwikkeling van bloeiwijzen. Verwijdering van de bovengrondse plantendelen uit een vegetatie door begrazen of zomermaaien heeft verschillende gevolgen:
- Planten reageren op het verlies van een gedeelte van de scheut door deze te vervangen. Daarvoor moeten ze hun koolhydraatreserves in de wortelstokken aanspreken. Afhankelijk van soort, milieu en frequentie en tijdstip van verwijdering kunnen de dominerende planten verzwakt of uitgeput raken (zie par. 3.4, 'zomermaaien'). Dit heeft tot gevolg dat het lichtklimaat in de vegetatie verandert. Meer licht zal doordringen tot op de bodem, waardoor kieming en ontwikkeling van andere soorten gestimuleerd kan worden.
- Met de verwijdering van de bovengrondse delen worden ook de daarin opgeslagen stikstof, fosfor en andere voedingstoffen onttrokken aan het systeem ('verschraling'). Wanneer al het plantenmateriaal in de vegetatie aanwezig zou blijven zouden de meeste voedingstoffen door mineralisatie weer beschikbaar komen. Verschraling is het meest effectief indien tijdens het groeiseizoen wordt gemaaid en afgevoerd. Aan het einde van het groeiseizoen worden namelijk de meeste nutriënten uit de scheut naar de rhizoom verplaatst. Bovendien is de oogstbare scheutbiomassa in de winter maar de helft van die in de zomer. In de winter bevatten de scheuten slechts 10% van de hoeveelheid stikstof, fosfor en kalium in de zomer (Graneli, 1984).

In eutrofe wateren zijn de mogelijkheden om het ecosysteem via afvoer van plantaardig materiaal te verschralen gering. Alleen in situaties met een lage toevoer van nutriënten of met een hoge biomassa van oeverplanten in verhouding tot het totale volume water (zoals bijvoorbeeld in ondiepe vijvers) kan oogsten van invloed zijn op de hoeveelheid voedingstoffen (Nichols, 1974). In stromend water is verschralingsbeheer helemaal uitgesloten, aangezien er met het water een continue aanvoer van voedingstoffen plaatsvindt. Alleen in zeer brede rietkragen (minimaal 15 meter) kunnen plekken voorkomen die, in tegenstelling tot die aan de waterzijde, beschermd zijn tegen een periodiek schommelende waterspiegel, afzettingen van slib en modder en doorspoeling met eutroof water (Gryseels, 1989b). Door jaarlijks maaien en afvoeren van riet kunnen hier wel voedselarme plekken ontstaan (De Kwaadsteniet, 1990).

Bovengrondse delen buiten het groeiseizoen
Nadat aan het einde van het groeiseizoen de meeste voedingsstoffen van de scheut naar het rhizoom zijn verplaatst sterven de bovengrondse delen af en komt het overblijvende materiaal op de bodem terecht. Bij riet echter verhouten de stengels in het najaar zodat de dode riethalmen gedurende de hele winter overeind blijven staan. Door deze riethalmen is er in de winter een betere uitwisseling tussen bodem en lucht mogelijk. Zodoende kunnen gassen als kooldioxide (CO_2) en methaan (CH_4), die gevormd zijn door bacteriën rond de wortelstokken, beter afgevoerd worden. Bovendien hebben de rhizomen meer zuurstof tot hun beschikking waardoor ze een aerobe stofwisseling kunnen handhaven (Brix, 1989). Een betere gasuitwisseling via dode riethalmen is niet van vitaal belang voor riet (Graneli, 1989), maar kan in diep water toch een belangrijk voordeel opleveren aangezien de planten hier veel energie nodig hebben om de jonge scheuten tot boven het wateroppervlak uit te laten steken. Vanwege de grote energiebehoefte is een aerobe stofwisseling de meest efficiënte manier om de reservestoffen te gebruiken.
Dode riethalmen bieden ook andere voordelen voor jonge rietscheuten. In voedselrijk water beschermen ze de jonge fragiele stengels tegen flab (drijvende groene draadwieren) en dikke algenmatten die als gevolg van golfslag ernstige schade kunnen toebrengen. Bovendien vormen de dode riethalmen een effectieve barrière tegen vraat vanaf de waterzijde door vogels zoals de grauwe gans (Fiala en Kvet, 1971). Dode riethalmen bieden tevens geschikte schuil- en nestgelegenheden aan vogels en insekten. Een aantal soorten is zelfs specifiek gebonden aan overjarig riet.
Een nadeel van de dode rietstengels is dat ze, zeker bij hogere dichtheden, veel licht wegvangen en daardoor andere soorten en jonge, uitlopende rietscheuten in hun ontwikkeling afremmen (Graneli, 1989).

Strooisellaag
De strooisellaag is de laag waarin afgestorven plantenmateriaal terecht komt en afgebroken wordt. Indien er geen evenwicht is tussen de aanvoer van organisch materiaal vanuit de vegetatie en afbraak van dit materiaal zal het strooisel zich ophopen, hetgeen onder water kan leiden tot gereduceerde omstandigheden rond de wortels in de bodem. Tolerantie van soorten voor gereduceerde milieus hangt wellicht samen met de hoeveelheid zuurstof die via de scheut in de grond wordt gebracht (Barko en Smart, 1983).
Op de droge oevergedeelten kunnen dikke strooiselmatten ontstaan die temperatuurschommelingen dempen en zodoende kieming van zaden die sterke temperatuursfluctuaties nodig hebben belemmeren. Strooisel vormt daarom een effectieve barrière tegen het binnendringen van pioniers, oeverplanten en ruigtesoorten. Sommige ruigtesoorten zoals grote brandnetel, haagwinde, harig wilgeroosje en in mindere mate

bitterzoet zijn wel in staat om zich op strooiselmatten te vestigen en uit te breiden (zie par. 2.8, blz. 21).

Stengel- en wortelstokboorders
De dode riethalmen en afgestorven plantendelen in de strooisellaag vormen een schuil- en overwinteringsplaats voor vele insekten, waaronder twee soorten nachtvlinders die rietvegetaties ernstig kunnen beschadigen.
Een van deze twee is de stengelboorder die vooral in natte rietkragen van invloed is. Deze soort overwintert als eitje in de dode riethalmen en in het voorjaar vreten de rupsen de toppen van de jonge rietscheuten aan. Riet reageert hier op door in het daaropvolgende jaar dunnere stengels te vormen, waardoor de scheuten voor de rupsen ongeschikt worden om in te kunnen leven. In het jaar na aantasting zal de soort dan ook lokaal uitsterven. Wanneer riet een jaar later dikkere stengels vormt komen de stengelboorders weer terug. Door deze cyclus blijft de schade als gevolg van stengelboorders op langere termijn beperkt (Mook en Van der Toorn, 1985).
In de droge gedeelten spelen stengelboorders geen rol van betekenis omdat ze hier teveel concurrentie ondervinden van de rupsen van de wortelstokboorder. Deze nachtvlinders overwinteren als eitjes in het strooisel. Nadat de larven uitgekomen zijn doen ze zich eerst tegoed aan de jonge rietscheuten, waarna ze zich in mei naar de wortelstokken begeven. Zodoende kunnen de rupsen alleen op het droge gedeelte van de oever een rol van betekenis spelen. Hier kunnen ze echter aanzienlijke, blijvende schade aanrichten aangezien riet geen verweer heeft tegen de wortelstokboorders (Van der Toorn *et al.*, 1983).
Eitjes van de wortelstokboorder verdwijnen door rietoevers jaarlijks in de winter af te branden (Natuurbeschermingsraad, 1986). Branden is daarom de meest effectieve methode om deze nachtvlinders te bestrijden, maar het is niet zomaar toegestaan aangezien het te verbranden materiaal wettelijk gezien chemisch afval is en dus in speciale installaties vernietigd moet worden.

3.3- Ingrepen in de vegetatie

3.3.1- Maaien

maaien buiten het groeiseizoen

Door riet in de herfst of winter te maaien en het strooisel af te voeren worden de eitjes van de stengelboorder verwijderd. Wortelstokboorders ondervinden echter geen hinder van deze maatregel (Van der Toorn en Mook, 1982).
Een ander gevolg van maaien en afvoeren is dat de temperatuur rond de wortelstok in het voorjaar sneller oploopt. De knoppen zullen, wanneer het warm genoeg is, eerder uitlopen dan in ongebrande stukken met een strooisellaag (Haslam, 1971a). De in de winter gemaaide rietplanten, en met name die op het droge, zijn echter ook vorstgevoeliger. Vorstschade heeft tot gevolg dat de knoppen die in het jaar daarvoor gevormd zijn vervangen worden door meerdere, kleine knoppen (Van der Toorn en Mook, 1982). Riet dat in het najaar of de winter is gemaaid en niet te veel aan vorst heeft blootgestaan zal in het daaropvolgende groeiseizoen een lagere dichtheid, een grotere diameter en een hogere bovengrondse biomassa ontwikkelen dan ongemaaid riet (Haslam, 1971a; Ross, 1987).
Het voornaamste effect van jaarlijks maaien met afvoer van riet in natte gedeelten is het vertragen van de verlanding (Husak, 1978). Wanneer het beheer hierop gericht is kunnen rietstengels het beste in de herfst gemaaid en afgevoerd worden, zodat ook de bladeren worden meegenomen. In de herfst, dat wil zeggen tot ongeveer 15 november, zijn echter nog

niet alle nutriënten uit het blad naar de wortelstok verplaatst. Door scheuten dan af te maaien, kan de plant lichtelijk verzwakken (De Kwaadsteniet, 1990).
Voor andere dominerende oeverplanten, zoals lisdodde of liesgras, heeft maaien buiten het groeiseizoen nauwelijks of geen gevolgen. De afgestorven stengels en bladeren zijn erg fragiel en breken in de winter vaak af als gevolg van wind en golfslag (Husak, 1978).
Jaarlijks wintermaaien in combinatie met afvoer kan ook een goede methode zijn om soortenrijke oeverbegroeiingen te behouden. Wanneer de afgestorven plantendelen (met name van riet) niet ieder jaar verwijderd worden zal het zich in de vegetatie ophopen. Het strooisel kan licht wegvangen voor planten uit de onderlaag van een rietbegroeiing (b.v. moeraswalstro en blauw glidkruid) en een mechanische barrière vormen voor de zich ontwikkelende zaailingen. Maaien en afvoeren in de winter zorgt ervoor dat bovengrondse plantendelen verwijderd worden zodat er voldoende licht beschikbaar is en deze soorten zich kunnen handhaven (Gryseels, 1989a; Cowie *et al.*, 1992).
Minder dan eens per jaar maaien betekent meestal een verdere verruiging van het rietland. Op het droge gedeelte van de oever hoopt het strooisel zich in de vegetatie op. Algemene ruigtesoorten als haagwinde, grote brandnetel, akkerdistel en harig wilgeroosje weten hiervan te profiteren en gaan overheersen ten koste van riet en andere aanwezige soorten (Van der Toorn en Reinink, 1978; Gryseels, 1989a). Wat er met de vegetatie in het natte gedeelte van een rietkraag gebeurt is onduidelijker. De Kwaadsteniet (1990) constateerde dat het aantal gaten in een rietkraag toenam naarmate er minder gemaaid werd. Juist op deze gaten zijn eventuele begeleidende soorten zoals grote egelskop, gele lis en oeverzegge aangewezen aangezien in een dichte rietkraag te weinig licht doorbreekt.
Verschillende auteurs noemen eens in de twee à drie jaar wintermaaien van rietbegroeiingen een goede methode om de diversiteit in de vegetatie te verhogen (Fiala en Kvet, 1971; Bibby en Lunn, 1982). Bij minder vaak maaien zal de verlanding doorzetten en zal de ruigtevegetatie op de grens tussen water en land zich verder kunnen ontwikkelen richting struweel, met o.a. dauwbraam, lijsterbes, grauwe wilg en laurierwilg, en boomopslag van onder andere zwarte els en schietwilg (Van Herwaarden, 1988; De Kwaadsteniet, 1990).

maaien in het groeiseizoen

Door oeverplanten **in de zomer** te maaien worden de fotosynthetiserende delen van de plant verwijderd. Normaliter worden in het voorjaar de jonge scheuten met behulp van koolhydraten, die in de rhizomen liggen opgeslagen, ontwikkeld. Wanneer de scheut eenmaal in staat is om zelf koolhydraten te maken is er weer een netto-transport van scheut richting rhizoom, waardoor de wortelstok zich verder kan uitbreiden. Voordat de scheuten aan het einde van het groeiseizoen afsterven worden zoveel mogelijk nutriënten en koolhydraten aan de scheut onttrokken en naar het rhizoom verplaatst. Hier worden de knoppen aangelegd die het volgende seizoen tot nieuwe scheuten zullen uitgroeien (Fiala, 1978).
Planten die tijdens het groeiseizoen worden gemaaid zullen de verwijderde delen vervangen met behulp van koolhydraatreserves uit ondergrondse wortelstokken. Riet en andere grassen vormen relatief zwakke zijscheuten uit knopen op de stengel. Zegges, lisdodde en liesgras vormen nieuwe bladeren en blijven in een vegetatieve staat (Van der Toorn *et al.*, 1990). De aanleg van nieuwe bladeren, en soms zelfs gehele scheuten, na maaien kan de koolhydraatreserves in de wortelstokken uitputten. Klonale groeiers zijn het meest gevoelig voor maaien op het moment dat de scheuten net volledig ontwikkeld zijn, aangezien de reserves in de wortelstokken dan het laagst zijn (Husak, 1978; Sloey *et al.*, 1978). Zoals uit tabel 3.2 blijkt verschilt dit moment per soort: voor rietscheuten is dat begin juni (Granéli *et al.*, 1983), voor rietgras, grote en kleine lisdodde pas een maand later (Fiala, 1978; Rowell *et al.*, 1985).

Maaien in **de nazomer** betekent dat het koolhydraattransport van afstervende scheuten richting wortelstokken wordt afgebroken. Hierdoor kunnen deze zich minder sterk uitbreiden en is er in het daaropvolgende jaar minder beschikbaar voor de ontwikkeling van scheuten (Husak, 1978; Sloey *et al.*, 1978).
Soort verschillen in hun vermogen om te herstellen van opgelopen schade. Liesgras en rietgras groeien snel bij een hoog aanbod van nutriënten en kunnen zodoende ook snel herstellen na schade door zomermaaien. Zelfs na drie keer per jaar maaien kunnen deze soorten zich in hetzelfde seizoen herstellen (Marten *et al.*, 1979; Bole en Gould, 1985). Pas na twee keer per jaar maaien zullen deze planten serieuze moeilijkheden krijgen met de vorming van scheuten in het daaropvolgende seizoen. Grote lisdodde herstelt zich minder makkelijk en verdwijnt meestal bij een maairegime in de zomer (Fiala, 1978; Husak, 1978; Gryseels, 1989b).
Het vermogen tot herstel hangt niet alleen van de soort af, maar ook van de hoeveelheid voedingsstoffen die een plant tot z'n beschikking heeft. Gryseels (1989b) meent dat riet op voedselrijke bodems sneller herstelt van zomermaaien dan riet in voedselarme omstandigheden. Hij zag dat een oeverbegroeiing op voedselrijke bodem die gedurende vijf achtereenvolgende jaren twee keer per jaar gemaaid werd al die tijd gedomineerd bleef door riet. Ook liesgras herstelt zich in voedselrijke milieus waarschijnlijk sneller van zomermaaien (Sundblad en Robertson, 1988; Sundblad en Wittgren, 1989).
Voedselrijke situaties brengen echter ook nadelen met zich mee voor riet en andere oeverplanten die in de zomer gemaaid worden. In voedselrijke wateren hoopt zich veel organisch materiaal op. De afbraak hiervan vereist veel zuurstof waardoor de bodem rond de wortels vaak anaeroob en gereduceerd wordt. Dit brengt voor planten allerlei problemen met zich mee (zie par. 2.5, blz. 17 'zuurstof'). Wanneer de scheut afgesneden wordt, kan minder zuurstof richting wortels getransporteerd worden en bovendien zal in organische sedimenten de meeste zuurstof uit de wortels lekken om de rhizosfeer te oxideren. In de wortelstokken zullen de aanwezige koolhydraten nu anaeroob omgezet moeten worden, hetgeen een erg inefficiënte manier van verbruik is. Wanneer gemaaid wordt op het moment dat de hoeveelheid koolhydraten in de rhizomen toch al op z'n laagst is, kan dat op gereduceerde of anderszins zuurstofbehoeftige sedimenten fataal zijn. Riet op organisch sediment dat begin juni gemaaid werd bleek deze behandeling niet te overleven. Planten op een zandig, mineraal sediment, die tegelijkertijd gemaaid werden, herstelden zich daarentegen wel (Weisner en Granéli, 1989).
De diepte speelt eveneens een rol bij de gevoeligheid voor zomermaaien. Naarmate planten dieper in het water groeien, neemt de capaciteit om zuurstof naar de ondergrondse delen te transporteren af (Yamasaki, 1984; Weisner, 1988). Des te groter de waterdiepte des te groter is de gevoeligheid voor belemmering van het zuurstoftransport na zomermaaien (Weisner en Graneli, 1989).
De belemmering van zuurstoftransport is vooral problematisch wanneer de stengels onder water worden afgemaaid. In dat geval is het zuurstoftransport nagenoeg onmogelijk en daarom is het met name schadelijk voor planten die op organisch sediment groeien. De planten zijn vooral kwetsbaar wanneer ze op het moment van maaien erg weinig koolhydraatreserves in het rhizoom hebben (Weisner en Granéli, 1989). Als de plant zich niet herstelt van het afmaaien onder water zullen de rhizomen afsterven (De Kwaadsteniet, 1990).
Door uitputting als gevolg van zomermaaien kunnen oeverplanten als biezen, riet en lisdodde hun dominante karakter verliezen, waardoor een lage, meer open vegetatie ontstaat. Soorten die normaliter de concurrentie om licht verliezen zullen zich in deze begroeiingen beter kunnen handhaven.
Dit is echter niet altijd zo. In voedselrijke situaties kan liesgras sterk gaan woekeren na zomermaaien (Butterly en Lambert, 1965). Deze soort heeft tot zes weken na maaien geen

wortelgroei en stopt alle energie in de bovengrondse delen, zodat de scheuten de ruimte weer zo snel mogelijk opvullen ten koste van andere soorten (Sundblad en Robertson, 1988; Verlinden *et al.*, 1990).
Op drogere gedeelten kunnen grassoorten als fioringras, hennegras en ruw beemdgras uit aanliggende grasvelden en hooilanden de dominantie van riet overnemen (Haslam, 1971b; Gryseels, 1989b). Deze vegetatietypen zijn in het algemeen soortenrijker en bestaan uit een combinatie van lage moerassoorten en hooilandsoorten (Gryseels, 1989b).
Hoogproduktieve, soortenarme graslandvegetaties of ruigtevegetaties op het droge deel van de oever kunnen door twee maaibeurten per jaar (resp. eind mei en begin sept.) in combinatie met afvoer van maaisel omgevormd worden tot een bloemrijk en soortenrijk grasland. Als dit doel bereikt is kan worden volstaan met één maaibeurt per jaar, liefst in de nazomer wanneer de bloei is afgelopen (Van Herwaarden, 1988; Ter Stege, 1991).
Keuze van het maaitijdstip is afhankelijk van de plantengroep waar men zich op wil richten. Wanneer de eerste keer in mei gemaaid wordt zijn de zomerbloeiers in het voordeel. Als de eerste maaibeurt in juni valt betekent dat een stimulans voor alle voorjaarsbloeiers, aangezien deze dan zijn uitgebloeid en zaad hebben gezet. Om de nazomerbloeiers te behouden moet pas na bloei en zaadzetting van deze soorten, dat wil zeggen in september, gemaaid worden (Ter Stege, 1991).
Een oevervegetatie met veel bloemrijke ruigte- en moerassoorten zoals echte valeriaan, moerasspirea, poelruit, wederik, kattestaart, moerasandoorn en gevleugeld hertshooi moet ook gemaaid worden om de soortenrijkdom in stand te houden. Vooral de afvoer van strooisel is hierbij belangrijk omdat anders steeds meer soorten uit de vegetatie verdwijnen en liesgras, pitrus, moerasspirea en riet zullen gaan overheersen in de natte oeverzone (Verlinden *et al.*, 1990) en grote brandnetel, haagwinde, akkerdistel, vogelmuur en hondsdraf in de droge oeverzone (Van der Toorn en Reinink, 1978; Gryseels, 1989a; Ter Stege en Pot, 1991). Wanneer vaker dan eens per jaar gemaaid wordt in voedselrijke situaties kunnen deze soorten eveneens gaan domineren aangezien ze relatief makkelijker herstellen bij een hoog aanbod van voedingsstoffen (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979).
De meeste ruigtesoorten komen pas laat in het seizoen tot ontwikkeling en bloei en daarom is het voor het behoud van deze soorten raadzaam pas na bloei en zaadzetting, dat wil zeggen september-oktober, te maaien (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979; Ter Stege en Pot, 1991).
Uit de literatuur blijkt niet eenduidig welk maairegime men moet toepassen op een soortenrijke vegetatie van moerassoorten. Indien men dergelijke oeverbegroeiingen wil behouden is een zomermaairegime waarschijnlijk het meest effectief, aangezien hierdoor eventuele overheersing van grotere planten als riet of lisdodde wordt tegengegaan. Maaien na 1 juli stimuleert moerasplanten als dotterbloem, echte koekoeksbloem, grote egelskop en moerasvergeetmijnietje (Melman en Udo de Haes, 1987; De Kwaadsteniet, 1990).
Een overzicht van maaitijdstip en -frequentie die het meest geschikt zijn om soorten te behouden en om soorten uit een vegetatie te verwijderen is gegeven in respectievelijk tabel 3.1 en tabel 3.2.

Door te maaien met machines raken rhizomen en scheutknoppen, die zich in zomer en herfst ontwikkelen, als gevolg van de wieldruk beschadigd (Van der Toorn *et al.*, 1990). Het meest geschikte werktuig voor afmaaien van oevervegetaties is een messenbalk of een cyclomaaier. Een klepelmaaier is ernstig af te raden omdat hiermee het maaisel niet wordt afgevoerd. Klepelmaaiers kunnen echter in combinatie met afvoerband gebruikt worden, zodat het geklepelde gras op een ril terecht komt en naderhand kan worden afgevoerd (Van Herwaarden, 1988; De Kwaadsteniet, 1990).

Tabel 3.1: Overzicht van maaitijdstip en maaifrequentie die het meest geschikt zijn voor **behoud** van soorten.

	Optimaal maaibeheer voor behoud		
Soort	Tijdstip	Frequentie	Opmerkingen
Riet	15 nov.-15 mrt.	1 x per jaar	met afvoer van maaisel
Liesgras/Rietgras	15 mrt.-15 okt.	2 à 3 x per jaar	Liesgras neemt ruimte in van soorten die verdwijnen bij deze frequentie
Grote en kleine lisdodde	--	--	geen maaibeheer nodig voor behoud
Biezen	mei	≤ 1 x per 2 jaar	onzeker of maaibeheer nodig is voor behoud
Voorzomerbloeiers, o.a. dotterbloem, echte koekoeksbloem, grote egelskop, moerasvergeetmijnietje	na 1 juli	1 x per jaar	met afvoer van maaisel
'Natte' ruigtekruiden, o.a. echte valeriaan, kattestaart, moerasspirea, wederik (nazomerbloeiers)	vanaf sept. (na bloei)	1 x per jaar	met afvoer van maaisel
'Droge' ruigtekruiden, o.a. haagwinde, grote brandnetel, akkerdistel en harig wilgeroosje	vanaf sept.	< 1x per 2 jaar	Bij lage maaifrequentie veel ophoping van strooisel, deze soorten profiteren daarvan

Tabel 3.2: Overzicht van maaitijdstip en maaifrequentie die het meest geschikt zijn voor het **verwijderen** van soorten. Niet weergegeven, maar wel belangrijk is dat ook andere soorten kunnen verdwijnen bij een bepaald maaibeheer.

	Maaibeheer voor onderdrukking		
Soort	Tijdstip	Frequentie	Opmerkingen
Riet	begin juni	≥ 1 x per jaar	Vaker maaien naarmate water voedselrijker is
Liesgras/Rietgras	15 mrt.-15 okt.	> 3 x per jaar	Vaker maaien naarmate water voedselrijker is
Grote en kleine lisdodde	begin juli	≥ 1 x per jaar	
Biezen	??	≥ 1 x per jaar	
Voorzomerbloeiers, o.a. dotterbloem, echte koekoeksbloem, grote egelskop, moerasvergeet-mijnietje	vóór bloei	> 1 x per jaar (?)	
'Natte' ruigtekruiden, o.a. echte valeriaan, kattestaart, moerasspirea, wederik (nazomerbloeiers)	vóór bloei	> 1 x per jaar	
'Droge' ruigtekruiden, o.a. haagwinde, grote brandnetel, akkerdistel en harig wilgeroosje	vóór bloei	> 2 x per jaar	- Vaker maaien naarmate bodem voedselrijker is

3.3.2- Begrazen

Vee heeft een voorkeur voor sappige, kruidige oeverplanten en jonge rietscheuten (Bekker, 1989; Van Deursen en Drost, 1990). Naarmate deze planten in een seizoen vaker aangevreten worden zullen de wortelstokken sneller uitgeput raken waardoor groei en vegetatieve vermeerdering afnemen. Net als bij een beheer met (herhaaldelijk) zomermaaien verandert de vegetatie door begrazing in een laag grasland (Van Deursen en Drost, 1990). Een verschil

met zomermaaien is echter dat betredingsgevoelige soorten, waaronder veel ruigtesoorten, bij intensieve of normale begrazing (dat wil zeggen meer dan één tot drie koeien per drie ha of meer dan één tot drie schapen per ha) sneller verdwijnen. Aanhoudende begrazing van (natte en droge) ruigtevegetaties zal leiden tot vervanging door grasland (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979).
Graslanden bevatten soorten die in hun groei bevorderd worden door vraat (waaronder de meeste grassoorten) en planten die onaantrekkelijk zijn voor vee. Giftige soorten (zoals scherpe boterbloem), soorten met een onaangename smaak (zoals veldsalie en diverse zuringsoorten) en soorten met stekels en doorns (waaronder distels en struiken als meidoorn, sleedoorn, braam etc.) zal het vee mijden. De doornige struiken kunnen zich alleen bij een niet al te hoge veebezetting ontwikkelen. De jonge scheuten zijn namelijk erg smakelijk voor het vee en worden, vooral bij een hoge begrazingsdruk, allemaal opgegeten (De Graaf *et al.*, 1990).
Wanneer het oppervlak van het te begrazen terrein groot genoeg is om de begrazingsdruk op de oever te verlichten kan extensieve begrazing een verrijkende rol spelen, doordat op de grens van riet- en graslanden een fijn mozaïek van verschillende vegetatietypen ontstaat (Prov. N-Holland, 1990). Dit mozaïek ontstaat door locale verschillen in begrazingsintensiteit en door afvoer van voedingsstoffen op de ene plaats (door afvreten van de vegetatie) en aanvoer van voedingsstoffen op andere plaatsen door uitwerpselen en urine (Bakker, 1989).
Begrazing is meestal een ongeschikte beheersmaatregel voor oevervegetaties. Grazers brengen niet alleen schade toe aan de planten zelf, maar ze vertrappen ook de oever. Hierdoor beschadigen ze wortelstokken en verdichten de bodem zodanig dat oeverplanten er niet meer in kunnen wortelen (Duyve, 1986). Met name paarden en koeien kunnen aanzienlijke schade toebrengen, aangezien ze tot beneden de waterspiegel grazen en zodoende ook in de natte oeverzone veel vertrappen. Schapen daarentegen blijven op het droge (Hagemeyer en Sessink, 1982).
Begrazing die plaatsvindt vanaf het water, bijvoorbeeld door ganzen, leidt tot open plekken die opgevuld worden met andere soorten, b.v. kleine lisdodde. Wanneer geen andere moerassoorten ter beschikking staan zullen open plekken ontstaan met groei van algen en waterplanten (Fiala en Kvet, 1971).

3.3.3- Uitkrabben

Uitkrabben vindt vaak plaats in combinatie met wintermaaien. Nadat de halmen afgesneden en verwijderd zijn wordt met een groftandige hark slib en strooisel tussen de rietstoppels weggekrabd en afgevoerd. Afhankelijk van het tempo van verlanding zal het uitkrabben eens in de vier à zeven jaar plaatsvinden (Baart en Ross, 1984). Door uitkrabben wordt de verlanding tegengegaan. De standplaats van het riet blijft nat en de planten zullen daarom minder last hebben van wortelstokboorders (zie par.3.2). Het resultaat is dan ook lang, stevig riet dat goed in staat is om de oever tegen stroming en golfslag te beschermen. Deze maatregel is niet geschikt voor verhoging van de diversiteit van een vegetatie, omdat het riet concurrentiekrachtig blijft (De Kwaadsteniet, 1990).
Afgezien van de mogelijke beschadiging van aanwezige planten en de verwijdering van zaden lijkt uitkrabben een goede methode om een diverse moerasvegetatie in stand te houden. Door opgehoopt organisch materiaal en slib te verwijderen wordt verlanding, en daarmee verruiging, tegengegaan. In de literatuur wordt echter geen melding gemaakt van de gevolgen van uitkrabben voor soortenrijke oevervegetaties.
Voor oeverbegroeiingen op aanliggende taludverdedigingen is uitkrabben ongeschikt. De tanden van de hark kunnen het geotextiel, de kraag- en zinkstukken of schanskorven die op de bodem zijn aangebracht kapot trekken, waardoor de verdedigende functie verloren gaat.

De tanden zelf lopen bovendien kans op flinke beschadigingen wanneer oevers met stenen verdedigingsmateriaal, zoals schanskorven, stort- en breuksteen, worden uitgekrabd (Keijts, 1991).

3.3.4- Chemisch onderhoud

Deze methode wordt sporadisch gebruikt om storingssoorten als harig wilgeroosje en haagwinde en opslag van houtige planten als wilg, zwarte els en berk tegen te gaan. De oorzaak van de vestiging van deze soorten wordt echter niet tegengegaan (De Kwaadsteniet, 1990).
Bovendien zijn de meeste middelen niet erg selectief, zodat ook riet en andere oeverplanten te lijden zullen hebben van de chemische bestrijdingsmiddelen. Het gebruik daarvan kan leiden tot massale en plotselinge sterfte. De afgestorven planten mineraliseren snel en in korte tijd komen veel voedingstoffen beschikbaar. In het water zal dat leiden tot algenbloei en op het droge speelt het verhoogde aanbod van voedingstoffen snel groeiende ruigtesoorten zoals akkerdistel en grote brandnetel in de kaart. Bovendien is de bodem vlak na behandeling onbegroeid, waardoor onverdedigde oevers erg kwetsbaar zijn voor golfslag en verzakking. Gebruik van bestrijdingsmiddelen betekent dat vreemde stoffen in het oecosysteem terecht komen. De risico's voor fauna en planten op de langere termijn verschillen per stof en zijn meestal onduidelijk. Vanuit oecologisch oogpunt is er geen enkel argument vóór chemisch onderhoud, terwijl er wel erg veel nadelen aan kleven. Het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen op de oever kan dus beter achterwege blijven.

Een overzicht van de gevolgen van de hierboven beschreven beheersmaatregelen is weergegeven in tabel 3.3. Hieruit is af te leiden welke maatregelen geschikt zijn om de oeververdedigende functie van een vegetatie in stand te houden of te versterken en welke maatregelen leiden tot een diversere vegetatie. Bij interpretatie van deze tabel dienen de volgende overwegingen in het achterhoofd te worden gehouden:
-Een maatregel die positief beoordeeld wordt voor verhoging van de diversiteit hoeft niet per se tot een hogere soortenrijkdom te leiden. Beheer is namelijk maar een van de vele factoren die inwerken op een vegetatie en de soortensamenstelling daarvan bepalen (zie hoofdstuk 2).
-Verschillende maatregelen die gunstig zijn voor een hogere diversiteit leiden niet altijd tot eenzelfde soortensamenstelling van een oevervegetatie. Zomermaaien levert een andere begroeiing op dan een extensief wintermaaibeheer.
-Invloed van begrazing geldt alleen voor het droge en ondiepe natte gedeelte van de oeverzone. Begrazing door schapen in plaats van door koeien of paarden zal zelfs tot het droge oevergedeelte beperkt blijven.

Tabel 3.3- Effect van beheersmaatregelen op bovengrondse delen van natte en droge oevervegetatie en gevolgen daarvan voor het tempo van verlanding en de vorming van een strooisellaag.
Verklaring van gebruikte symbolen en afkortingen: v = verwijdering van bovengrondse delen of langzamere verlanding/vorming strooisellaag dan bij niets doen; 0 = geen invloed op bovengrondse delen of geen effect op het tempo van verlanding en vorming van strooisellaag; n.v.t. = niet van toepassing.

	Natte oeverzone		*Droge oeverzone*	
Beheersmaatregel	Bovengrondse delen	Tempo verlanding (t.o.v. 'niets doen')	Bovengrondse delen	Vorming strooisellaag
Maaien met afvoer	v	v	v	v
Maaien zonder afvoer	v	0	v	0
Begrazen	N.v.t.	N.v.t.	v	v
Uitkrabben	0	v	0	v
Chemisch onderhoud	v	v	v	n.v.t.

Tabel 3.4- Effecten van beheersmaatregelen op diversiteit (w.b. vegetaties, gedomineerd door één of enkele soorten oeverplanten en waarbij het beheer voorwaarden schept voor andere soorten dan die bij verruiging en struweel- en bosvorming op de voorgrond treden), verruiging (d.w.z. de overwoekering van een oevervegetatie door één of enkele storingssoorten zoals harig wilgeroosje, haagwinde, akkerdistel en/of grote brandnetel) en bos- en struweelvorming. Gebruikte symbolen: - = negatief effect, d.w.z. beheer creëert geen voorwaarden voor hogere diversiteit of beheer gaat verruiging en bos- en struweelvorming tegen; + = positief effect, beheer creëert voorwaarden voor nieuwe soorten of beheer werkt verruiging en bos- en struweelvorming in de hand; 0= maatregel heeft geen effect; n.v.t. = niet van toepassing; ?= effect niet bekend.

	Natte oeverzone	Droge oeverzone		
Beheersmaatregel:	Verhoging van diversiteit	Verhoging van diversiteit	Verruiging	Bos- en struweelvorming
Wintermaaien met afvoer van strooisel:				
- één keer per jaar	0	0	-	-
- één keer per 2 à 3 jaar	+	-	+	-
- < één keer per 2 à 3 jaar	+	-	+	+
Maaien zonder afvoer (incl. klepelen)	-	-	+	?
Zomermaaien met afvoer	+	+	-	-
Begrazen (vanaf land)	-	+	-	-
Uitkrabben	-	-	-	-
Chemisch onderhoud	-	-	-	-
Niets doen	0	-	+	+

3.4- Houtige planten en oeververdediging

Niet alleen op natuurlijke, maar ook op kunstmatig verdedigde oevers kunnen struiken en bomen opslaan. Vaak worden bomen en struiken niet getolereerd op verdedigingsconstructies, omdat deze verdedigingsconstructies kunnen beschadigen door diktegroei van de wortels of door de hefboomwerking van omwaaiende bomen (windworp). Vooral op aanliggende taludverdedigingen met zetsteen, maar ook op oevers die met geotextielen en stortsteen verdedigd zijn worden houtige planten als een bedreiging gezien. Daarnaast kunnen bomen en struiken op oevers van vaarwegen radar storen, zicht belemmeren en de afvoer van water en ijs vertragen.
De meest recente studie naar de problematiek van oeververdediging en houtige gewassen is die van Bout (1992). Zij constateerde dat nog nauwelijks bekend is wanneer bomen ontworteld raken en wanneer ze afknappen. Het is belangrijk hierover meer te weten te komen aangezien afknappen in tegenstelling tot windworp weinig schade veroorzaakt.
Meestal wordt opslag van houtige gewassen nog radicaal afgewezen, terwijl deze juist op harde, kunstmatige oevers vaak de enige vorm van begroeiing is. Door enige opslag toe te staan, kunnen ook deze oevers nog een aantrekkelijk aanzien krijgen en schuil- en nestgelegenheid voor fauna bieden. In de hierna volgende hoofdstukken zal verder op deze problematiek ingegaan worden.

3.5- Algemene regels voor natuurbeheer

Bij het beheer van oevervegetaties is het in alle gevallen raadzaam de volgende principes te hanteren:
- *Constantheid in beheer*: een stabiele vegetatie kan zich alleen ontwikkelen wanneer steeds dezelfde handeling op dezelfde plaats en hetzelfde tijdstip wordt uitgevoerd. Bij een wisselend beheer zijn juist algemene storingssoorten in het voordeel. Alleen bij omvorming van een bestaand vegetatietype naar een ander type kan het noodzakelijk zijn om éénmalige handelingen uit te voeren.
- *Niet overal hetzelfde*: indien voldoende ruimte beschikbaar is verdient het de voorkeur om op verschillende plaatsen verschillende beheersvormen toe te passen. Zo ontstaat een terrein waarin lage en opgaande begroeiing elkaar afwisselen. Op smalle oeverzones kan afwisseling verkregen worden door hetzelfde beheer in verschillende jaren uit te voeren. Langs kanalen kan bijvoorbeeld het ene jaar de linkeroever en het daaropvolgende jaar de rechteroever gemaaid worden in plaats van beide oevers tegelijkertijd.

3.6- Geraadpleegde literatuur

Baart, E.A.D. en M. Ross, 1984. Beheer van rietoevers. Waterschapsbelangen 18:469-472.
Bakker, J.P., 1989. Nature management by grazing and cutting. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
Barko, J.W. en R.M. Smart, 1983. Effects of organic matter additions to sediment on the growth of aquatic plants. J. Ecol. 71:161-175.
Bekker, G.J., 1989. Methoden van beheer en onderhoud. Uit: Kursus Natuurtechnisch Oeverbeheer (Van Bohemen, H.D. en R.G. Smits, eindred.). Rijkswaterstaat, PMO-rapport nr.10.
Bibby, C.J. en J. Lunn, 1982. Conservation of reedbeds and their avifauna in England and Wales. Biol. Conservation 23: 167-186.

Bole, J.B. en W.D. Gould, 1985. Irrigation of forages with rendering plant wastewater: forage yield and nitrogen dynamics. J. Environ. Qual.14: 119-126.
Bout, K., 1992. Houtige gewassen, stenige oevers. Studentenrapport Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW).
Brix, H., 1989. Gas exchange through dead culms of reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. Aquat. Bot., 35: 81-98.
Butterly, B.R.en J.M. Lambert, 1965. Competition between *Glyceria maxima* and *Phragmites australis* in the region of Surlingham Broad. I. The competition mechanism. J. Ecol. 53: 163-182.
Cowie, N.R., Sutherland, J.R., Dithlogo, M.K.M. en R. James, 1992. The effects of conservation management of reed beds. II. The flora and litter disappearance. Journal of Applied Ecology 29: 277-284.
De Kwaadsteniet, P.I.M., 1990. Natuurlijke oevers in beweging. Stichting Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer (LONL) en het Samenwerkingsverband 'Alsjeblieft....niet in het riet' (NIR), Utrecht.
De Graaf, M.C.C., Van de Steeg, H.M., Voesenek, L.A.C.J. en C.W.P.M. Blom, 1990. Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. Laboratorium voor Experimentele Plantenoecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen in opdracht van DBW/RIZA Rijkswaterstaat.
Duyve, P., 1986. Literatuurrapport rietoevers- een literatuurstudie naar de waarden en functies, achteruitgang, herstel- en aanlegmogelijkheden van rietoevers in Nederland. Samenwerkingsverband "asjeblieft..niet in 't riet!", Utrecht.
Fiala, K. en J. Kvet, 1971. Dynamic balance between plant species in South Moravian reedswamps. Uit: The scientific management of animal and plant communities for conservation. The 11th symposium of the British Ecological Society (Duffey, E. en A.S. Watt, red.). Blackwell Scientific Publications. Oxford, London en Edinburgh.
Fiala, K., 1978. Seasonal development of helophyte polycormones and relationship between underground and aboveground organs. Uit: Pond Littoral Ecosystems- Structure and functioning. Methods and results of quantitative ecosystem research in the Czechoslovakian IBP Wetland Project (Dykyjova, D. en J.Kvet, red.). Ecological Studies 28. Springer-Verlag. Berlijn-Heidelberg.
Graneli, W., Sytsma, M.D. en S. Weisner, 1983. Changes in biomass, nonstructural carbohydrates, nitrogen and phosphorus content of the rhizomes and roots of *Phragmites australis* during spring growth. Proc. Int. Symp. Aquat. Macrophytes, Nijmegen, 18-23 September 1983: pp. 78-83.
Graneli, W., 1984. Reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel, as an energy source in Sweden. Biomass 4: 183-208.
Graneli, W., 1989. Influence of standing litter on shoot production in reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. Aquat. Bot. 35: 99-109.
Gryseels, M., 1989a. Nature management experiments in a derelict reedmarsh. I. Effects of winter cutting. Biological Conservation 47: 171-193.
Gryseels, M., 1989b. Nature management experiments in a derelict reedmarsh. II: Effects of summer mowing. Biological Conservation 48: 85-99.
Hagemeyer, M.L. en J.T.M. Sessink, 1982. De invloed van golfwerking op oevervegetatie. Literatuuronderzoek en een inventarisatie van natuurlijke oevers ten behoeve van advies inrichting oevers Almere. Doctoraalscriptie Landbouwhogeschool Wageningen, Vakgroep Cultuurtechniek, Orientatie Natuurbouw.
Haslam, S.M., 1971a. Community regulation in *Phragmites communis* Trin. I Monodominant stands. J. Ecol. 59: 65-74.

Haslam, S.M., 1971b. Community regulation in *Phragmites communis* Trin. II. Mixed stands. J. Ecol. 59: 75-88.
Husak, S., 1978. Control of reed and reed mace stands by cutting. Uit: Pond Littoral Ecosystems- Structure and functioning. Methods and results of quantitative ecosystem research in the Czechoslovakian IBP Wetland Project (Dykyjova, D. en J.Kvet, red.). Ecological Studies 28. Springer-Verlag. Berlijn-Heidelberg.
Keijts, B., 1991. Planten in milieuvriendelijke oevers slaan niet zo goed aan. Land+Water 4:58-61.
Kwakernaak, C., 1988. Ecologische onderbouwing milieuvriendelijke oevers. PMO Rapport nr.2.
Marten, G.C., Clapp, C.E. en W.E. Larson, 1979. Effects of municipal wastewater effluent and cutting management on persistence and yield of eight perennial forages.. Agron. J. 71: 650-658.
Melman, Th.C.P. en H.A. Udo de Haes, 1987. Slootkanten als natuurelementen in veengraslanden met gangbare bedrijfsvoering. Knelpunten en mogelijke oplossingen. Cultuurtechnisch Tijdschrift 27(2): 89-102.
Mook, J.H. en J. Van der Toorn, 1985. Delayed response of common reed *Phragmites australis* to herbivory as a cause of cyclic fluctuations in the density of the moth *Archanara geminipuncta*. Oikos 44:142-148.
Natuurbeschermingsraad, 1986. Riet als oeverbegroeiing. Advies over natuurvriendelijk oeverbeheer. Utrecht.
Nichols, S.A., 1974. Mechanical and habitat manipulation for aquatic plant management.- A review of techiques. Techn. Bull. 77, Dept. Nat. Res., Madison, Wis (USA).
Provincie Noord-Holland, 1990. Rietlanden en moerassen in Noord-Holland. Meer kansen voor natuur. Provincie Noord-Holland Dienst Ruimte en Groen afdeling Onderzoek en Informatie, Haarlem. Pp. 88.
Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979. Natuurbeheer in Nederland: Levensgemeenschappen. Pudoc, Wageningen. Pp. 392.
Ross, M., 1987. Beheer van rietoevers. Doctoraalverslag afdeling Vegetatiekunde. Landbouwuniversiteit Wageningen.
Rowell, T.A., Guarino, L. en H.J. Harvey, 1985. The experimental management of vegetation at Wicken Fen, Cambridgeshire. J. Appl. Ecol. 22: 217-227.
Sloey, W.E., Spangler, F.L. en C.W. Fetter, Jr., 1978. Management of freshwater wetlands for nutrient assimilation. Uit: Freshwater wetlands. Ecological processes and management potential (Good, R.E., Whigham, D.F en R.L. Simpson, red.). Academic Press, New York.
Sundblad, K. en H.B. Wittgren, 1989. *Glyceria maxima* for wastewater nutrient removal and forage production. Biological Wastes 27: 29-42.
Sundblad K. en K. Robertson, 1988. Harvesting reed sweetgrass (*Glyceria maxima*, Poaceae): effects on growth and rhizome storage. Economic Botany 42(4): 495-502.
Ter Stege, E.A., 1991. Bermsloten Drenthe- een vegetatiekundige inventarisatie van de bermsloten langs rijks(water)wegen in Drenthe. In opdracht van Rijkswaterstaat directie Drenthe, in samenwerking met de Adviesgroep Vegetatiebeheer. Wageningen.
Ter Stege, E.A. en R. Pot, 1991. Slootschoning geschouwd- Mogelijkheden voor ecologisch beheer van watergangen. Vakgroep Vegetatiebeheer van het IKC-NBLF i.s.m. Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde LUW. Uitgegeven door Provincie Gelderland, Arnhem.
Van der Toorn, J. en J.H. Mook, 1982. The influence of environmental factors and management on stands of *Phragmites australis*. I. Effects of burning, frost and insect damage on shoot density and shoot size. J. Appl. Ecol. 19: 477-499.

Van der Toorn, J., Mook, J.H. en K. Reinink, 1983. Influence of insect damage and management on succession in reed stands (*Phragmites australis*). Proc. Int. Symp. Aquat. Macrophytes, Nijmegen, the Netherlands 18-23 September: 225-229.
Van der Toorn, J. en Reinink, K., 1978. Experiments on the establishment of plant species in a reed field. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Tweede Reeks 71: 292-296.
Van der Toorn, J., Verhoeven, J.T.A en R.L. Simpson, 1990. Freshwater marhes. Uit: Wetlands and shallow continental water bodies. Volume 1. Natural and human relationships. (B.C. Patten, red.) SPB Academic Publishing bv. Den Haag.
Van Deursen, E.J.M en H.J. Drost, 1990. Defoliation and treading by cattle of reed (*Phragmites australis*-). J. Appl. Ecology 27:284-297.
Van Herwaarden, G.J., 1988. Natuurtechnische mogelijkheden voor landinrichtingsprojecten. Deel 5: sloten en vaarten. Mededelingen Landinrichtingsdienst 186.
Verlinden, A., Dumortier, M. en M. van den Brande, 1990. Overstroming in graslanden en natuurbeheer. De Levende Natuur 4: 100-105.
Weisner, S.E.B. en W. Graneli, 1989. Influence of substrate conditions on the growth of Phragmites australis after a reduction in oxygen transport to below-ground parts. Aquat. Bot. 35: 71-80.
Weisner, S.E.B., 1988. Factors affecting the internal oxygen supply of Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel in situ.. Aquat. Bot. 31: 329-335.
Yamasaki, S., 1984. Role of plant aeration in zonation of *Zizania latifolia* and *Phragmites australis*. Aquat. Bot. 18: 287-297.

Hoofdstuk 4- RIVIEREN

4.1- Abiotische factoren

In dit hoofdstuk komen de oevers in de zomerbedding van de bovenstroomse gedeelten van de grote rivieren aan bod. Rivieren verschillen hier aanmerkelijk van karakter ten opzichte van de benedenstroomse gedeelten in het mondingsgebied.
De bovenstroomse gedeelten onderscheiden zich van de benedenstroomse trajecten door de grotere waterstandsschommelingen en stroomsnelheden. In de bovenstroomse gedeelten van het zomerbed deponeert de rivier vooral het veel grovere zand, terwijl de benedenrivieren relatief meer lichte bodemdeeltjes zoals klei sedimenteren. Benedenstrooms is zelden sprake van overstromingen met een duur van één of enkele weken. Stroomopwaarts zijn deze langdurige overstromingen een normaal verschijnsel (Mes *et al.*, 1992).
Het rivierengebied in de bovenstroomse delen is in de loop van de tijd sterk van karakter veranderd. Om landbouw mogelijk te maken werden overal in het stroomgebied dijken aangelegd, waardoor de afvoerbreedte van de rivier aanzienlijk afnam. Aangezien dijken nog regelmatig doorbraken werden de rivieren in de 19e eeuw verder gereguleerd. De loop van de rivieren werd rechtgetrokken en in de Rijntakken werd de laagwaterbedding vernauwd door aanleg van kribben (De Haas en Breukel, 1993).
Het afsnijden van bochten en vastleggen van de zomerbedding leidde tot een hogere stroomsnelheid in de rivier. Hierdoor wordt de rivierbodem uitgeschuurd en verdiept de zomerbedding zich. In de bochten ontstaat een spiraalstroming die leidt tot een over de bodem naar binnen gerichte stroom. De bodem in de buitenbocht verdiept zich hierdoor en in de binnenbocht wordt de bodem juist ondieper. Omdat met de stroomsnelheid ook de afvoercapaciteit van water en sediment verhoogd is treedt de rivier minder buiten haar oevers. Als dat gebeurt zijn de waterstanden echter veel hoger dan voor de bedijking, omdat de afvoerbreedte bij hoogwaters beperkt is door de winterdijken (De Haas en Breukel, 1993).
De sterke wisselingen in stroomsnelheden en waterstanden vormen samen met de scheepvaart een belangrijke oorzaak van oeverafslag. Vooral op druk bevaren rivieren zoals de Waal staan oevers bloot aan golfaanvallen, die veel afslag van zand veroorzaken. Netto-erosie wordt bepaald door golfslag en stromingen als gevolg van het scheepvaartverkeer, de hoge stroomsnelheden bij hoogwater en door uitslijting van het zomerbed door de rivier zelf, waardoor meer grond van de oever naar de hoofdgeul afglijdt (Pilarczyk *et al.*, 1990).
Om de oevers tegen afslag te beschermen zijn deze op vele plaatsen volgestort met steen. De oevers van Maas, Neder-Rijn, Boven-Lek, IJssel en Overijsselsche Vecht zijn grotendeels in steen gezet. Langs de Boven-Rijn, Boven- en Midden-Waal zijn de oevers nog grotendeels onverdedigd. De stroombedding is in deze trajecten wel met kribben gefixeerd (De Graaf *et al.*, 1990).
Naast ingrepen om de rivieren te normaliseren zijn op een aantal trajecten ook stuwen gebouwd om te voorkomen dat bij lage waterafvoeren de zomerbedding onbevaarbaar wordt. Hieronder volgt een overzicht van de riviertrajecten met de plaatsen waar stuwen zijn aangelegd en waar de grens tussen boven- en benedenstroomse riviertrajecten ligt. In werkelijkheid zullen de hydrologische verschillen tussen boven- en benedenrivieren geleidelijker optreden dan door deze indeling gesuggereerd wordt (naar Knaapen en Rademakers, 1990):
- *Maas*: Het bovenstroomse gedeelte loopt in Nederland van Maastricht tot Heusden. Tussen Maastricht en Maasbracht vindt de waterafvoer voornamelijk via het Julianakanaal plaats. Stroomopwaarts heeft de rivier een gestuwd karakter. Als gevolg van deze ingrepen is het

waterpeil gewoonlijk tamelijk constant, maar bij hoge waterafvoeren treden flinke pieken op als gevolg van vrije afstroming.
Vanaf Heusden stroomafwaarts heeft de Maas het karakter van een benedenrivier. Er is sprake van een brede stroombedding en een getijde-invloed met een amplitudo kleiner dan 50 cm. De Biesbosch wordt ook tot dit traject gerekend.
- *Rijn*: De rivier heeft van de Pannerdense Kop tot Schoonhoven het karakter van een bovenrivier, alhoewel het traject van Driel tot Schoonhoven gestuwd is. Bij hoge afvoeren kan het water echter vrij afstromen zodat er af een toe een flinke hoogwaterpiek optreedt. Vanaf Schoonhoven tot Rotterdam (de rivier heet dan al Lek) ondergaat de rivier een grote invloed van de getijdebeweging. Waterstandsschommelingen en stroomsnelheden als gevolg van rivierhoogwaters zijn zeer gering.
- *IJssel*: Van Westervoort tot Wilsum stroomt de rivier vrij af. Er zijn grote schommelingen in de waterstanden en de stroomsnelheden liggen in het algemeen hoog. Van Wilsum tot het Keteldiep was er voor de afsluiting van de toenmalige Zuiderzee getijdenbeweging. Nu heeft de rivier een brede stroombedding met geringe waterstandsschommelingen en stroomsnelheden. Bij sterke westenwinden kan het water in stroomopwaartse richting opgestuwd worden.
- *Overijsselsche Vecht*: Deze rivier ontspringt in Duitsland en vormt in Nederland de verbinding tussen IJsselmeer, Ketelmeer en IJssel enerzijds en Overijsselsch Kanaal/ Stieltjeskanaal anderzijds. Het Nederlandse traject is geheel gekanaliseerd en bij lage waterafvoeren wordt de waterstand door stuwen gereguleerd. Door afwatering van een aantal kanalen en riviertjes (o.a. Regge en Dinkel) is het water in de Overijsselsche Vecht erg voedselrijk (CUR-commissie C59, 1990).

4.2- Referentiebeeld en knelpunten

Vegetatiesamenstelling op rivieroevers wordt bepaald door de bodemsamenstelling en de sterk fluctuerende waterspiegel die zowel qua tijd als duur onvoorspelbaar is. Tolerantie voor overstromingen is van doorslaggevend belang bij de samenstelling van de laaggelegen vegetatietypen; hogerop spelen concurrentieverhoudingen tussen aanwezige soorten een grotere rol. Daarnaast is de aan- of afwezigheid van vee een belangrijke factor (Blom *et al.*, 1990). Het grootste gedeelte van de uiterwaarden is in gebruik als intensief begraasd weiland en vaak zijn de oevers van de zomerbeddding niet afgesloten van de weilanden. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de vegetatiezonering op onverdedigde rivieroevers in beweide (d.w.z. een normale of intensieve begrazingsdruk) en onbeweide situaties.
Om een referentiebeeld vast te stellen wordt uitgegaan van de onbegraasde situatie. Echter ook toen de mens nog nauwelijks invloed had op het aanzien van het rivierengebied was er al sprake van graslandvegetaties, maar de begrazingsdruk was toen niet zo hoog als in de huidige situatie. Door de aanwezigheid van grote grazers zoals edelherten, bevers en reeën was er een afwisselend landschap van bos, grasland en overgangen daartussen in de vorm van ruigte- en struweelvegetaties (De Bruin *et al.*, 1987). Tegenwoordig is er van deze variatie weinig meer terug te vinden. De zonering zoals die weergegeven is in tabel 4.1 komt in het veld dan ook meestal nog maar in gefragmenteerde vorm voor. Hieronder zal per zone (indeling als in tabel 4.1) aangegeven worden welke knelpunten de vegetatie ondervindt.

I- Waterplanten
De hoge dynamiek in het water als gevolg van scheepvaart en stroming maken het milieu voor waterplanten ongeschikt. In het zomerbed van de Waal groeien geen waterplanten, terwijl deze zich in gestuwde riviertakken en in het minder dynamische benedenrivierengebied wel kunnen handhaven (Maenen, 1989).

Tabel 4.1: Beschrijving van vegetatiezonering van laag naar hoog op onverdedigde, begraasde en onbegraasde oevers van het zomerbed van rivieren. Bij begraasde oevers is uitgegaan van een normale of intensieve begrazingsdruk. (Naar: De Graaf *et al.*, 1990).

Overstromingskarakteristiek	Onbegraasde oevers	Begraasde oevers
I- Plaatsen die ook bij lage waterstanden in de zomer onder water staan	- Ondergedoken en drijvende waterplanten (fonteinkruiden en gele plomp)	- Ondergedoken en drijvende waterplanten (fonteinkruiden en gele plomp)
II- Plaatsen die in de zomer korte tijd droogvallen	- Zomertherofyten of overblijvende soorten: op zandig, sterk uitdrogend substraat: rode ganzevoetassociatie op langdurig zeer vochtige, slikkige bodem: slijkgroen	- zomertherofyten of overblijvende soorten: op zandig, sterk uitdrogend substraat: rode ganzevoetassociatie op langdurig zeer vochtige, slikkige bodem: slijkgroen
III- Plaatsen die in de zomer langdurig worden overstroomd	- Soortenarme vegetatie met dominantie van rietgras, soms begeleid door gele waterkers en scherpe zegge.	- Grasland met o.a. fioringras, geknikte vossestaart, kruipende boterbloem en penningkruid
IV- Plaatsen die tijdens het groeiseizoen nog regelmatig overstroomd zijn	- Zachthoutooibossoorten: zwarte populier en wilgen, weinig begeleidende (ondergroei)soorten - Op hooggelegen, open plaatsen zoomvegetaties met warkruid en dauwbraamstruwelen	- Grasland met o.a. ruw beemdgras, grote vossestaart, akkerdistel en kweek. - geen warkruid- en dauwbraamvegetaties
V- Plaatsen die weinig, kort en buiten het groeiseizoen overstroomd zijn	-Hardhoutooibossoorten: zomereik, iep en es, meidoorn en sleedoorn - op hooggelegen delen goed ontwikkelde struiklaag	- Grasland met o.a. ruw beemdgras, engels raaigras en scherpe boterbloem - Op hoger gelegen delen grasland met glanshaver, goudhaver, fluitekruid, berenklauw en eventueel zeldzame stroomdalsoorten

II/III-Pioniervegetaties en oeverplanten

Het oevergedeelte dat alleen in de zomer korte tijd droogvalt, wordt gekoloniseerd door pioniersoorten als rode ganzevoet op zandige bodems en slijkgroen op slikkige plaatsen. Laatstgenoemde zal met name aan de oevers van oude geïsoleerde rivierarmen als eerste hogere plant verschijnen (zie ook fig. 2.1, blz. 14). Op hoger gelegen delen van de onbegroeide oever kunnen zich ook andere pioniergemeenschappen vestigen. Een aantal kenmerkende soorten zijn smal vlieszaad, oeverstekelnoot, zwarte mosterd en knopige duizendknoop (De Graaf *et al.*, 1990). Deze pioniersoorten zijn niet bestand tegen overstromingen. Overstroming wordt vermeden door een korte levenscyclus die tussen twee hoogwaters door voltooid kan worden (Blom *et al.*, 1990).

Behalve pioniersoorten groeien op deze hoogte ook tweejarige en overblijvende soorten met uitgebreide wortelstelsels (o.a. klein hoefblad en zilverschoon). Deze handhaven zich door bij overstroming de bloei uit te stellen. Als het onvermijdelijk wordt (bijvoorbeeld bij langdurige overstroming in het groeiseizoen) zullen ze wel gaan bloeien, maar wanneer de plant onder water staat, is de zaadproduktie gering (Blom *et al.*, 1990).

Stenen oevers zijn in een klein aantal gevallen een verrijking gebleken, omdat hierop planten groeiden die voorheen in de uiterwaarden ontbraken. Op hooggelegen delen van stenen oevers (met name zetsteen) in de Millingerwaard (langs de Waal ten oosten van Nijmegen) bleken zich een aantal varensoorten te vestigen en planten die typisch zijn voor gestapelde muurtjes (o.a. spaanse zuring en glaskruid) en bosranden (o.a. robertskruid, hondstarwegras en boskortsteel). Deze soorten groeien op hetzelfde nivo ten opzichte van de waterlijn als de bovenrand van de wilgenzone en de hardhoutooibossoorten. Voor het overige deel zijn zet- en stortstenen oevers doorgaans onbegroeid (Natuurbeschermingsraad, 1979).

Langs gestuwde rivieren zijn wisselingen in waterstanden minder extreem dan in ongestuwde trajecten. Processen als erosie en sedimentatie spelen hier een minder belangrijke rol en zodoende is er niet zo vaak sprake van een open, droogvallende oever. Pioniervegetaties

ontbreken dan ook vaak langs gestuwde riviertrajecten. Indien de oevers afgeschermd zijn van het vee ontstaan wel mogelijkheden voor oeverplanten. In tabel 4.2 is globaal weergegeven in welke trajecten van het rivierengebied water- en oeverplanten in het zomerbed voorkomen. Wanneer de waterstanden in het groeiseizoen fluctueren, kunnen de planten uitdrogen (bij lage waterstanden) of te lang ondergedompeld staan. Rietgras is vaak de enige soort die voorkomt op plaatsen met sterk wisselende waterstanden. Deze soort is van alle moerasplanten het beste aangepast aan de afwisseling van zeer natte en zeer droge omstandigheden (De Graaf *et al.*, 1990).
Nergens langs de bovenstroomse riviertakken zal een vegetatie van oeverplanten zich ontwikkelen tot een echte verlandingsreeks. Bij hoge waterafvoer staan de sluizen en stuwen open waardoor ook in deze riviertakken de waterstanden hoog oplopen. Het snelstromende rivierwater verwijdert het tussen de planten opgehoopte organisch materiaal en slib. Wanneer de overstroming in het groeiseizoen plaatsvindt zullen bovendien veel planten uit de oevervegetatie verdwijnen omdat ze wegspoelen of niet tegen volledige onderdompeling bestand zijn (Maenen, 1989; Knaapen en Rademakers, 1990).

IV- Zachthoutooibossoorten
Ter hoogte van de rietgraszone of op hooggelegen plaatsen op de oever waar door erosie- en sedimentatieprocessen steeds weer een nieuw vegetatievrij substraat ontstaat, is het milieu geschikt voor kieming van zachthoutooibossoorten als schietwilg, amandelwilg, katwilg en zwarte populier. Te sterke golfslag en te hoge of te lage waterstanden in (vooral) de eerste jaren kunnen de vestiging ongedaan maken (De Graaf *et al.*, (1990)).

Tabel 4.2: Globaal overzicht van de water- en oeverplanten in het zomerbed van de grote rivieren (Uit: Coops, 1991).

Riviertak	Waterplanten	Oeverplanten
Grensmaas	Op beschutte plaatsen schedefonteinkruid (schaars)	Rietgras en ruigtesoorten
Midden-Maas	Rivier- en schedefonteinkruid (plaatselijk veel)	Vooral bovenstrooms van de stuwen moerasvegetaties
Beneden-Maas	Schedefonteinkruid (massaal), rivierfonteinkruid (enkele plaatsen), doorgroeid fonteinkruid (Biesbosch), zannichellia (plaatselijk) en gele plomp (plaatselijk)	Zoom van oeverplanten (egelskop, kalmoes, riet, heen en kleine lisdodde)
Neder-Rijn	Schedefonteinkruid plaatselijk in stuwpanden	Vooral bovenstrooms van stuwen moerasvegetaties
Waal	Geen waterplanten	Rietgras in onbegraasde kribvakken
IJssel	Benedenstrooms: schede- en rivierfonteinkruid, gele plomp. In open verbinding met de rivier staande wateren:watergentiaan, waterlelie enz.	Benedenstrooms: riet, biezen en lisdoddevelden
Benedenrivieren	Schedefonteinkruid (massaal), doorgroeid- en rivierfonteinkruid (sinds enige jaren), zannichellia (lokaal) en gele plomp (zelden)	Optimaal langs de Oude Maas: zoetwatergetijden-gorzen (riet, biezen); moerasvegetaties (Biesbosch)

Begrazing verhindert vestiging en groei van jonge wilgen en populieren. Rietgras is ook gevoelig voor vraat, maar kan zich vrij goed herstellen als de begrazing stopt. Bij intensieve beweiding zal de zone die regelmatig en relatief lang overstroomt voornamelijk begroeid zijn met geknikte vossestaart, fioringras en kruipende boterbloem. Intensieve begrazing in de

uiterwaarden vormt ook de belangrijkste hindernis voor de ontwikkeling van een hardhoutooibos (Knaapen en Rademakers, 1990).

4.3- Toegepaste oeververdedigingen en bijbehorende streefbeelden

In par. 4.2 zijn oevers van zet- en stortsteen, de meest voorkomende oeververdedigingen, behandeld. Welke invloed deze verdedigingen op de vegetatieontwikkeling hebben is reeds aangegeven. In het rivierengebied zijn echter ook nog andere vormen van oeververdediging toegepast, die hier aan bod komen.

Zandsuppletie
De oevers langs de Waal die aan afslag onderhevig zijn, worden regelmatig opgespoten met zand dat afkomstig is van zandbanken in de rivierbedding. Deze opgespoten oevers zijn begroeid met verschillende pioniersoorten en het is onwaarschijnlijk dat vegetaties zich hier anders zullen ontwikkelen dan op onverdedigde kribvakoevers zonder zandsuppletie. Wanneer opgespoten kribvakken afgerasterd worden, is spontane vestiging van wilgen mogelijk, terwijl hogerop meidoorn en vlier kunnen opslaan (Ivens en Huys, 1991).

Wilgenaanplant
In een aantal kribvakken langs de Waal zijn in 1990 met behulp van stekken wilgen aangeplant. De voorkeur gaat hierbij uit naar struikvormende soorten die van nature langs de rivieren voorkomen, namelijk bittere wilg, katwilg en amandelwilg. Deze leveren geen zichtbelemmering op voor de scheepvaart. Lage struiken die parallel aan de stroomrichting zijn ingeplant vormen bovendien minder weerstand bij hoge waterafvoeren dan bossen met schietwilg. Wanneer de natuurlijke rivierbegeleidende struiksoorten aangeplant worden, is er geen grote uitval in de aanplant. Laag op de oever gaan enige planten verloren door te sterke stroming en golfslag terwijl aan de bovenrand een klein gedeelte van de aanplant afsterft door uitdroging. Wilgen die zich kunnen handhaven blijken de bodem goed vast te houden. Veel struiken, vooral soorten die laag over de grond vertakken (bijvoorbeeld bittere wilg), vangen zelfs zand in (Coops *et al.*, 1993).
Aanplant is alleen nodig op plaatsen waar netto erosie optreedt, maar kan ook plaatsvinden in combinatie met zandsuppletie (mondelinge mededeling, W. Van Ommeren). Op andere oevergedeelten zullen wilgen zich spontaan vestigen. Zowel voor aanplant als spontane vestiging van wilgen geldt dat vee weggehouden moet worden (Coops *et al.*, 1993). Daarnaast is het waarschijnlijk noodzakelijk om de aanplant regelmatig, eens in de drie jaar, te snoeien en uit te dunnen (mondelinge mededeling, W. Van Ommeren).

Plasberm/Vooroeverdediging
Stromingen en golfslag verhinderen vaak de vestiging van water- en oeverplanten (Maenen, 1989). Langs de Maas bij Swalmen en op een aantal plaatsen langs de Overijsselsche Vecht zijn plasbermen aangelegd met een vooroeververdediging van stortsteen (Swalmen) of schanskorven (Overijsselsche Vecht) (Verkade, 1991). Hierdoor ontstaat aan de eigenlijke oever een luwte waardoor meer mogelijkheden ontstaan voor water- en oevervegetaties.
In de plasberm langs de Maas is één soort waterplant aangetroffen, het schedefonteinkruid. De dominante oeverplant is hier rietgras, dat in de ondergroei begeleid wordt door o.a. wolfspoot, oeverzegge en kattestaart (Ivens, 1992). Plasbermen langs de Overijsselsche Vecht worden vanwege de zeer voedselrijke omstandigheden gedomineerd door liesgras. Daarnaast speelde rietgras een belangrijke rol. Waarschijnlijk zullen deze planten zich nog verder uitbreiden ten koste van andere oeverplanten. Waterplanten zijn in de plasbermen langs de Overijsselsche Vecht niet aangetroffen (Ivens en Huys, 1991).

Vergeleken met de direct verdedigde oevers langs de Overijsselsche Vecht en de Maas herbergen de plasbermen aanzienlijk meer soorten. Een belangrijke factor, die het aantal mogelijke soorten bepaalt, is de verticale waterbeweging. Waterstandsfluctuaties in het groeiseizoen zijn nauwelijks door vooroeververdedigingen te beïnvloeden, maar deze kunnen veel oever-, en vooral ruigteplanten doen verdwijnen (Maenen, 1989). Verlanding zal zich niet voordoen in deze plasbermen, aangezien door de regelmatig optredende hoogwaters het organisch materiaal en slib weer verwijderd wordt.

4.4- Beheer

De meeste oevervegetaties in de zomerbedding van de rivieren behoeven geen actief beheer. Door sterke stroming en golfslag en grote peilschommelingen zal de vegetatie zich niet ontwikkellen, maar 'vastgehouden' worden in één stadium. Men kan echter wel voorwaarden scheppen voor een zo natuurlijk mogelijke oeverbegroeiing door vee zoveel mogelijk van de oever te weren en door bodems zo min mogelijk te bedekken met kunstmatige verdedigingsmaterialen. Veel van de oevers die nu in steen gezet zijn, kunnen meer ruimte bieden aan karakteristieke en zeer waardevolle pioniervegetaties, indien de stenen hier verwijderd worden. De stenen die hierbij vrijkomen kunnen eventueel gebruikt worden bij de aanleg van vooroeververdedigingen of strekdammen tussen kribben.
De stenen rivieroevers kunnen ook aantrekkelijker gemaakt worden door een laag zand of klei over de stenen aan te brengen (Bout, 1992). Waarschijnlijk worden de stenen oevers daardoor geschikter voor pioniersoorten dan in de huidige situatie waarin alleen overblijvende planten op de stenen oevers voorkomen. Deze maatregel is niet erg zinvol op oevers die bloot staan aan sterke stroming en golfslag aangezien het aangebrachte zand en/of klei hier weer snel weg zal slaan.
Stenen oevers met veel golfslag en stroming kunnen een natuurlijker aanzien krijgen door stekken van wilgen te planten. Plasbermen langs rivieroevers behoeven evenmin actief beheer, alhoewel het nodig kan zijn om regelmatig zwerfvuil uit de vegetatie te verwijderen. Door regelmatig optredende hoogwaters vindt geen verlanding plaats en de soortensamenstelling wordt vooral bepaald door fluctuaties van het waterpeil of door andere factoren, zoals de waterkwaliteit. Manipulatie van de sturende factoren ligt dus vaak op een hoger nivo dan het beheer van de vegetatie of het onderhoud van de constructie.

Hoewel ze ook al als oeverbescherming gebruikt worden zijn houtige soorten vaak ongewenst langs rivieroevers. Bomen kunnen het zicht belemmeren en bij hoge afvoeren remmen ze de stroomsnelheid van de rivier af waardoor het overtollige water minder snel verdwijnt. Opslag van wilgen in zetstenen constructies kan tot grote problemen leiden doordat ze door diktegroei van stam en wortels de zetting van het steen kunnen vervormen of omdat ze via een hefboomwerking bij omwaaien de constructie kunnen vernielen. Op een aantal oude gezette, gestabiliseerde oevers blijkt opslag van bomen echter geen problemen te veroorzaken. Waarom is nog niet geheel duidelijk. Het is wenselijk een beter inzicht te krijgen in de omstandigheden waaronder bomen in zetstenen constructies oppervlakkig wortelen en diep wortelen, omdat ze in het laatste geval de constructie juist zullen verstevigen (Bout, 1992).
Op stortstenen oevers kunnen beschadigingen als gevolg van windworp met weinig moeite hersteld worden door bijstorten of eventueel opvulling met zand of klei.

4.5- Geraadpleegde literatuur

Blom, C.W.P.M., Bögemann, G.M., Laan, P., Van der Sman, A.J.M., Van de Steeg, H.M. en L.A.C.J. Voesenek, 1990. Adaptations to flooding in plants from river areas. Aquatic Botany 38: 29-47.

Bout, K., 1992. Houtige gewassen, stenige oevers. Studentenrapport, Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Coops, H., 1991. Rivierdynamiek en het voorkomen van water- en oeverplanten in de grote rivieren. Uit: Syllabus Caputcollege "Oecologie van de grote rivieren". Katholieke Universiteit Nijmegen.

Coops, H., Van Splunder, I. en M. Schoor, 1993. Bescherming van rivieroevers met wilgen. De Levende Natuur 94: 65-68.

CUR Commissie C59, 1990. Milieuvriendelijke oevers. Case Overijsselsche Vecht-voorbeeld van de integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers op basis van een voorlopige leidraad. CUR, Gouda.

De Haas, A.W. en R.M.A. Breukel, 1993. Veranderingen in de morfologie en de waterkwaliteit van de grote rivieren. De Levende Natuur (94) 2: 40-44.

De Graaf, M.C.C., Van de Steeg, H.M., Voesenek, L.A.C.J. en C.W.P.M. Blom, 1990. Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. Laboratorium voor Experimentele Plantenoecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen in opdracht van DBW/RIZA Rijkswaterstaat.

De Bruin, D., Hamhuis, D., Van Nieuwenhuyze, L., Overmars, W., Sijmons, D. en F. Vera, 1987. Ooievaar, de toekomst van het rivierengebied. Gelderse Milieufederatie, Arnhem.

Ivens, E. en P. Huys, 1991. Monitoring en evaluatie van milieuvriendelijke oevers-Slijk-Ewijk, Overijsselsche Vecht, Duursche Waarden- tussenrapportage vegetatiekundige aspecten 1990-1991. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde MI-OL-91-71.

Ivens, E., 1992. Referentiebeelden natuurvriendelijke oeververdedigingen. W-DWW-92-707, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Knaapen, J.P en J.G.M. Rademakers, 1990. Rivierdynamiek en vegetatie-ontwikkeling. Staring centrum, instituut voor onderzoek van het landelijk gebied, rapport 82.

Maenen, M.M.J., 1989. Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysisch-chemische parameters. Publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn", publicatie nr.13. Rijkswaterstaat, DBW/RIZA.

Mes, R., Saris, F. en T. Boudewijn, 1992. De Biesbosch; natuurontwikkeling op een 'hot spot' van vervuiling. De Levende Natuur 1992(3): 68-76.

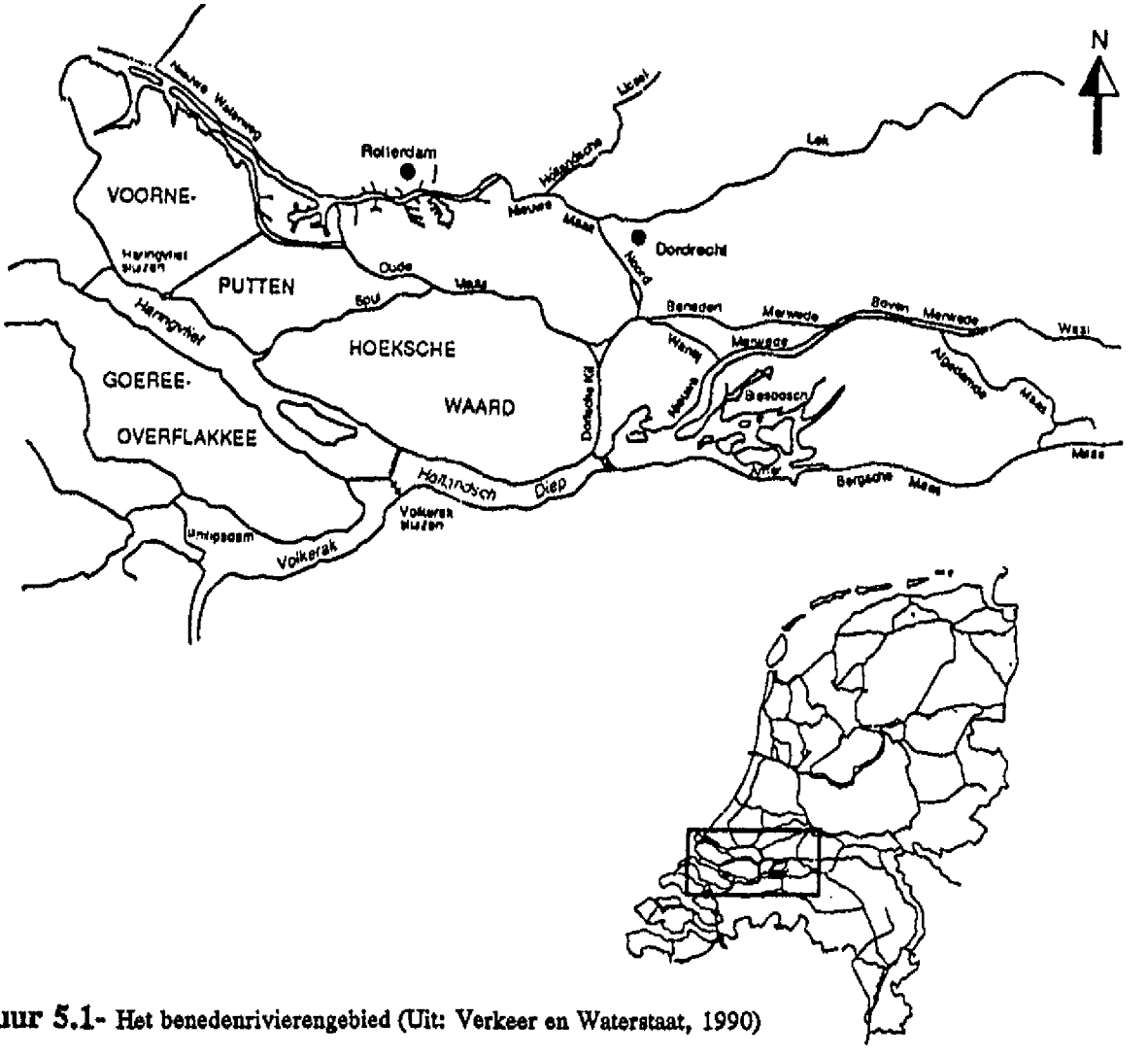
Natuurbeschermingsraad, 1979. De verstening van de oevers van de grote rivieren. Enige invloeden van waterstaatswerken op natuur en landschap. Werkgroep rivieroevers van de Natuurwetenschappelijke Commissie van de Natuurbeschermingsraad.

Pilarczyk, W.K., Havinga, H., KLaassen, G.J., Verhey, H.J., Mosselman, E. en J.A. Leemans, 1990. Control of bank erosion in the Netherlands. State of the art. Waterloopkundig Laboratorium, publikatie 442.

Verkade, G.J., 1991. Overzicht milieuvriendelijke oevers. CUR onderzoekscommissie C59.

Hoofstuk 5- HET DELTAGEBIED

De wateren die in dit hoofdstuk aan bod komen, maakten vroeger deel uit van het mondingsgebied van Rijn en Maas. Een aantal wateren in het benedenrivierengebied is inmiddels afgesloten van de directe invloed van de grote rivieren terwijl daarnaast ook de invloed van de zee voor een groot deel is weggevallen (Figuur 5.1 en figuur 5.2).

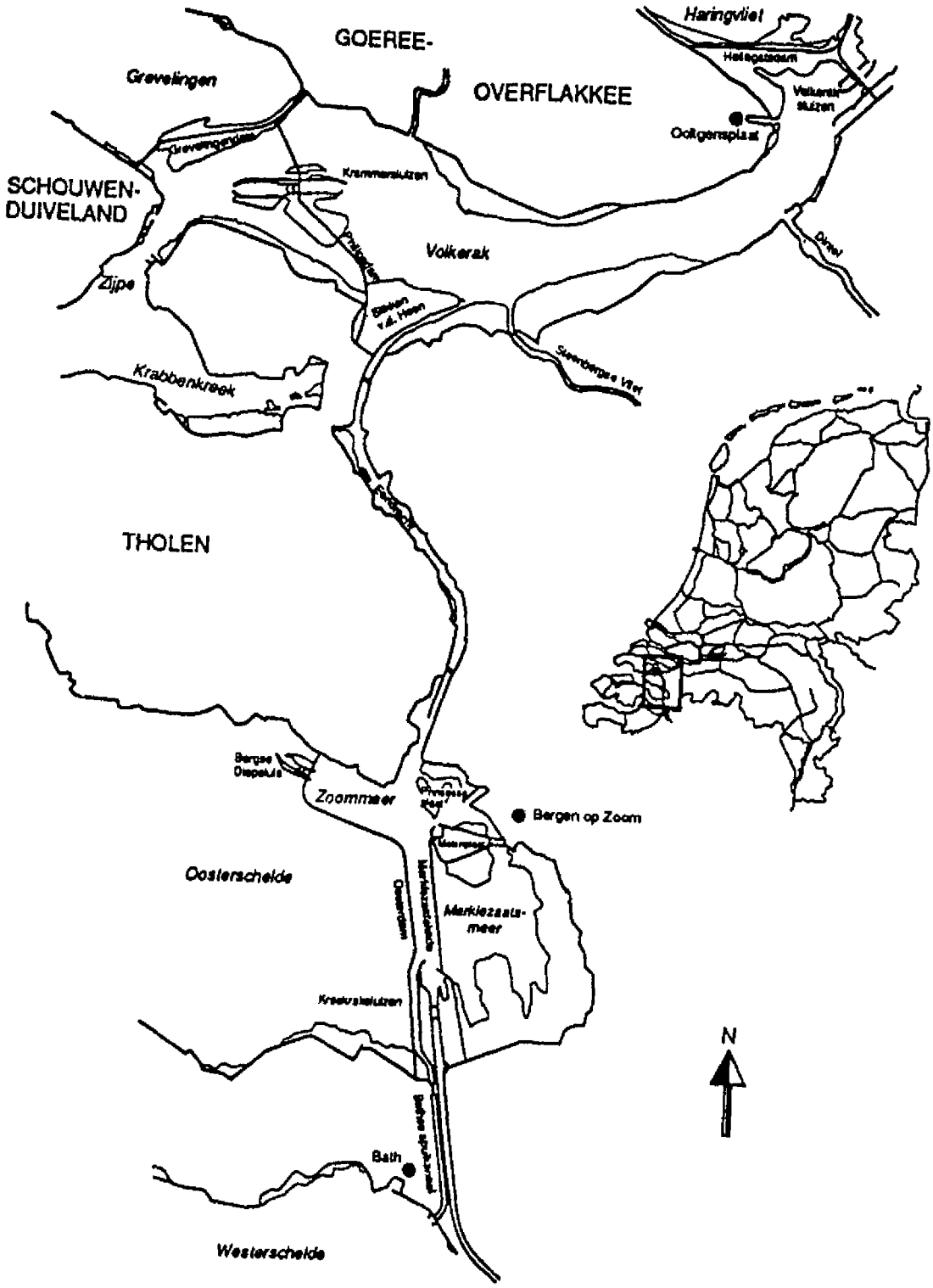


Figuur 5.1- Het benedenrivierengebied (Uit: Verkeer en Waterstaat, 1990)

5.1- De oorspronkelijke vegetatie

Het mondingsgebied van de grote rivieren vormde vroeger een groot estuarium met een geleidelijke overgang van brak naar zoet water van west naar oost. Daarnaast was de invloed van getijdebewegingen op zee in het mondingsgebied en de benedenstroomse delen van de grote rivieren merkbaar. De dagelijkse peilfluctuaties zorgden voor een geleidelijke overgang van veelvuldig overstroomde plekken naar naar sporadisch overstromende plaatsen op de hoogstgelegen delen van de oever. Deze verschillende gradiënten bepaalden, in combinatie met menselijke invloeden, de zonering van de oeverbegroeiing in het zoetwatergetijdegebied. Op de meest laag gelegen delen, rond het halftij, groeide ruwe bies in de brakke, westelijke delen van het Haringvliet. In de Biesbosch groeide deze soort vooral op de zandige,

geëxponeerde oeverwallen. Ruwe bies kan groeien bij een waterdiepte van maximaal 50 cm (Clevering en van Gulik, 1990).
Buiten het bereik van het zeewater werd op de buitendijkse gronden op grote schaal mattenbies geteeld. Begeleidende soorten als zeebies en driekantige bies waren voor de telers ongewenst en werden daarom meestal verwijderd (Zonneveld, 1960). Mattenbies groeit uitsluitend in zoet water en kan daar voorkomen tot een waterdiepte van 200 cm, het optimum ligt echter tussen de 40 en 70 cm. Mattenbies is gebonden aan slibrijke plaatsen die nooit geheel uitdrogen (Coops en Smit, 1988b). De soort is vooral aan te treffen in kommen en beschutte delen van de oever waar opslibbing plaatsvindt (Clevering en van Gulik, 1990). Boven de zone waar mattenbies en ruwe bies optimaal groeien kan zeebies uitgestrekte, éénsoortige vegetaties vormen. In de brakke wateren is er een voorkeur voor relatief slibrijk substraat. In het zoetwatergetijdengebied is zeebies vooral aan te treffen op relatief hoogliggende, sterk geëxponeerde zandige platen. Uitdroging van de bodem tijdens laagwater kan de soort in het algemeen goed verdragen (Clevering en van Gulik, 1990). Driekantige bies is aan te treffen in nagenoeg dezelfde habitats als zeebies, maar is door zijn gevoeligheid voor uitdroging gebonden aan lagergelegen delen van de oever (Coops en Smit, 1988b).
De bovengrens van de biezen wordt meestal bepaald door concurrentie met riet, de dominante plant in de zone rond de hoogwaterlijn. In het zoetwatergetijdengebied waren spindotter en bittere veldkers de vaste begeleiders van riet (Zonneveld, 1960). Hogerop in de rietzone nam de vitaliteit van het riet af en drongen ruigtesoorten de rietbegroeiing binnen. In de westelijke gedeelten van het Haringvliet groeiden brakke soorten als heemst, selderij, echt lepelblad en zilt torkruid in de rietruigten (Coops, 1992).
Ter hoogte van het riet en daarboven kende het voormalig zoetwatergetijdengebied een grote variatie aan habitats en bijbehorende plantensoorten. Op geëxponeerde, zandige oevers (oeverwallen) groeiden soorten als rietgras, moeraskruiskruid en kattestaart, terwijl grote lisdodde en grote egelskop vooral op natte plaatsen in slibrijke kommen voorkwamen. De hoger opgeslibde kommen hadden een zeer gevarieerde begroeiing met onder andere bereklauw, engelwortel, smeerwortel, guldenroede, lancetbladig kruiskruid (Zonneveld, 1960).
Langs het Hollandsch Diep, Oude Maas en Biesbosch werden ter hoogte van de rietruigte grienden aangelegd voor de produktie van rijshout. Deze kunstmatig aangelegde bosjes van wilgen en zwarte els hadden vaak een zeer bijzondere ondergroei. In de laaggelegen grienden bepaalden kattestaart, dotterbloem, moerasvergeetmijnietje en moeraskruiskruid de open kruidlaag. Het middelhoge griendtype kende een dichte en hoogopgaande begroeiing van onder andere grote brandnetel, fluitekruid, kluwenzuring en valeriaan. Een aantal typische soorten van het hoge griend waren breedbladige orchis, ijle zegge, heksenkruid en reuzenzwenkgras (Werkgroep Oude Maas, 1977). In het westelijk deel van het Haringvliet was ook nog duinvegetatie aanwezig. Deze duinen lagen veel hoger dan de graslanden en grienden in de buitendijkse gebieden (Hermelink en Mes, 1987).
Het Veerse Meer en Volkerak-Zoommeer zijn door de waterstaatkundige ingrepen nog ingrijpender van karakter veranderd dan de wateren in het Noordelijk Deltabekken. Door het wegvallen van de getijdebeweging viel een groot gedeelte van de voorheen regelmatig overspoelde gronden permanent droog terwijl een ander gedeelte juist voorgoed onder water verdween. Op de drooggevallen platen vond ook nog een omschakeling van een zout naar een zoet milieu plaats doordat de bodem niet meer met zout water werd overspoeld, maar alleen nog met zoet regenwater. In het Volkerak-Zoommeer veranderde zelfs het meerwater van zout naar zoet, en daarmee de gehele levensgemeenschap in het water (Fortuin, 1989; Van Nes *et al.*, 1991). Bij het vaststellen van een referentiebeeld voor oevers van Veerse Meer en Volkerak-Zoommeer is het dus niet zinvol om te kijken naar de soortensamenstelling van oeverbegroeiingen voor de ingrepen, aangezien er sindsdien te veel veranderd is.



Figuur 5.2: Het Volkerak en Zoommeer (Uit: Verkeer en Waterstaat, 1990)

5.2- Het abiotische milieu

Waterstaatkundige ingrepen

In de twinstigste eeuw zijn in het deltagebied een groot aantal waterstaatkundige werken uitgevoerd. In 1961 werd de zeearm tussen Noord- en Zuid-Beveland afgesloten door aanleg

van de Veerse Dam en de Zandkreekdam. Hierdoor ontstond het brakke Veerse meer (Fortuin, 1989).
Het Volkerakmeer werd door de aanleg van de Volkerakdam in 1969 afgesloten van de invloed van de rivieren. Om een getijdevrije scheepvaartverbinding tussen Rotterdam en Antwerpen te waarborgen is het Zoommeer door aanleg van de Oesterdam in 1986 afgesloten van de Oosterschelde. Met de afronding van de Philipsdam in 1987 was het Volkerak-Zoommeer een feit (Van Nes *et al.*, 1991).
In 1970 was het Haringvliet door middel van een dam al afgesloten van de Noordzee. Door deze maatregel heeft het benedenrivierengebied geen open verbinding meer met de zee, waardoor de invloed van de getijdebeweging nagenoeg verdwenen is. De waterdoorlaat wordt nu door een sluizencomplex geregeld, waarbij instroom van zout water in het Haringvliet voorkomen wordt. Omdat het Haringvliet via het Spui nog in verbinding staat met de Oude Maas heerst in het Noordelijk Deltabekken een schijngetij met een verschil tussen hoog en laag water van 30 cm. Voor 1970 bedroeg dit verschil 150 cm (Van de Rijt *et al.*, 1990). Alleen de Oude Maas en het westelijke traject van de Lek (ongeveer vanaf Schoonhoven stroomafwaarts) zijn nog onderhevig aan een flinke getijdebeweging.

Erosie
Sinds de afsluiting van het Haringvliet heeft het water op de meeste plaatsen een nagenoeg constant peil gekregen, waardoor golven nog maar op een smalle zone van de oever aangrijpen en veel grond afslaan. Het geërodeerde materiaal sedimenteert in de directe omgeving van de afslagoever of in de geulen en geulranden (Adriaanse, 1986).
Na afsluiting van het Haringvliet is de waterrecreatie in de Biesbosch sterk toegenomen. De hiermee gepaard gaande scheepvaartgolven, aan- en afmerende boten en betreding door recreanten betekenen een zware belasting voor de oevervegetaties in de smalle kreken (Chardon, 1984).

Ontzilting
De drooggevallen gronden van de, voorheen zoute, deltameren ontzilten langzamerhand omdat ze alleen nog gevoed worden door regenwater. De snelheid waarmee dit gebeurt hangt onder andere af van de hoogteligging en de natuurlijke ontwatering, waarbij vooral het bodemtype een belangrijke rol speelt. Op zandige oevers is de bodem meestal binnen 5 à 10 jaar ontzilt. Gronden met veel slib en klei ontzilten daarentegen veel langzamer, soms duurt dit langer dan 50 jaar (POVEZ, 1988).
Op laaggelegen, natte delen van buitendijkse gronden van het Haringvliet komen nog zoutminnende planten voor. Het is echter niet zeker of er ook daadwerkelijk nog sprake is van een hoog zoutgehalte in de bodem (Hermelink en Mes, 1987). Langs het Volkerak-Zoommeer zijn praktisch alle schorren ontzilt. De bodems van de hoger gelegen oeverzones en de meer landinwaarts gelegen gebieden bevatten echter veel lutum zodat de ontzilting hier trager verloopt. Ook onder water heeft de bodem nog een vrij hoog zoutgehalte (Geilen, 1993).
Het water in het Veerse Meer is brak (met een gemiddeld chloridegehalte van 13 $g.l^{-1}$), maar de drooggevallen gebieden ontzilten snel omdat de bodem voornamelijk uit leemarme, fijne zandgrond bestaat waarin het regenwater goed kan infiltreren. Het waterpeil in de winter zorgt er bovendien voor dat de neerslag via de ondergrond wordt afgevoerd. De platen zijn hierdoor grotendeels ontzilt en in de bodem hebben zich zoetwaterbellen gevormd die tot in de waterbodem doorlopen. Aan de oever bestaat dus een situatie met zoet grondwater boven brak meerwater (Smit en Visser, 1987).

Waterpeil
Bij het huidige beheer is het gemiddelde hoogwater in het Haringvliet NAP +0.65 m en het gemiddelde laagwater bedraagt NAP +0.4 m. Door extreem hoge of lage rivierafvoeren, stormvloeden en wind kunnen de waterstanden stijgen en zakken tot respectievelijk NAP +1.7 m en NAP -0.2 m. De stroomsnelheid is bij lage waterstanden nihil en kan bij hoge rivierafvoeren oplopen tot 0.5 m/s (Peters *et al.*, 1991).
Naast deze geringe, maar regelmatige peilfluctuaties treden ook onregelmatige hoogwaters op. Deze zijn het gevolg van peilwisselingen in de grote rivieren en van opstuwing van het water door wind. Bij lage en gemiddelde rivierafvoeren blijven de Haringvlietsluizen dicht en stroomt het water via de Nieuwe Waterweg naar zee. Bij hogere afvoeren worden de sluizen steeds verder opengezet en bij een afvoer van 9000 $m^3.s^{-1}$ staan ze volledig open. Bij laag water op zee zal in het Noordelijk Deltabekken de waterstand eveneens laag zijn. Wanneer de waterstand op zee hoger wordt dan de waterstand in het bekken, gaan de sluizen dicht. In combinatie met een hoge afvoer van de rivieren kan dit leiden tot een hoge waterstand in Haringvliet en de stoomopwaarts gelegen delen van het Noordelijk Deltabekken (Van de Rijt *et al.*, 1990). Deze extreme hoogwaters treden slechts één tot enkele malen per jaar op en houden nooit langer aan dan enkele dagen (Mes *et al.*, 1992).
In tegenstelling tot in het Noordelijk Deltabekken wordt het waterpeil in het Volkerak-Zoommeer op NAP-niveau gehouden. Peilschommelingen tussen NAP +0.05m en NAP -0.25m worden echter geaccepteerd en door op- en afwaaiing van wind kan het waterpeil plaatselijk nog 0.25m hoger of lager uitvallen (Verkeer en Waterstaat, 1990). Het waterpeil in het Veerse Meer vertoont daarentegen wel enige schommelingen. 's Zomers is het streefpeil NAP en 's winters NAP -0.70m (Smit en Visser, 1987).

Waterkwaliteit
De waterkwaliteit in het benedenrivierengebied wordt sterk bepaald door de kwaliteit van het aangevoerde rivierwater en door lozingen van afvalwater in het gebied zelf. Dit betekent dat vooral de gehalten aan stikstof en fosfaat erg hoog zijn, alhoewel ook van nature al sprake is van een hoog gehalte aan voedingsstoffen (Verkeer en Waterstaat, 1990).
In het Volkerak-Zoommeer probeert men watertoevoer vanuit het Haringvliet zoveel mogelijk te vermijden om de belasting met toxische stoffen en fosfaten te beperken. Vanuit de Dintel vindt echter nog een aanzienlijke toevoer van voedingsstoffen plaats en ook is watertoevoer uit het Haringvliet is niet altijd te vermijden. Daarom is de totale belasting met voedingsstoffen in het Volkerak-Zoommeer nog vrij hoog, maar problemen met algenbloei treden nauwelijks op, alhoewel sinds 1988 wel elk najaar drijflagen van blauwalgen op het water te zien zijn. Het doorzicht in de zomer is echter zonder meer goed en bedraagt zo'n 3 á 4 meter (Van Nes *et al.*, 1991).

Commerciële exploitatie
Naast deze waterstaatkundige veranderingen is er nog een ontwikkeling van economische aard geweest die gevolgen heeft voor de begroeiing van de zoete deltawateren. Tot ongeveer 1950 à 1960 was de produktie van riet en biezen winstgevend. Daarna kwamen kunstmatige materialen op de markt die minder (arbeids)kosten met zich meebrachten. De riet- en griendculturen verdwenen langzamerhand uit de Biesbosch, Hollandsch Diep en Haringvliet. Hierdoor is het actief onderhoud aan gorzen en grienden sterk verminderd (De Boois, 1980).

5.3- De huidige vegetatie

Noordelijk deltabekken

Door het droogvallen van de schorren en slikken en de hevige erosie van deze buitendijkse gebieden is een sterke reductie opgetreden van het areaal biezen en, in mindere mate, riet (Coops, 1992). De biezen zijn als gevolg van erosie grotendeels verdwenen in het Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch. Ook in Oude Maas en Lek gaan biezen achteruit. Waarschijnlijk speelt de toename van het scheepvaartverkeer hier een grote rol. De schepen zorgen voor een sterk zuigende werking op het sediment, waar wortels van biezen niet tegen bestand zijn (Werkgroep de Oude Maas, 1977).

Het oppervlakte aan riet is in de Oude Maas en de Biesbosch na afsluiting van het Haringvliet nauwelijks afgenomen. In de Nieuwe Merwede is enige afname van rietbegroeiing opgetreden, maar vooral in Haringvliet en Hollandsch Diep heeft riet veel te lijden gehad van oeverafslag (Coops, 1992). Hierdoor is rietplanten in de natte oevergedeelten nagenoeg verdwenen. Op de droge stukken verruigt het riet steeds meer omdat de vitaliteit afneemt en beheer nagenoeg achterwege blijft. Met name soorten als harig wilgeroosje, haagwinde en grote brandnetel weten hiervan te profiteren en komen nu vaak voor in eensoortige vegetaties op de plaatsen waar vroeger riet domineerde (Van de Rijt *et al.*, 1990).

Ter hoogte van het rietland liggen in het Haringvliet op verschillende plaatsen graslanden. Als gevolg van de natte omstandigheden in winter en voorjaar is de structuur hier zeer open en kunnen zich hier vele soorten handhaven. De voornaamste grassoort is fioringras, soorten als moeraszoutgras, slanke waterbies en fraai duizendguldenkruid kunnen zich hier goed handhaven. Zelfs zoutminnende soorten als zilte rus, schorrezoutgras en melkkruid zijn nog steeds aan te treffen in begraasde, laaggelegen delen van het Haringvliet (Van de Rijt *et al.*, 1990).

In de Biesbosch betekende het verdwijnen van de rietcultuur, een ontwikkeling die al plaatsvond vóór 1970, een verzwakking van het riet op de hoge oeverwallen ten koste van harig wilgeroosje, gewone valeriaan, grote brandnetel, fluitekruid, kleefkruid en haagwinde. In de kommen dook op de droge plekken rietgras op tussen het riet. Waar de afwatering slecht verliep vervingen liesgras, grote egelskop en grote en kleine lisdodde het riet. Veel moerassen kwamen door het wegvallen van de getijdebeweging permanent droog te liggen, zodat oeverplanten het moesten afleggen tegen ruigtekruiden. Rond de nieuwe, lager gelegen oeverzones wisten de moerasplanten zich echter wel te handhaven en uit te breiden. In deze zone kwamen de overgebleven kenmerken van het voormalige zoetwatergetijdengebied bijeen (De Boois, 1980; De Boois, 1982). Zo komen soorten als spindotter en bittere veldkers, die in het zoetwatergetijdegebied typerende begeleiders van riet zijn, nog steeds voor in de Biesbosch en langs de Oude Maas (Mes *et al.*, 1992).

De verhoging van het gemiddelde laagwater in de Oude Maas en toename van voedselrijkdom van het rivierwater hebben ertoe geleid dat de overgang van riet naar ruigten niet meer in een geleidelijke gradiënt van nat-voedselrijk naar droog-voedselarm verloopt, maar veel abrupter. Hierdoor zijn algemene ruigtesoorten als aartsengelwortel, harig wilgeroosje, zwart tandzaad, rietgras, liesgras en haagwinde gaan overheersen ten koste van typische rietruigtesoorten als kievitsbloem, gulden boterbloem, holpijp en zomerklokje (Werkgroep de Oude Maas, 1977).

Grienden die vanaf het Hollandsch Diep stroomopwaarts voorkomen, zijn door verwaarlozing en afname van peilfluctuaties van karakter veranderd. Door afname van de vraag naar rijshout zijn veel grienden niet meer in gebruik voor commerciële doeleinden, zodat de meeste grienden niet meer onderhouden worden en van karakter veranderen.

Daarnaast zijn veel van de hogergelegen grienden door de sterke reductie van de getijbeweging permanent droog komen te liggen, zodat de droge bodem geen houvast meer kan bieden aan wortelstelsels van wilgen. De bomen die door achterwege blijven van exploitatie doorgeschoten zijn, zullen hierdoor sneller omwaaien (Ouweneel, 1990). Het organisch materiaal in de bovenste bodemlagen van de hogergelegen grienden breekt aan de open lucht snel af, waardoor veel extra voedingsstoffen vrijkomen. Vooral snelgroeiende ruigtesoorten als brandnetel en aartsengelwortel weten hiervan te profiteren, ten koste van typische soorten in de ondergroei van het hoge griend. In de lager gelegen, maar eveneens verwaarloosde grienden gaat riet de vegetatie domineren (Van de Rijt en Coops, 1993).

Volkerak-Zoommeer

Net als in het Haringvliet zijn ook in het Volkerak-Zoommeer en Veerse Meer veel buitendijkse gronden permanent drooggevallen. De eerste soorten die hier verschenen waren zoute pioniersoorten zoals zeekraal en schorrekruid. Daarna vestigden zich op de langzaam ontziltende plaatsen overblijvende, zoutminnende soorten zoals kweldergrassen, zeeaster, engels lepelblad en melkkruid. Naarmate de ontzilting vorderde kregen 'zoete' soorten de overhand (POVEZ, 1988; Van Nes *et al.*, 1991). De opbouw van het meer leent zich goed voor de ontwikkeling van een oevervegetatie, ongeveer 25% van het meer is minder dan 1,5 meter diep. In de meeste gevallen is er sprake van een zeer glooiende overgang tussen land en water en de oevers zijn dus in principe geschikt voor vestiging van riet, biezen en waterplanten.

Waterplanten hebben zich al in ruime mate gevestigd in het Volkerak-Zoommeer. In 1990 was ruim 10% van de totale oppervlakte, ondieper dan 5m, bedekt met waterplanten. De meest voorkomende soorten waren toen tenger fonteinkruid, zoetwaterzannichellia, schedefonteinkruid en snavelruppia (Kerkhofs en Smit, 1991). Oeverplanten ontwikkelen zich echter minder voortvarend. Sinds er in 1987 een vast peil is zijn een aantal oevers aan forse afslag onderhevig. Vooral daar waar de oeverzone dicht langs geulen ligt of op overheersende windrichting is geöriënteerd, zijn veel klifrandjes ontstaan (Projektgroep POVEZ, 1988). Deze steile randen verhinderen de uitbreiding van oeverplanten richting water, maar de grootste hindernis in het Volkerak-Zoommeer is de trage ontzilting van de drooggevallen gronden en de waterbodem. De veelal nog zilte bodem boven de waterspiegel is ongeschikt voor het uitgroeien van kiemplanten. Onder water is vaak alleen de toplaag van de bodem ontzilt, dieper dan 0.1 m is de bodem nog zout. De meeste oeverplanten wortelen juist dieper dan 0.1 m. Vlak na de aanleg van de Philipsdam (1987) vestigde zich vrij snel een oevervegetatie, maar sinds 1990 zijn nauwelijks verdere uitbreidingen of nieuwe standplaatsen waargenomen (Geilen, 1993).

Veerse Meer

De vegetatie-ontwikkeling op de drooggevallen gronden in het Veerse meer is al ver gevorderd. De begroeiing wordt hier allereerst bepaald door het zoutgehalte van de bodem. Waar de bodem al volledig ontzilt is speelt de grondwaterstand de belangrijkste rol (Smit en Visser, 1987). Op plaatsen die slecht ontzilten, of die in de zomer regelmatig overspoelen met brak meerwater, ontbreken struweel- en ruigteplanten. Hier groeien voornamelijk overblijvende zoutminnende soorten zoals gewoon en stomp kweldergras, melkkruid en zilte rus (Van Haperen en Van Wijngaarden, 1991). De zandige, goed ontziltende gronden hebben op de hooggelegen, droge plekken een zeer schrale begroeiing met korstmossen en kruiden als muurpeper, vroegeling, ruw vergeet-mij-nietje en schapegras (Smit en Visser, 1987). Laaggelegen zandgronden staan nog vrij sterk onder invloed van het grondwater. Hier groeien soorten die kenmerkend zijn voor natte duinvalleien, o.a. fraai duizendguldenkruid, strandduizendguldenkruid en moeraswespenorchis. Deze planten komen voor naast algemene

soorten van natte bodems zoals zomprus, engels raaigras, ruwbeemdgras, veldbeemdgras, witte klaver en madeliefje (Van Haperen en Van Wijngaarden, 1991).
Deze grotendeels ontzilte zandbodems zijn 10 à 20 jaar na droogvallen steeds sterker in soortenrijkdom achteruit gegaan. Riet op de nattere gedeelten en grote brandnetel, akkerdistel, harig wilgeroosje en duinriet op de drogere gedeelten zijn steeds meer gaan domineren. Op veel plaatsen zijn dichte struweelbegroeiingen ontstaan met duindoorn, braam, dauwbraam en kruipwilg (Van Haperen en Van Wijngaarden, 1991).
De oeverbegroeiing langs het Veerse Meer wordt nog grotendeels bepaald door het brakke meerwater. Waar zoetwaterbellen tot onder het meer doorlopen zijn vaak smalle rietgordels aanwezig. In ondiepe lagunes en plasjes met een lager zoutgehalte dan het meerwater kan zeebies gaan domineren (Van Haperen en Van Wijngaarden, 1991).

5.4- Vegetatieontwikkeling van beschermde oevers

Oevers kunnen tegen verdere afslag beschermd worden door allerlei constructies, maar andere veranderingen die in het abiotische milieu zijn opgetreden na de waterstaatkundige ingrepen kunnen door vegetatiebeheer niet worden beïnvloed. Het referentiebeeld zoals beschreven in paragraaf 5.1 is daarom nog maar in beperkte mate haalbaar.

Aanliggende oeververdediging
Vooral bij aanliggende taludverdedigingen zullen overeenkomsten met de oorspronkelijke situatie gering zijn. Verdere afslag van de oever wordt voorkomen, maar ontwikkeling van een oevervegetatie voor de aanliggende oeververdediging is onwaarschijnlijk. De golfaanvallen zijn hier nog net zo hevig als toen de aanwezige vegetatie door golfslag is weggeslagen. Bovendien is het voor de oever vaak te diep door de eroderende werking van de golfslag (Peters *et al.*, 1991).
De begroeiing op de verdedigde oever zelf is afhankelijk van het materiaal dat gebruikt wordt. Aanliggende oeververdedigingen bestaan meestal uit zink- en kraagstukken, al dan niet in combinatie met stortsteen, of uit stort- of breuksteen (Verkade, 1991). De stenen oevers hebben een open en droog milieu, waar ingevangen organisch materiaal snel mineraliseert en vooral stikstofminnende, eenjarige planten zullen opschieten (Ivens, 1992). Daarnaast kunnen ook wortelstokken op de verdediging terecht komen, zodat ook allerlei overblijvende ruigte- en moerassoorten zich kunnen vestigen. Hun handhaving zal mede afhankelijk zijn van de bestendigheid tegen golfslag. De mate van begroeiing op stortsteen zal sterk afhangen van de ruimtes die de harde materialen voor planten overlaten.
Aanliggende oeververdedigingen met zink- en kraagstukken worden vaak aangebracht in combinatie met wortelstokken van riet. Vooral in de Biesbosch worden dergelijke constructies gebruikt (Hartog en Van Zetten, 1990). Door het gebruik van de rietzoden zal de vegetatie bepaald worden door riet en eventueel door uitlopers van rijshout dat in de kraagstukken verwerkt is. Wanneer voldoende organisch materiaal en slib door het riet in de kraagstukken is ingevangen kunnen zich in principe ook andere soorten in deze vegetatie vestigen. Een succesvolle vestiging hangt echter ook af van andere condities. Zo zal voldoende licht in de rietkraag moeten doordringen en dienen voldoende zaden en vegetatieve voortplantingsdelen ingevangen te worden. De aanwezigheid van riet zal vestiging van andere oeverplanten echter bemoeilijken.
De begroeiing op de verdedigingsconstructie langs brakke meren is voor een groot deel afhankelijk van de hoogte van de oever en de ligging ten opzichte van de wind. Deze factoren bepalen namelijk tot hoeverre de invloed van het brakke spatwater reikt. Op hoge oevers is er hoogstens een zeer smalle zoutvegetatie met voornamelijk zulte, gewoon kweldergras, stomp kweldergras en zilte schijnspurrie. Op lage oevers is deze oevervegetatie

dichter en breder. Waar veel strooisel en ander organisch materiaal aanspoelt groeien hoogopgaande ruigtesoorten tussen de stenen van een directe oeververdediging. Strandkweek, spiesmelde, zulte, zeemelkdistel, riet en roodzwenkgras zijn typerend voor deze aanspoelselgordels (Fortuin, 1989).

Vooroeververdediging

Vooroeververdedigingen kunnen vlak voor de oever liggen, zoals gesloten palenrijen in de Biesbosch, of op geruime afstand van de eigenlijke oeverlijn, zoals de stortstenen dammen in de deltameren. De palenrij is bedoeld om een luwte te creëren waarachter sedimentatie kan optreden zodat riet of andere moerasplanten zich uit kunnen breiden. Vaak vindt aanleg van palenrijen plaats in combinatie met het aanbrengen van rietzoden (Hartog en Van Zetten, 1990). Stortstenen dammen zijn met name toegepast in het Veerse Meer, Haringvliet en Hollandsch Diep. Ook in het Volkerak-Zoommeer zal deze vorm van oeververdediging op grote schaal worden toegepast. Door een stortstenen dam onstaat een zone tussen dam en oever waardoor de invloed van golfslag van de eigenlijke oever wordt afgehouden. In principe is hier een zonering van waterplanten, biezen, riet, ruigte en grienden of grasland mogelijk.

Bij een aantal vooroeververdedigingen is aan de landzijde van de dammen zand opgespoten. Deze zanddam zijn te beschouwen als een extra oeverlijn waarop een begroeiing mogelijk is van pioniersoorten en, in een later stadium, biezen, riet, lisdoddes en andere oeverplanten. Onbegroeide zanddammen zijn geschikt als broedplaats voor sterns of als voedselgebied voor allerlei steltlopers, die zich tegoed doen aan de vele bodemdieren die in het zand leven (Projectgroep POVEZ, 1988). Op de vooroeververdediging zelf is de vegetatie vergelijkbaar met die van een aanliggende (meestal stortstenen) dam. De dammen op de Korendijkse en Beninger Slikken bleken meer dan 50 soorten ruigte- en moerasplanten te hebben. Dammen die dichter bij de oever lagen bleken meer soorten te bevatten dan verder afgelegen dammen. Daarnaast zijn op een aantal plaatsen ook wilgen opgeslagen tussen het stortsteen. (Werkgroep Evaluatie Korendijkse en Beninger Slikken, 1991).

De vooroeverzone is wegens de luwte, die door de dammen ontstaat, geschikt voor waterplanten. Schedefonteinkruid is een van de weinige waterplanten in het Haringvliet die nog her en der in velden van beperkte omvang voorkomt (Smit en Coops, 1988). Alhoewel zeer vele ondieptes voorkomen en algenbloei in het Haringvliet nagenoeg ontbreekt komen andere waterplanten nauwelijks voor. Het is nog grotendeels onduidelijk waarom waterplanten achter de dammen ontbreken.

Biezen zijn in het Haringvliet en Hollandsch Diep verdwenen als gevolg van erosie, maar het voorkomen van verdere erosie betekent niet zonder meer dat de biezen zullen terugkeren. De natuurlijke vestiging en uitbreiding wordt namelijk verhinderd door ganzen die zowel de groene delen als de ondergrondse wortelknolletjes en wortelstokken begrazen (Clevering en van Gulik, 1990). Omdat het Haringvlietgebied, en met name de Korendijkse en Beninger Slikken, bestemd is als pleisterplaats voor ganzen (Hermelink en Mes, 1987), blijft deze begrazingsdruk een geveven feit en biezen achter vooroeververdedigingen kunnen dan ook alleen weer terug komen door aanplant die afdoende beschermd wordt tegen vraat.

In de Oude Maas hebben de biezen eveneens te lijden gehad van erosie, vooral als gevolg van een intensief scheepvaartverkeer. Dammen voor de oever blijken vaak een effectieve bescherming te bieden, maar in bepaalde gevallen kan achter de vooroeververdedigingen een te luw milieu ontstaan. Hierdoor hoopt zich veel slib op, waar vooral de zeldzame driekantige bies sterk van te lijden heeft (Coops en Smit, 1988a).

Alhoewel de totale afname van het areaal gering is hebben ook de rietkragen te lijden gehad van erosie (Coops, 1992). Vooroeververdedigingen gaan verdere erosie tegen, maar de

dammen alleen zijn niet voldoende voor een succesvol herstel van het riet. Op plaatsen waar riet zich als gevolg van klifrandjes, ontstaan door oeverafslag, niet in de richting van het water kan uitbreiden, zal het areaal steeds verder afnemen omdat het riet aan de landzijde langzaam maar zeker verdwijnt. Op de Korendijkse en Beninger Slikken is de dominantie van riet al op vele plaatsen overgenomen door ruigtesoorten, met name haagwinde en harig wilgeroosje (Van de Rijt *et al.*, 1990). Overigens kunnen niet alleen klifrandjes maar ook vraat door watervogels, en met name grauwe ganzen, belemmerend werken voor uitbreiding van riet en andere oeverplanten richting open water. Het is echter onduidelijk hoe groot de invloed van watervogels is op de uitbreiding van de oevervegetatie (Werkgroep Evaluatie Korendijkse en Beninger Slikken, 1991). De hogergelegen vegetatietypen zoals de grienden, ruigtes, graslanden, struwelen en duinvegetaties zullen geen invloed ondervinden van de vooroeververdediging.
Verdere ontwikkeling van de oevervegetatie in Veerse Meer en Volkerak-Zoommeer wordt in beide meren belemmerd door het onnatuurlijke peilbeheer, het brakke water in het Veerse Meer (Van Haperen en Van Wijngaarden, 1991), en de langzame ontzilting van de waterbodem in het Volkerak-Zoommeer (Geilen, 1993).

5.5- Beheer

De aangebrachte oeververdedigingen blijken niet altijd de verwachte vegetatieontwikkeling op gang te brengen. Aangezien niet duidelijk is welke oorzaken hieraan ten grondslag liggen is het onmogelijk passende beheersmaatregelen aan te geven. In deze paragraaf zal per vegetatietype aangegeven worden welke mogelijke oorzaken een rol spelen en hoe deze eventueel verholpen kunnen worden door aanpassing van de verdedigingsconstructie, de oevervorm en door beheer van de vegetatie.

Waterplanten:
Het grootste probleem van waterplanten in het Haringvliet is het nagenoeg ontbreken daarvan. Het is tot nu toe onduidelijk waarom deze planten zich ook niet ontwikkelen achter de vooroeververdedigingen (zie par. 5.4). Achter de vooroeververdedigingen van de Korendijkse en Beninger Slikken zijn wel kiemplantjes en jonge scheuten van schedefonteinkruid en zannichellia aangetroffen. Dit maakt het onwaarschijnlijk dat de vooroeververdedigingen een belemmering vormen voor aanvoer van zaden en vegetatieve knoppen, alhoewel de aanvoer mogelijk te gering is in verhouding tot het verlies door o.a. vraat van vogels. Factoren die mogelijk een rol spelen bij de slechte ontwikkeling van waterplanten zijn het regelmatig droogvallen van de onderwaterbodem, vraat door vogels of de aangroei van algen op de bladeren waardoor de planten te weinig licht krijgen (Werkgroep Evaluatie Korendijkse en Beninger Slikken, 1991). Daarnaast kan de dynamiek in de vooroeverzone te hoog zijn voor waterplanten: veelvuldig sedimenttransport in de onderwaterbodem kan beworteling bemoeilijken. Sterke depositie van bodemmateriaal dat van de oever is afgeslagen en in diepere delen van de vooroeverzone bezinkt kan de vestiging van kiemende zaden en uitlopende tubers belemmeren (Coops, mondelinge mededeling). Bovendien kunnen de opgewervelde klei- en slibdeeltjes het lichtklimaat onder water sterk veranderen, waardoor bij schedefonteinkruid (en waarschijnlijk ook bij andere ondergedoken waterplanten) de ontwikkeling van biomassa en vorming van tubers sterk afneemt (Van Dijk, 1993). De huidige stand van kennis maakt het onmogelijk passende maatregelen aan te geven. Daarom is nader onderzoek naar de beperkende factoren voor waterplanten in het Haringvlietgebied nodig.
In het Volkerak-Zoommeer zijn de oeververdedigingen grotendeels nog in aanleg of pas aangelegd. Het is nog niet geheel duidelijk of de vooroeververdedigingen in dit meer de

waterplanten ook daadwerkelijk stimuleren. In het algemeen is hier de groei van waterplanten beter ontwikkeld dan in het Haringvliet (Kerkhofs en Smit, 1991).
Volledige isolatie van de vooroeverzone ten opzichte van het meer kan problemen opleveren doordat zich meer algen in het water ontwikkelen en doordat de aangroei van algen op de bladeren van de planten zelf toeneemt. Door de vooroeververdediging plaatselijk te onderbreken of te verlagen zullen open verbindingen met het meer ontstaan zodat het water minder lang in de vooroeverzone blijft. Een ander risico van volledige isolatie is de vergrote kans op botulisme. Dit treedt op bij aanwezigheid van besmet kadavermateriaal en watertemperaturen van minstens 20 °C. Deze temperaturen worden op warme zomerdagen snel bereikt in ondiep, stilstaand water (Adriaanse, 1986).

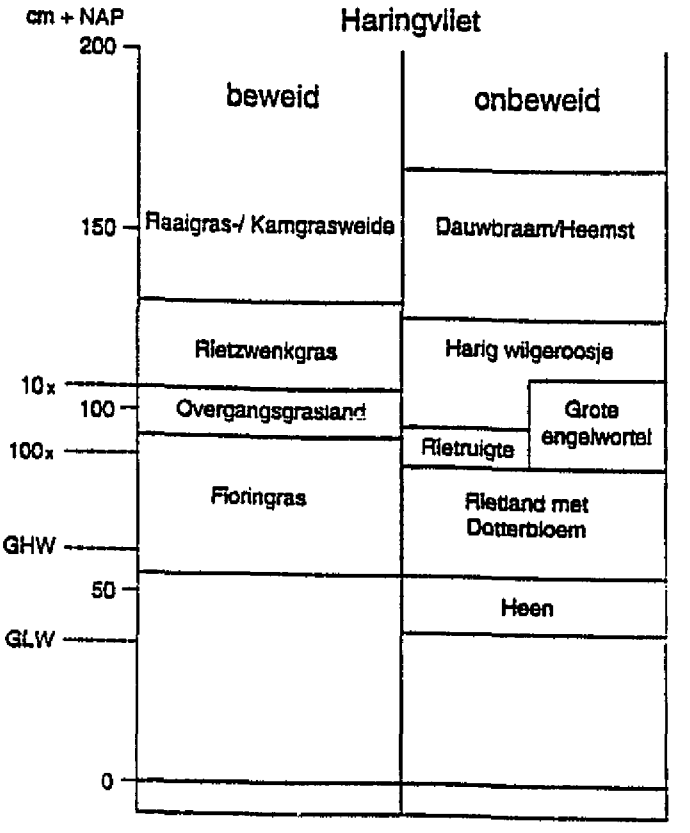
Biezen:
Biezen hebben in de zoete Deltawateren in eerste instantie te lijden gehad van erosie. De planten zouden dus geholpen kunnen zijn door aanleg van vooroeververdedigingen die de golfslag tegengaan. De meeste bestanden kunnen zich echter ook achter vooroeververdedigingen niet uitbreiden als gevolg van overmatige vraat door ganzen en zwanen in het Haringvliet en Hollandsch Diep (Clevering en van Gulik, 1990) of door verhoging van laagwaters in de Oude Maas, waardoor de bestanden nauwelijks meer droogvallen (Coops en Smit, 1988a).
In het Haringvliet kan een gezonde biezenvegetatie terugkomen door aanplant en bescherming tegen vraat. Als bescherming kan men gaas om de aangeplante biezen plaatsen en draden over de planten spannen. Wanneer eenmaal sprake is van een dichte biezenbegroeiing, zal waarschijnlijk geen bescherming meer nodig zijn, aangezien vogels dan alleen nog aan de randen van de begroeiing schade kunnen aanbrengen (Clevering en van Gulik, 1990).
Het is nog grotendeels onduidelijk of maaien een zinvolle bijdrage levert aan het behoud van de biezenbegroeiingen. Wanneer mattenbiesvegetaties gemaaid worden moet dat in ieder geval in mei gebeuren. De biomassa neemt dan weliswaar af, maar er is een toename van het aantal stengels. Wanneer later in het jaar gemaaid wordt (juni of juli) zal zowel het aantal stengels als de biomassa afnemen. Het is in ieder geval niet verstandig om mattenbies vaker dan eens in de twee jaar te maaien, aangezien de planten dan zullen verdwijnen. Welke maaifrequentie en tijdstippen andere biessoorten het beste verdragen is nog grotendeels onbekend (Clevering *et al.*, 1992). Voor het tegengaan van veroudering van biezenvegetaties is het, in plaats van maaien, zinvoller om via uitgekiende plaatsing van instroomopeningen in de vooroeververdediging te zorgen voor sedimentatie in de vooroever.

Rietzone:
In wateren met regelmatige wisseling van de waterspiegel zal afgestorven materiaal van riet en andere planten zich echter niet snel ophopen, aangezien de stijgende waterspiegel dit uit de rietkraag opneemt en hogerop zal deponeren. Een actief maaibeheer nodig is dus niet nodig en het is zelfs beter de dode riethalmen te laten staan, aangezien deze jonge scheuten beschermen tegen mechanische beschadiging door flab en drijfvuil en vraat door ganzen.
Het beheer van riet op aanliggende oeververdedigingen van zink- en kraagstukken kan men het beste richten op het behoud van een stevige rietkraag met een sterke golfdempende functie. Eens per jaar maaien en afvoeren is daarvoor de beste maatregel.
Aan de bovengrens van de rietzone komen verschillende soorten planten in de ondergroei voor waaronder spindotter, bittere veldkers en diverse ruigtekruiden. In een getijdensituatie, zoals in de Oude Maas, bevinden deze vegetaties zich rond de hoogwaterlijn, maar in de voormalige getijdegebieden (met name in de Biesbosch) wordt deze zone nog maar af en toe overspoeld. In het laatste geval bepalen nu soorten als grote brandnetel, fluitekruid en aartsengelwortel het aspect (Coops, 1992). Deze verruiging is een gevolg van het snel

vrijkomen van voedingsstoffen uit het organisch materiaal dat na droogvallen afbreekt. Door vegetatiebeheer is deze ontwikkeling dan ook moeilijk te stoppen, maar door plaatselijk greppels te graven zal meer variatie in de rietvelden aangebracht worden. Een andere mogelijkheid is om de waterspiegel plaatselijk te verhogen (zie par. 5.5, blz. 60 'grienden'). In de Oude Maas lijken de vochtige ruigtevegetaties in de overgang van riet naar droge ruigtes verloren te gaan als gevolg van achterstallig onderhoud. Meestal gaan soorten als rietgras, valeriaan en harig wilgeroosje hier overheersen. Om dit te voorkomen, zal het dode riet jaarlijks gemaaid en afgevoerd moeten worden (Werkgroep de Oude Maas, 1977), maar misschien is minder vaak maaien ook voldoende. Optimalisatie van maaifrequentie zou middels maaiproeven met verschillende frequenties nader onderzocht moeten worden. Het is altijd raadzaam om door middel van afrastering het vee uit de riet- en ruigtevegetaties weg te houden, aangezien de vochtige ruigtes door begrazing en vertrapping grotendeels verloren gaan (Van de Rijt *et al.*, 1990).
Waar riet en andere oeverplanten zich door klifrandjes niet meer kunnen uitbreiden zal een bglooiender talud aangelegd moeten worden. Wanneer steile taluds of klifrandjes kunstmatig gladgestreken worden kan dit gecombineerd worden met het graven van ondiepe greppels rond de hoogwaterlijn en loodrecht op de oever. Door de greppels ontstaat een gevarieerd bodemreliëf met minerale, harde bodems waar nauwelijks organisch materiaal ophoopt en weke, gereduceerde bodems (in de greppels) waarin onder andere grote egelskop, grote watereppe, grote lisdodde en grote waterweegbree een geschikt milieu vinden.

Graslanden
Graslanden zijn veel aanwezig op drooggevallen gronden van de zoete deltawateren. De graslanden zijn ontstaan door beweiding van riet en ruigtes en de soortensamenstelling van graslanden hangt samen met de intensiteit van het beheer, de bodemsamenstelling en de hoogteligging. Beweiding van riet leidt meestal tot een omvorming naar grasland met een dominantie van fioringras.
Hogerop, ongeveer ter hoogte van de ruigtes waarin soorten als harig wilgeroosje overheersen, ontstaat door begrazing grasland met dominantie van rietzwenkgras. Andere soorten die hier voorkomen zijn ruw beemdgras, fioringras, kruipende boterbloem en witte klaver. Op open plaatsen in dit grasland kan zich de zeldzame behaarde boterbloem vestigen. Bij extensieve beweiding van deze graslanden kan late gulderoede in aantal toenemen en zelfs sterk het aspect gaan bepalen (Van de Rijt *et al.*, 1990).
In figuur 5.3 is weergegeven welke begroeiingen voorkomen in buitendijkse gronden van het Haringvliet. Voor elke hoogteligging, of liever gezegd overspoelingsfrequentie, is aangegeven welke vegetatie in beweide en onbeweide situaties te verwachten is. Uit deze figuur is af te leiden welke ruigevegetatie optreedt bij het staken van de beweiding en welk type grasland ontstaat door omvorming van ruigtes tot grasland.
Omvorming van ruigte tot grasland gaat het snelste door eerst de ruigte af te maaien en daarna meteen met beweiden te beginnen. Binnen twee jaar wordt een korte, grazige vegetatie verkregen. Indien akkerdistel na maaien en beweiden nog in aantal toeneemt, moet vaker gemaaid worden. Wanneer ruigtes in beweiding genomen worden zonder eerst te maaien, zullen ruigtesoorten zich langer weten te handhaven. Heemst is een ruigtesoort die zich na beweiding van ruigtes zelfs uitbreidt. Ruigtes zijn niet om te vormen tot grasland door alleen te maaien en af te voeren. Vanwege de hoge voedselrijkdom van de kleibodems in de buitendijkse gebieden zullen de overblijvende ruigtesoorten zich in het daaropvolgende jaar weer weten te herstellen van de schade (Hermelink en Mes, 1987).
In het algemeen betekent de omvorming van ruigtes tot grasland dat het aantal soorten toeneemt. Begrazing op kleigronden heeft bovendien een vertragend effect op de ontzilting en is zodoende de beste methode om zoutplanten als zilte rus, schorrezoutgras en melkkruid

te behouden. Deze soorten hebben zich gevestigd nadat de buitendijkse gronden door het wegvallen van de getijdebeweging drooggevallen, maar nog niet ontzilt, waren (Van de Rijt *et al.*, 1990; Slager *et al.*, 1993).



Figuur 5.3: De relatie tussen hydrologie en een aantal vegetatiezones op buitendijkse gronden van het Haringvliet in beweide en onbeweide situaties. Aangegeven zijn het gemiddeld hoog- en laagwater (GHW en GLW) en de overspoelingsfrequenties van 10 en 100 keer per jaar.(Uit: Van de Rijt en Coops (1993)).

Overigens is het de moeite waard om op een aantal plaatsen de ruigtevegetaties in stand te houden, omdat ze een geschikte schuilplaats voor veel dieren vormen. Veel vlindersoorten zijn aangewezen op ruigtesoorten voor de ontwikkeling van rupsen en de zaden zijn een belangrijke voedselbron voor vogels.
Op zandgronden, en voornamelijk in natte gedeelten zoals die langs het Veerse Meer en Volkerak-Zoommeer voorkomen, kunnen zich vegetaties ontwikkelen die lijken op die van vochtige duinvalleien (zie par. 5.3). Deze zijn te onderhouden door eens per jaar, in september, te maaien. Wanneer er niets gedaan wordt zal het grasland verruigen met duinriet en duindoorn. Naarmate de bodem voedselrijker is (b.v. een hoger lutumgehalte heeft) verloopt deze verruiging sneller (Van Haperen en Van Wijngaarden, 1991). Het oprukkende duinriet kan ook worden tegengegaan door begrazing met paarden. In aanwezigheid van andere grassen, met name fioringras, zullen runderen het duinriet mijden en selectief fioringras begrazen. Hierdoor zal het duinriet zich nog sneller uitbreiden. Paarden hebben echter ook een voorkeur voor fioringras, maar door sterk verruigde stukken af te rasteren, kan worden voorkomen dat paarden de fioringraslanden opzoeken (Drost en Muis, 1988). Waarschijnlijk leidt begrazing wel tot het verdwijen van orchideeën, die nu nog op verschillende laaggelegen zandgronden voorkomen (zie par. 5.3). Jaarlijks maaien in

september is daarom een betere beheersvorm voor vegetaties met orchideeën (Smit en Visser, 1987). Op bodems met een laag lutumgehalte (<1,5 %) is dit een adequate manier om verder uitbreiding van duinriet te voorkomen (Fortuin, 1989).
Tot nu toe hebben zich op de zandgronden van het Volkerak-Zoommeer geen bijzondere graslandvegetaties ontwikkeld. Door de drooggevallen gronden nu al in begrazing te nemen kan vermeden worden dat duindoorn en duinriet gaan overheersen. Het behoud van een open, grazige vegetatie is de beste garantie voor een zo divers mogelijke begroeiing (Ivens, 1991). Indien grasruigtes en ruigtes slechts tijdelijk begraasd worden en er daarna geen (maai)beheer plaatsvindt is er grote kans op ontwikkeling van bos. Door vertrapping van vegetatie en bodem door het vee ontstaan namelijk open plekken die een geschikt kiemingsmilieu vormen voor grauwe wilg en zwarte els. Langdurigere begrazing maakt deze vestiging weer ongedaan, vanwege de voorkeur van vee voor deze jonge opslag (Van de Rijt *et al.*, 1990).

Grienden
Wegens het ongunstige lichtklimaat in de grienden is het niet te verwachten dat deze zich spontaan zullen vernieuwen. Op de drooggevallen, hooggelegen grienden is een dichte begroeiing van grote brandnetel ontstaan waaronder te weinig licht doordringt voor de kieming en ontwikkeling van wilgen. Hetzelfde geldt voor de nattere grienden waar open gevallen plekken door riet worden ingenomen (Van de Rijt en Coops, 1993).
Wanneer niets gebeurt zal de kwaliteit van de grienden dus danig achteruitgaan. Om deze bijzondere struwelen te behouden, kan worden gekozen worden voor handhaving van de oude onderhoudsmethode. Dat betekent dat eens in de de twee à vier jaar wilgen worden gehakt en op plaatsen waar wilgen afsterven nieuwe stekken in de grond worden gestoken. Het hakken moet plaatsvinden in de winter voor 1 maart, omdat deze activiteiten op een later tijdstip in het jaar broedende vogels kunnen verstoren. Daarnaast zal elk jaar gemaaid moeten worden om woekering van kleefkruid, bramen en andere planten in de onderlaag tegen te gaan (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979).
Grienden die nog in gebruik zijn, kunnen langzaam worden omgevormd tot een rivierbegeleidend wilgenbos door het oude arbeidsintensieve onderhoud langzaam te staken. Het instekken van nieuwe wilgenstekken kan men meteen stoppen, maar wanneer het hakbeheer overal stopgezet wordt zal het griend alsnog sterk verruigen en daarom zal het griend aanvankelijk nog periodiek gehakt moeten worden. Geleidelijk aan kunnen kleine stukken van het griend met rust gelaten worden en men kan het aantal onbehandelde stukken langzaam aan vergroten (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979).
Voor grienden die na het wegvallen van de getijdenbeweging droog zijn gevallen, zullen ook maatregelen nodig zijn voor een verhoging van de grondwaterspiegel door het opvangen en vasthouden van regenwater. Dit betekent dat in kreken gronddammmen aangelegd moeten worden met naar binnen gerichte klepduikers zodat het water niet van binnnen naar buiten kan stromen. Bij hoge waterstanden in de rivieren kan het water dat het griend binnenstroomt wel langer vastgehouden worden. Toen de grienden nog in exploitatie waren, zijn deze dammen in combinatie met klepduikers ook aangebracht, maar deze waren met name bedoeld om het overtollige water uit het griend te laten stromen. Men zal dus in veel gevallen de reeds aanwezige klepduikers moeten omdraaien. Daarnaast is het voor opstuwing van de grondwaterstand ook noodzakelijk bestaande greppels ondieper te maken (anders hebben deze greppels juist een drainerende werking) en eventueel een gemaal aan te leggen om de waterstand te reguleren. Deze maatregelen zijn op voormalige grienden op de Esscheplaat langs het Hollandsch Diep effectief gebleken tegen verruiging met grote brandnetel (Ouweneel, 1990).
De hogergelegen delen van de grienden kunnen worden omgevormd tot een natuurlijk rivierbegeleidend bos met zwarte populier, zwarte els, vogelkers en op de hoogstgelegen

delen es, meidoorn en zomereik (Van de Rijt *et al.*, 1990). Waarschijnlijk is in deze bossen ook gelegenheid voor de vestiging van een aantal typerende soorten van hooggelegen grienden zoals ijle zegge en groot springzaad (Ouweneel, 1990). Het dichte dek van brandnetels voorkomt momenteel de kieming van deze soorten. Daarnaast is de hoeveelheid zaad ook een serieuze beperking voor de spontane ontwikkeling van rivierbegeleidende bossen met zwarte populier, zwarte els, vogelkers en hogerop es, meidoorn en zomereik, zodat aanplant mogelijk nodig is als stimulans voor de ontwikkeling van rivierbegeleidende bossen (Van de Rijt *et al.*, 1990).

5.6- Geraadpleegde literatuur

Adriaanse, L.A., 1986. Natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen. Een literatuurstudie naar factoren en functies die in oeverzones een rol spelen en naar de mogelijkheden voor natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen langs de oevers van (met name zoete) wateren. Rijkswaterstaat Deltadienst, Hoofdafdeling Milieu en Inrichting/Dienst Getijdewateren Nota GWWS-86.408.

Chardon, P., 1984. Oevers, oevererosie en oeverbescherming (in het algemeen en in de Brabantsche Biesbosch). Staatsbosbeheer Rapport nr.20-843-2, Tilburg.

Clevering, O.A. en W.J.M. van Gulik, 1990. De aanleg van biezenbegroeiingen. Mogelijkheden voor herintroduktie van biezen in het Haringvliet-Hollandsch Diepgebied. IOO i.o.v. Rijkswaterstaat DBW/RIZA.

Clevering, O.A., Hundscheid, M.P.J.en B.A.M. Peters, 1992. De groei van gevestige aangeplante mattenbiesbegroeiingen in het Haringliet in relatie tot vraat en maaien. NIOO/CTO i.o.v. RWS/Dir. Zuid-Holland.

Coops, H., 1992. Historische veranderingen in buitendijkse moerassen in het Noordelijk Deltabekken en het IJsselmeergebied. RIZA Notanr. 92.030.

Coops, H. en H. Smit, 1988a. Biezen langs de Oude Maas. De Levende Natuur 4: 106-110.

Coops, H. en H. Smit, 1988b. Biezen in het Noordelijk Deltabekken-inventarisatie 1987.. DBW/RIZA nota 88.036.

De Boois, H., 1980. Een nieuw milieu door afsluiting van het Haringvliet. Uit: De Biesbosch: het karakter na de grote veranderingen (Zonneveld, I.S., red.).

De Boois, H., 1982. Veranderingen in het milieu en de vegetatie in de Biesbosch door de afsluiting van het Haringvliet. Proefschrift, Landbouwhogeschool Wageningen.

Drost, H.J. en A. Muis, 1988. Begrazing van Duinriet op 'de Rug' in de Lauwersmeer. De Levende Natuur 1988(3): 82-88.

Geilen, N., 1993. Oeverplanten langs het Volkerak/Zoommeer in 1992. RIZA Werkdocument 93.008X.

Fortuin, A., 1989. De ontwikkeling en bescherming van oevers in afgesloten zeearmen-Samenvatting van de morfologische en biologische evaluatiestudies in Veerse Meer en Grevelingenmeer. Rijkswaterstaat directie Zeeland, Dienst Getijdewateren en Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Middelburg.

Hartog, W. en M. Van Zetten, 1990. Milieuvriendelijke oevers in de Biesbosch. Civiele Techniek 4: 8-14.

Hermelink, P.P.J. en R.G. Mes, 1987. De vegetatie van buitendijkse gebieden van het Haringvliet en Hollandsch Diep. Ecoland rapport nr 87-3, Bureau Ecoland.

Ivens, E., 1991. Natuurontwikkeling in de drooggevallen gebieden van het Volkerak/Zoommeer van 1987-1990. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Ivens, E., 1992. Referentiebeelden natuurvriendelijke oeververdedigingen. W-DWW-92-707, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Kerkhofs, M.J.J. en H. Smit, 1991. Natuurontwikkelingen Volkerak-Zoommeer in 1990. RIZA Notanr. 91.088.
Mes, R., Saris, F. en T. Boudewijn, 1992. De Biesbosch; natuurontwikkeling op een 'hot spot' van vervuiling. De Levende Natuur 1992(3): 68-76.
Ouweneel, G.L., 1990. De ontwikkeling van een voormalig getijdegriend langs het Hollandsch Diep. De Levende Natuur 1990 (6):210-215.
Peters, J.S., Van den Hark, M.H.C. en C. Bakker, 1991. Ecologische advisering natuurvriendelijke oevers: een methodische leidraad. RIZA-rapport nr.91.086.
Projectgroep POVEZ, 1988. Oeverbeschermingen in Volkerakmeer, Eendracht, Zoommeer en Bathse Spuikanaal. Projectgroep POVEZ.
Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979. Natuurbeheer in Nederland: Levensgemeenschappen. Pudoc, Wageningen. Pp.392.
Slager, H., Groen, K. en H. Visser, 1993. Begrazing, betreding en ontzilting. De Levende Natuur 94(3): 106-110.
Smit, H. en H. Coops, 1988. Waterplanten in het Noordelijk Deltabekken. DBW/RIZA notitie 88.024X.
Smit, G.F.J. en J. Visser, 1987. De samenhang tussen bodem, hydrologie en vegetatie in het Veerse Meer en de Braakman. Landschap 4(4): 274-288.
Van de Rijt, C. en H. Coops, 1993. Getij geeft vegetatie meer ruimte in het Rijn-Maasestuarium. De Levende Natuur 94: 68-72.
Van de Rijt, C.W.C.J., Van de Steeg, H.M. en C.W.P.M. Blom, 1990. De mogelijkheden van ecohydrologische modellering van de vegetatieontwikkeling in de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken. Vakgroep Experimentele Plantkunde, Werkgroep Rivierengebied, Katholieke Universiteit Nijmegen. Rapport nr. 25, Nijmegen.
Van Dijk, G.M., 1993. Light climate and its impact on *Potamogeton pectinatus* L. in a shallow eutrophic lake. Proefschrift, Landbouwuniversiteit, Wageningen.
Van Haperen, A.M.M. en W. van Wijngaarden, 1991. Vegetatiebeheer van de drooggevallen gronden in het Veerse Meer. De Levende Natuur 1991(2): 62-66.
Van Nes, E.H., Visser, J., Smit, H., Oorthuijsen, W. en A.W.J. van Schaik, 1991. Het Volkerak-Zoommeer: zoet en helder. RIZA nota 91.027.**Werkgroep "Oude Maas"**, 1977. De Oude Maas als groene rivier. Rapport Werkgroep "Oude Maas".
Verkade, G.J., 1991. Overzicht milieuvriendelijke oevers. CUR onderzoekscommissie C59.
Verkeer en Waterstaat, 1990. Natuur-Zoete wateren. Water voor nu en later. Basisrapport derde Nota waterhuishouding. Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA Notanummer 90.001.
Werkgroep evaluatie oeververdedigingen Korendijkse en Beninger Slikken, 1991. Evaluatie oeververdedigingen- Korendijkse en Beninger Slikken. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
Zonneveld, I.S., 1960. De Brabantse Biesbosch- Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdengebied. Pudoc, Wageningen.

Hoofdstuk 6- HET IJSSELMEERGEBIED

6.1- Abiotische kenmerken

Voor aanleg van de Afsluitdijk was het gehele IJsselmeergebied, de Zuiderzee, een groot brak getijdegebied met aanvoer van zoet water vanuit de IJssel en zout water door vloedbewegingen vanuit de Waddenzee. In het deel ten noorden van de lijn Hoorn-Urk-Stavoren waren veel getijdegeulen en eb- en vloedschorren, met name bij Enkhuizen en Stavoren. Vooral langs de Friese kust vond veel aanslibbing plaats. Ten zuiden van de lijn Hoorn-Urk-Stavoren was de Zuiderzee gelijkmatiger van diepte (Emmen, 1990).
Door afsluiting van de Zuiderzee, de aanleg van polders en de Houtribdijk werd het gebied opgedeeld in een aantal zoetwatermeren, die globaal in drie typen zijn onder te verdelen:
1- De grote diepe meren, IJsselmeer en Markermeer met daarbij inbegrepen de Gouwzee en het IJmeer;
2- Ondiepe meren gelegen in de delta van IJssel, Overijsselsche Vecht en het Zwarte Water. Hieronder vallen het Ketelmeer, het Vossemeer en het Zwarte Meer;
3- Ondiepe randmeren gelegen tussen de nieuwe polders en het oude land. Dit zijn de Veluwerandmeren (Drontermeer, Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernauw) en het Gooi- en Eemmeer.
Per type wordt een globale beschrijving gegeven van de abiotische factoren in deze meren. Mits anders vermeld zijn de gegevens ontleend aan Verkeer & Waterstaat (1990).

Ad 1- IJsselmeer en Markermeer

Het gezamenlijke oppervlak van beide meren bedraagt ongeveeer 185.000 ha. De gemiddelde diepte van het IJsselmeer bedraagt zo'n vijf meter en varieert van 2 tot 7 meter. In het Markermeer is de gemiddelde diepte 3.5 meter, variërend van 2 tot 5 meter. Het water in het IJsselmeer wordt voornamelijk aangevoerd door de IJssel en het overtollig water gaat naar de Waddenzee en het Markermeer. Het Markermeer krijgt behalve uit het IJsselmeer ook water uit de Flevopolders en de randmeren (Verkeer en Waterstaat, 1990).
Het waterpeil in de meren wordt grotendeels kunstmatig gereguleerd, maar opstuwing door wind kan ook flinke peilschommelingen veroorzaken. Bij het waterpeilbeheer is sprake van een onnatuurlijk peilverloop. Het waterpeil dat nagestreefd wordt in de zomer bedraagt NAP -0.20 m, in de winter is het peil lager (NAP -0.40 m). Onder natuurlijke omstandigheden zou het waterpeil in de winter hoger zijn dan in de zomer. De werking van de wind zorgt ervoor dat de peilen in de winter fluctueren tussen NAP -0.50m en NAP +0.20m en in de zomer tussen NAP -0.40m en NAP +0.40m (Peters *et al.*, 1991).
De chemische samenstelling van het IJsselmeerwater wordt grotendeels bepaald door het water uit de IJssel. Dit water is als gevolg van lozingen in het buitenland relatief zout en bevat veel fosfaat. In het IJsselmeer neemt de fosfaatconcentratie van zuid naar noord duidelijk af. Door de hoge hoeveelheid nutriënten in het IJsselmeerwater treedt er in zomer en najaar regelmatig hoge algenbloei op, met name in het midden en het noorden van het IJsselmeer.
Door aanvoer van doorslagwater uit de Flevopolders is het zoutgehalte in het Markermeer nog veel hoger dan in het IJsselmeer. Het gehalte aan fosfaten is daarentegen veel lager, waardoor minder algenbloei optreedt. Het fytoplankton in het Markermeer bestaat voornamelijk uit diatomeeën en groenwieren. Het Markermeer is relatief slibrijk, waardoor het doorzicht relatief laag is. In de Gouwzee en het IJmeer is het luwer waardoor minder slib opwervelt en het doorzicht beter is. De bodem in het IJsselmeer en Markermeer bestaat voornamelijk uit zand en plaatselijk komen afzettingen van klei en zavel voor.

Ongeveer 75% van de oeverlijn van IJsselmeer en Markermeer bestaat uit een abrupte overgang tussen land en water met harde verdedigingsmaterialen als basalt, stortsteen, keien of beton. In het IJsselmeer liggen langs de Friese westoever en bij Enkhuizen en Medemblik, ongeveer op NAP-niveau een aantal natte buitendijkse gebieden die over grote oppervlakten met moerasvegetaties begroeid zijn. In het Markermeer liggen langs de Hollandse oevers, vooral ten zuiden van Monnickendam, enkele omkade buitendijkse gebieden en stroken moerasvegetatie.

ad 2 - Meren van IJssel- en Vechtdelta
Zowel het Zwarte Meer, het Ketelmeer als het Vossemeer zijn vrij ondiep en hebben platen van zand en slik die bij lage waterstanden in de winter regelmatig droog vallen. De peilwisselingen van deze meren zijn de resultante van de wisselende afvoeren van IJssel en Overijsselsche Vecht, opstuwing van water van stroomafwaarts gelegen meren en afwaaiing door aflandige wind. De nagestreefde peilen zijn in principe gelijk aan die in het IJsselmeer, maar bovengenoemde factoren veroorzaken sterke schommelingen. Het fosfaatgehalte in deze meren is in het algemeen hoog, waardoor 's zomers in Zwarte Meer en Vossemeer veel algenbloei optreedt. Het water in het Ketelmeer bevat ook veel fosfaten, maar door de korte verblijftijden van het water treedt niet veel algenbloei op. In het noordoostelijk deel is de invloed van het Zwarte Meer echter groot en is de verblijftijd bovendien langer, waardoor regelmatig algenbloei optreedt.
De oevers aan de kant van de polders bestaan grotendeels uit rechte basaltdijken die onder water steil aflopen. Oevervegetaties ontbreken hier of komen slechts voor in smalle stroken. Aan de zijde van het oude land zijn de oeverzones in het algemeen beter ontwikkeld en voorzien van uitgebreide moerasvegetaties.

ad 3- De randmeren
De randmeren zijn ontstaan door de aanleg van de polders en vormen grotendeels de begrenzing tussen het oude en het nieuwe land. De meren zijn in het algemeen ondiep, tot 2 meter, maar dieper in vaargeulen en zandwinningsputten. Het water in deze meren is afkomstig van kwel, beken van het oude land en poldergemalen. In de zomer is het streefpeil is NAP -0.10m, en in de winter NAP -0.30m.
De waterkwaliteit in de randmeren wordt voornamelijk bepaald door lozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties en uit- en afspoeling van de landbouw via de verschillende beken. De randmeren hebben daardoor te kampen met veel algenbloei en een zeer beperkt doorzicht, alhoewel er de laatste jaren een verbetering in waterkwaliteit merkbaar is.
De oeverlijn aan de zijde van de polders is grotendeels steil en oevervegetaties zijn hier dan ook schaars. Waar de meerbodem wel geleidelijk oploopt is meestal een onbegroeid recreatiestrand aanwezig. Aan de zijde van het oude land loopt de oever bijna overal geleidelijk op en de oeverbegroeiing is op de meeste plaatsen dan ook redelijk tot zeer goed ontwikkeld.

6.2- Referentiebeeld en knelpunten

De meren in het IJselmeergebied zijn te beschouwen als grote laaglandmeren met ondergedoken waterplanten zoals kranswieren en fonteinkruiden en op de oever een zonering van biezenvelden in diep water tot lisdodde, riet en grote zegges hogerop.
Waterplanten worden in het IJsselmeergebied met name beperkt door het slechte doorzicht in de meeste meren. Wegens de hoge concentraties voedingsstoffen, vooral fosfaat en stikstofverbindingen, is er regelmatig sprake van algenbloei, waardoor weinig licht onder water doordringt. Soorten als schedefonteinkruid, doorgroeid fonteinkruid, tenger

fonteinkruid, gekroesd fonteinkruid, kranswieren, zannichellia, en smalle waterpest zijn afhankelijk van de hoeveelheid licht die in het water doordringt, aangezien ze geen bladeren hebben die drijven op het wateroppervlak (Bloemendaal en Roelofs, 1988). Behalve algenbloei in de waterkolom hebben de ondergedoken waterplanten ook te maken met fytoplankton dat op hun bladeren groeit, en veel licht wegvangt, waardoor de waterplanten ernstig in hun groei belemmerd worden (Hootsmans en Vermaat, 1991).
Het beperkte doorzicht is niet noodzakelijkerwijs alleen het gevolg van algenbloei. In grote, ondiepe meren waar de bodem spaarzaam bedekt is met waterplanten vindt veel opwerveling van bodemdeeltjes plaats. De wind zorgt door de grote strijklengte (zie par. 2.3, blz. 16) voor een sterke golfbeweging met een onderstroom die de bodem loswoelt. Van Dijk (1993) heeft in het Veluwemeer vastgesteld dat de troebelheid van het water als gevolg van opgewervelde bodemdeeltjes de groei en tubervorming van schedefonteinkruid sterk beperkt. Vooral in de randmeren, met uitzondering van het Gooimeer, is de geringe hoeveelheid licht die onder water doordringt een ernstige belemmering voor de ontwikkeling van waterplanten. Het dieptepunt voor de waterplanten was eind jaren zestig, begin jaren zeventig. In de jaren tachtig is er een kentering opgetreden en sindsdien nemen in de meeste meren zowel het aantal soorten als de aantallen per soort toe. De onderwaterflora is echter nog niet op het niveau van het begin van de jaren zestig. Het Veluwemeer is de enige van de randmeren waar sprake is van een relatief soortenrijke begroeiing met waterplanten (Doef *et al.*, 1991). Ook in Markermeer, Gouwzee en IJmeer zijn waterplanten weer in opkomst. Langs de Friese en Noord-Hollandse oeverzone van het IJsselmeer komen enkele veldjes met fonteinkruiden voor. In het IJsselmeer treedt echter nog regelmatig algenbloei op waardoor het doorzicht beperkt blijft. Wegens de korte verblijftijd van water is er in de meren van IJssel- en Vechtdelta geen sprake van overmatige algenontwikkeling en vormt het doorzicht geen groot knelpunt voor de ontwikkeling van waterplanten. Dit geldt echter niet voor het Zwarte Meer (Verkeer en Waterstaat, 1990).
Alle oeverplanten hebben te lijden van het onnatuurlijke peilverloop waardoor er in het voorjaar en zomer te weinig ondiepe plekken zijn waar deze kunnen kiemen en de planten in de winter gevoeliger zijn voor vorst en vraat door watervogels (Doef *et al.*, 1991; Coops, 1992). Daarnaast is sinds de afsluiting van de Zuiderzee het proces van erosie en sedimentatie sterk afgenomen, waarvan vooral biezen te lijden hebben gehad. Ze kunnen zich bij het achterwege blijven van opslibbing in het diepe water niet opnieuw vestigen en zullen bovendien sneller verouderen (Clevering en van Gulik, 1990). Bovendien is de golfbelasting op de biezenbestanden toegenomen met het verdwijnen van de waterplanten, die normaliter de golven dempen voordat ze de biezen bereiken (Verkeer en Waterstaat, 1990).
In de afgelopen decennia is het rietareaal in het IJsselmeergebied nauwelijks in oppervlakte achteruitgegaan. Toename blijft echter ook achterwege wegens het ongunstige peilbeheer en de steil aflopende oevers met harde verdedigingsmaterialen (Coops, 1992).
De rietlanden kunnen veel soorten herbergen zoals blijkt op verschillende buitendijkse gebieden. Aan de zijde van het oude land van Veluwemeer en Drontermeer zijn enkele rietlanden met bijzondere soorten als rietorchis. Rietmoerassen in IJdoorn aan de kust van het Markermeer bevatten zelfs nog zoutminnende soorten als zilt torkruid en zilte rus, die naast andere bijzondere planten als elzenzegge, dotterbloem en rietorchis groeien. Ook in de verruigde rietzone groeien nog zoutminnende soorten als moerasmelkdistel en heemst (Prov. Noord-Holland, 1990).
Waar op buitendijkse gronden zand tot nabij het grondwater uitstuift, kunnen pioniervegetaties van vochtige duinvalleien opduiken. Dit zijn soorten van het knopbiesverbond en het dwergbiezenverbond (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979). In de buitendijkse gebieden van Friesland komen nog enkele orchideeënrijke graslanden voor met veel rietorchis, ratelaar en koekoeksbloem. Deze graslanden komen voor op vochtige, licht

bemeste plaatsen. In oude geulen, die vroeger ten behoeve van de rietteelt gegraven zijn en geïsoleerd liggen ten opzichte van het meer, kan veenvorming plaatsvinden. Door de continu natte omstandigheden verteren afgestorven planten nauwelijks en bovendien spoelt de kalk in de bodem steeds dieper uit. Hierdoor verzuren de plekken en zullen laagveenplanten als moeraskartelblad, moerasbasterdwederik, ronde zegge en draadzegge verschijnen (Slager en Smit, 1988).De biezenvelden zijn ofwel veranderd in open water of vervangen door riet en lisdodde. Deze oeverplanten hebben niet zozeer te lijden van een gebrek aan opslibbing, maar meer van het onnatuurlijke peilbeheer in het IJsselmeergebied. Door het lage winterpeil neemt de kans op vorstschade en vraat door watervogels toe. Het hoge waterpeil in voorjaar en zomer beperkt daarentegen de hoeveelheid geschikt substraat waarop zaden van oeverplanten kunnen kiemen en vestigen (Coops, 1992).
Het hoge waterpeil in de zomer beperkt niet alleen het oppervlak dat geschikt is voor de kieming van oeverplanten, maar ook het areaal dat normaliter begroeid zou zijn met pionier-, grasland- of ruigtevegetaties (Cuperus en Canters, 1992).

6.3- Voorkomende oevertypen en bijbehorende streefbeelden

Oevers met harde verdedigingsmaterialen als basalt, stortsteen, keien of beton. Tussen deze materialen zijn ongeschikt voor echte oevervegetaties. Voor zover aanwezig zal de begroeiing bestaan uit hoog opschietende ruigtekruiden en -struwelen die profiteren van het organisch materiaal dat zich in de kieren en gaten van de oeververdediging ophoopt en snel afbreekt in de open lucht.
De aanwezige glooiende oevers en buitendijkse gebieden zijn meestal niet beschermd tegen oeverafslag en het is vaak onduidelijk in hoeverre dat nodig is (Peters *et al.*, 1991). De oeverafslag is in ieder geval niet zo ernstig als in de buitendijkse, drooggevallen gronden van het Haringvliet (zie hoofdstuk 5).
Vooroeververdedigingen dragen echter wel bij aan de ontwikkeling van een volledige(re) vegetatiezonering aan de oever door het creëeren van luwe zones. Op luwe plaatsen vindt minder opwerveling van bodemdeeltjes plaats. Zeker wanneer algenbloei tevens onder controle gehouden kan worden, zal op deze plaatsen het lichtklimaat voor waterplanten gunstig zijn (Hootsmans en Vermaat, 1991; Van Dijk, 1993) en zijn biezen minder blootgesteld aan golfslag (Verkeer en Waterstaat, 1990).
In het kader van natuurontwikkeling in het IJsselmeergebied bestaan plannen om glooiende oevers aan te leggen door zand en bagger uit de meren op te spuiten (Verkeer en Waterstaat, 1990). Voor deze kunstmatig aangelegde vooroevers zijn de volgende verdedigingsconstructies voorgesteld (Emmen, 1990):
- direkte verdediging door middel van stortsteen;
- indirekte verdediging in de vorm van een verdedigde zanddam;
- indirekte verdediging in de vorm van een stortstenendam;
- combinaties van direkte en indirekte verdedigingen met stortsteen.

De begroeiing van de harde verdedigingsmaterialen zal er ongeveer hetzelfde gaan uitzien als die bij de Korendijkse en Beninger Slikken (zie par. 5.4, blz. 54).

6.4- Mogelijkheden voor beheer

Beheer van de constructie
Vooroevers achter indirecte oeververdedigingen kunnen volledig geïsoleerd
worden of min of meer in open verbinding staan met het meer. Een open verbinding tussen vooroever en meer vergroot de mogelijkheden voor zaden, tubers en andere vegetatieve voortplantingsdelen om de oevers te bereiken en daar uit te groeien. Bovendien

zorgt een open verbinding voor verversing van het water in de vooroever, waardoor mogelijk botulisme en algenbloei minder kans krijgen.

Waterplanten
Zoals in par. 6.2.1 is betoogd wordt de ontwikkeling van een waterplantenvegetatie voornamelijk verhinderd door de voedselrijkdom van het water. Algen in het water en op de bladeren van waterplanten ontwikkelen zich hierdoor massaal en onderscheppen het licht. Via een actief vegetatiebeheer is hier weinig aan te veranderen. Dit probleem zal aangepakt moeten worden door de instroom van voedingsstoffen te verminderen en eventueel door manipulatie van de verhouding tussen algen en algeneters (Actief Biologisch Beheer, meer informatie hierover is te vinden in Hosper *et al.*, 1992). Opwerveling van slib- en kleideeltjes als gevolg van windgolven in de ondiepe meren is te verminderen door met behulp van eilanden, dijken, windsingels en dammen luwteplekken te creëren waar minder bodemdeeltjes opwervelen. Dez plekken kunnen dienst doen als vegetatiekernen, van waaruit de waterplanten zich verder over het meer kunnen verspreiden (Van Dijk, 1993).

Biezen
Biezen kunnen zich nauwelijks uitbreiden vanwege het hoge waterpeil in de zomer. Omdat opslibbing achterwege blijft verouderen de bestaande bestanden snel. Sterke golfslag heeft ook z'n tol geëist onder biezenbestanden, maar deze factor speelt achter vooroeververdedigingen een veel minder grote rol. Via aanplant kunnen hier mogelijk weer nieuwe biezenbestanden verkregen worden (net als aan de oevers van de zoete deltameren, zie par. 5.5, blz. 56).
De ophoping van organisch materiaal rond de wortels, een mogelijke oorzaak voor de snellere degeneratie van biezenbestanden (Clevering en van Gulik, 1990), kan wellicht door maaien en afvoeren voorkomen worden. Het is echter onduidelijk of biezen alleen te lijden hebben van hun eigen afgestorven plantendelen of dat ook organisch materiaal uit andere delen van het meer hiervoor verantwoordelijk is. Bovendien ontbreekt nog de nodige kennis over het juiste tijdstip en frequentie van een effectief maaibeheer (zie par. 5.5, blz. 56).

Riet- en graslanden
Voor riet en andere oeverplanten vormen vooral het ongunstige peilbeheer en de onnatuurlijke oevervorm en -substraat belemmeringen voor vestiging en uitbreiding. Deze knelpunten vereisen echter een oplossing op grotere schaal (zoals aanpassing van peilbeheer en een andere inrichting van oevers) en vallen buiten het kader van dit rapport. De onnatuurlijke peilfluctuaties vereisen geen afwijkend beheer voor de reeds bestaande oevervegetaties. De beheersmethoden en effecten zoals vermeld in de beheersmatrix (blz. 70) zijn ook hier van toepassing.
Net als in de deltameren (hoofdstuk 5) treden ook in Markermeer, IJsselmeer en de meren van de IJssel- en Vechtdelta regelmatige peilwisselingen op als gevolg van opstuwing door wind. Hierdoor zal althans aan de waterzijde van de rietkraag geen verlanding optreden. De hoogwaters zullen afgestorven plantenmateriaal hogerop in de rietkraag deponeren. Waar veel strooisel ophoopt, zal een sterke verruiging optreden en mogelijk moet hier dan ook regelmatig gemaaid worden om overwoekering door één of enkele ruigtesoorten te voorkomen. Door eens per jaar te maaien en af te voeren kunnen brakke ruigtesoorten als moerasmelkdistel en heemst behouden blijven (Provincie Noord-Holland, 1990).
Plaatsen in het rietland die alleen nog onder invloed van relatief voedselarm regenwater staan en nog maar hoogst zelden door het voedselrijke meerwater overspoeld worden, kunnen verzuren. Volgens Slager en Smit (1988) zal zich, bij achterwege blijven van beheer, een vegetatie met laagveenplanten ontwikkelen zoals die in kleine stukjes van de buitendijkse

gronden van Friesland wordt aangetroffen (zie par 6.2.1). Wanneer jaarlijks in de winter gemaaid wordt ontstaat een rietland met veel veenmos in de ondergroei. Op den duur vestigen zich hier ook soorten als zonnedauw, veenpluis, tormentil en moerasviooltje. De kans op een dergelijke ontwikkeling is echter beperkt tot een gering aantal plaatsen die alleen door regenwater gevoed worden. Daarnaast is het regenwater door luchtverontreiniging tegenwoordig ook niet meer zo voedselarm. Veel veenmosrietlanden in Noord-Holland zijn hierdoor al van karakter veranderd en laten een sterke toename van haarmossen en gestreepte witbol zien (Provincie Noord-Holland, 1990).
Natte bloemrijke graslanden ontstaan door jaarlijks zomermaaien van voedselrijke rietlanden. Voor het behoud van deze graslanden is éénmaal per jaar maaien en afvoeren (begin mei-begin augustus) voldoende. Begrazing is alleen aan te raden wanneer deze extensief is en er hoge, drogere plekken in het terrein beschikbaar zijn waar het vee zich in natte periodes kan terugtrekken. Een te hoge begrazingsdruk zal leiden tot vertrapping van de zode (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979). Het jaarlijks zomermaaibeheer in deze natte, licht voedselrijke graslanden kan verschralend werken, waardoor orchideeën en ook veel andere soorten vrij snel verdwijnen. Het grasland verandert in een uniforme, dichte begroeiing van enkele grassen-, zeggen- of biezensoorten. Deze ontwikkeling is te stoppen door licht bij te mesten met ruige stalmest of bagger (Provincie Noord-Holland, 1990).

6.5- Geraadpleegde literatuur

Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs (red.), 1988. Waterplanten en Waterkwaliteit. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
Clevering, O.A. en W.J.M. van Gulik, 1990. De aanleg van biezenbegroeiingen. Mogelijkheden voor herintroduktie van biezen in het Haringvliet-Hollandsch Diepgebied. IOO i.o.v. Rijkswaterstaat DBW/RIZA.
Coops, H., 1992. Historische veranderingen in buitendijkse moerassen in het Noordelijk Deltabekken en het IJsselmeergebied. RIZA Notanr. 92.030.
Cuperus, R. en K.J. Canters, 1992. Met oevers meer natuur. Op zoek naar referentiebeelden en maatregelen voor aanleg, inrichting en beheer van natuurvriendelijke oevers. CML rapport 84 i.o.v. RIZA en DWW.
Doef, R.W., Smits, A.J.M. en F.C.M. Kerkum, 1991. Water- en oeverplanten in het IJsselmeergebied. RIZA Nota 90.015.
Emmen, S., 1990. Milieuvriendelijke oevers in het IJsselmeer en Markermeer. Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/Riza nota nr. 90.037.
Hootsmans, M.J.M. en J.E. Vermaat, 1991. Macrophytes, a key to understanding changes caused by eutrophication in shallow freshwater ecosystems. International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering (IHE). IHE Report Series 21. Dissertatie. Delft.
Hosper, S.H., Meijer, M.L. en P.A. Walker (red.), 1992. Handleiding Actief Biologisch Beheer. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) i.s.m. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB). RIZA Lelystad.
Ivens, E., 1992. Referentiebeelden natuurvriendelijke oeververdedigingen. W-DWW-92-707, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
Peters, J.S., Van den Hark, M.H.C. en C. Bakker, 1991. Ecologische advisering natuurvriendelijke oevers: een methodische leidraad. RIZA-rapport nr.91.086.
Provincie Noord-Holland, 1990. Rietlanden en moerassen in Noord-Holland. Meer kansen voor natuur. Provincie Noord-Holland Dienst Ruimte en Groen afdeling Onderzoek en Informatie, Haarlem.

Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979. Natuurbeheer in Nederland: Levensgemeenschappen. Pudoc, Wageningen, pp.392.
Slager, H. en G.F.J. Smit, 1988. De buitendijkse gronden langs de Friese IJsselmeerkust: bodem, grondwater en vegetatie. Flevobericht nr.287.
Van Dijk, G.M., 1993. Light climate and its impact on *Potamogeton pectinatus* L. in a shallow eutrophic lake. Proefschrift, Landbouwuniversiteit, Wageningen.
Verkeer en Waterstaat, 1990. Natuur-Zoete wateren. Water voor nu en later. Basisrapport derde Nota waterhuishouding. Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA Notanummer 90.001.

Beheersmatrix voor oevers en buitendijkse gronden van meren en benedenrivieren

In de matrix op de volgende bladzijden is weergegeven welke uitwerking beheersmaatregelen hebben op de vegetatie. Het schema is toepasbaar voor oever-, ruigte- en graslandvegetaties op oevers en drooggevallen gronden van zoete en brakke deltameren, de meren in het IJsselmeergebied en de oevers van de benedenstroomse gedeelten van de rivieren.
Veranderingen als gevolg van beheersmaatregelen zijn slechts globaal weergegeven. Verschuivingen in soortensamenstelling en aantallen per soort zijn voor een groot deel ook afhankelijk van de van plaats tot plaats verschillende milieufactoren. Aan de hand van dit schema is het wel mogelijk vast te stellen hoe verschillende vegetatietypen uit elkaar verkregen kunnen worden en hoe een vegetatietype behouden kan blijven. In de hoofdstukken over desbetreffende gebieden worden nadere beschrijvingen gegeven van deze vegetaties. Verder kan aan de hand van het CML-ecotopen systeem (zie hiervoor o.a. Cuperus en Canters (1992)) vastgesteld worden welke soorten te verwachten zijn bij een bepaald vegetatietype.

Toelichting op de beheersmatrix
Effecten van een bepaalde beheersmaatregel zijn soms aangeduid met een Romeins cijfer, eventueel met nadere specificering. Dit cijfer duidt op de vegetatie die achter dat cijfer in de kolom 'uitgangssituatie' genoemd is. Een bepaalde uitgangssituatie kan dus het resultaat zijn van beheer van een andere vegetatie.
Bij de beheersmaatregel 'niets doen' is getracht de vermoedelijke vegetatieontwikkeling te schetsen. De opeenvolgende stadia zijn verbonden door een pijltje.
Een vraagteken tussen haakjes, dus zo:(?), betekent dat het onzeker is of het weergegeven effect voor het vraagteken ook optreedt. Een vraagteken zonder haakjes duidt erop dat alle effecten die weergegeven zijn bij desbetreffende beheersmaatregel en uitgangssituatie onzeker zijn.
N.v.t.(niet van toepassing) betekent dat de beheersmaatregel voor desbetreffende uitgangssituatie niet relevant is.

Uitgangssituatie	Beheer Wintermaaien met afvoer (jaarlijks; half nov.-half maart)	Wintermaaien met afvoer (eens per 2 à 3 jaar)	Zomermaaien met afvoer (na juli)	Nazomermaaien met afvoer (sept.)	Begrazen-incidenteel, daarna niets doen	Begrazen-extensief	Begrazen-intensief	Zomermaaien met afvoer (3 à 4 keer), daarna extensief begrazen	Uitkrabben	Niets doen
I- Rietkraag, eventueel met enkele begeleidende soorten (beneden hoogwaterlijn).	Blijft I	Blijft I	Open water of (moeizame) handhaving van riet	Blijft I, wel lichte uitputting van wortelstokken	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Blijft I
II- Riet domineert (boven hoogwaterlijn).	Blijft II	Verruiging- nat: III/IV droog: V	Riet blijft dominant, op lange termijn VIII -?-	Blijft II, wellicht ook III	Beschadiging van oever en vegetatie, herstel moeizaam	Vertrapping van oever, zo niet dan omvorming tot grasland met fioringras of liesgras	N.v.t.	N.v.t.	Blijft II	II->IV->V->VI/VII (?)
III- Riet met diverse natte ruigte- en moerassoorten	Blijft III	Blijft III, meer mogelijkheden voor andere oeverplanten	Riet blijft dominant, op lange termijn VIII -?-	Blijft III	Beschadiging van oever en vegetatie, herstel moeizaam	Vertrapping van oever, zo niet dan omvorming tot grasland met fioringras of liesgras	Omvorming tot soortenarm (fiorin)grasland	Omvorming tot soortenrijk (fiorin)grasland	II -?-	IV->V->VI/VII (?)
IV- Natte rietruigte-soortenarm (o.a. liesgras en moerasspirea)	Blijft IV	Blijft IV	Blijft IV, sterkere dominantie van liesgras	Blijft IV	Beschadiging van oever en vegetatie, herstel moeizaam	Vertrapping van oever, zo niet dan omvorming tot grasland met fioringras of liesgras	Omvorming tot soortenarm (fiorin)grasland	Omvorming tot soortenrijk (fiorin)grasland	II -?-	V>VI/VII (?)
V- Droge rietruigte met harig wilgeroosje, haagwinde e.d.	Blijft V	Blijft V	Blijft V-?-	Blijft V	Kans op opslag van bomen en struiken	Omvorming tot ruig (rietzwenk)grasland	Omvorming tot soortenarm (rietzwenk)grasland	Omvorming tot soortenrijk (rietzwenk)grasland	II	VI/VII (?)
VI- Ruigtevegetatie (harig wilgeroosje, haagwinde, e.d.)	N.v.t.	N.v.t.	Blijft VI	Blijft VI	Kans op opslag van bomen en struiken	Omvorming tot ruig (rietzwenk)grasland	Omvorming tot soortenarm (rietzwenk)grasland	Omvorming tot soortenrijk (rietzwenk)grasland	II	Blijft VI, misschien struweelvorming
VII- Struweel (dauwbraam, struikwilgen of duindoorn)	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Omvormig tot grasland met o.a. raaigras/kamgras	N.v.t.	Blijft VII
VIII- Nat bloemrijk hooiland met grassen, ruigte- en moerassoorten	N.v.t.	N.v.t.	Blijft VIII, mogelijk verdwijnen van ruigtesoorten	Blijft VIII	Verruiging, kans op opslag van o.a. struikwilgen en zwarte els.	Blijft VIII, waarschijnlijk verdwijnen tred-gevoelige soorten	Soortenarm (fiorin)grasland	Soortenarm (fiorin)grasland -?-	N.v.t.	IV->V->VI->VII (?)
IX- Oud grasland op langzaam ontziltende grond, eventueel met zoutminnende planten	N.v.t.	N.v.t.	-?- Mogelijk verdwijnen 'zoute' soorten sneller	Blijft IX, met lichte verruiging	Verruiging, kans op opslag van o.a. struikwilgen en zwarte els	Blijft IX	Soortenarm (fiorin)grasland	Soortenarm (fiorin)grasland -?-	N.v.t.	XI->VI->VII (?)
X- Nieuw grasland op kleiige bodem	N.v.t.	N.v.t.	Blijft X, waarschijnlijk verdere verruiging	Blijft X, met lichte verruiging	Verruiging kans op opslag van o.a. struikwilgen en zwarte els	Blijft X	Soortenarm grasland	Blijft X, aantal soorten kunnen verdwijnen	N.v.t.	XI->VI->VII (?)
XI- Verruigd grasland op kleiige bodem	N.v.t.	N.v.t.	Blijft XI, mogelijkheden voor tredgevoelige soorten	Blijft XI, waarschijnlijk verdere verruiging	Verruiging, kans op struweel- en bos-vorming	Blijft XI, waarschijnlijk verdere verruiging	Soortenarm grasland	Blijft XI, ruigtesoorten verdwijnen	N.v.t.	VI->VII (?)
XII- Grasland op zandbodem	N.v.t.	N.v.t.	Blijft XII, mogelijkheden voor tredgevoelige soorten	Blijft XII	Verruiging, kans op struweel- en bos-vorming	Blijft XII	Soortenarm grasland	Blijft XII, aantal soorten kunnen verdwijnen	N.v.t.	XIII-> Struweelvorming met voornamelijk duindoorn
XIII- Grasland op zandbodem, verruigd met o.a. duinriet	N.v.t.	N.v.t.	Blijft XIII, waarschijnlijk geen verdere verruiging	Blijft XIII, geen verdere verruiging	Verruiging, kans op struweel- en bos-vorming	Blijft XIII, waarschijnlijk geen verdere verruiging	Duinriet en mogelijk ook andere soorten verdwijnen (?)	Verruiging wordt tegengegaan	N.v.t.	Struweelvorming met voornamelijk duindoorn

Hoofdstuk 7- KANALEN/VAARTEN

7.1- Abiotische kenmerken

Kanalen hebben geen natuurlijke ontstaanswijze, maar zijn door de mens gegraven ten behoeve van afwatering of scheepvaart. Kanalen zijn in het algemeen rechtlijnige wateren, vaak breder dan acht meter en met een diepte variërend van 1.5 tot 4 à 5 meter. Aangezien bij aanleg de belangen van scheepvaart en waterafvoer voorop stonden en de ruimte voor de te graven watergang beperkt was, hebben de meeste kanalen een oever met steil talud (Kwakernaak, 1988). Vanwege deze functies heeft een kanaal in het algemeen een constant waterpeil. Er treden onregelmatige peilwisselingen op als gevolg van passerende schepen of door translatiegolven na het schutten van de sluizen (Verkeer & Waterstaat, 1990). In het algemeen is er geen stroming, maar wanneer een kanaal ook een belangrijke functie heeft voor de waterafvoer is wel stroming merkbaar. Periodieke verplaatsing van water in kanalen kan in beide richtingen plaatsvinden en is afhankelijk van aanvoer, lozing, spui of wind (CUWVO-V-1, 1988).
De waterkwaliteit wisselt sterk van kanaal tot kanaal. In het algemeen hebben watergangen in hooggelegen delen van het land een afvoer van regio-eigen water, waarvan de waterkwaliteit sterk kan verschillen. Dergelijke kanalen voeren vaak water af uit nutriënt- en kalkarme en relatief zure hoogveengebieden en zandgronden. Hier vindt geen inlaat van rivierwater plaats, net zomin als in kanalen van laagveengebieden. Op kanalen elders wordt vaak rivierwater ingelaten (Verkeer & Waterstaat, 1990). Op de meeste plaatsen laat de waterkwaliteit dan ook veel te wensen over: de belasting met nutriënten, zware metalen en organische microverontreinigingen is het voornaamste probleem (Peters *et al.*, 1991).
De grote scheepvaartkanalen zijn meestal voorzien van oevers die met stalen damwanden beschoeid zijn. Het scheepvaartverkeer veroorzaakt behalve golfslag op de oever ook opdwarreling van slib, waardoor het water in druk bevaren kanalen erg troebel is.
Bij de ontwikkeling van een natuurlijke zonering van water- en oeverplanten is aan de waterkant het scheepvaartverkeer het grootste knelpunt, met name voor waterplanten. Het veelal steile talud staat een goed ontwikkelde zone van oever- en waterplanten in de weg.

7.2- Beschrijving referentiebeeld en knelpunten

Vanwege het kunstmatige karakter van kanalen is het moeilijk een natuurlijk referentiebeeld op te stellen. Vergelijking met oeverbegroeiingen van natuurlijke watertypen in de omgeving kan duidelijk maken welke soorten op kanaaloevers te verwachten zijn (Kwakernaak, 1988). De omstandigheden waaronder planten op kanaaloevers groeien, komt echter niet altijd overeen met die van de meer natuurlijke watertypen. Kanalen worden vaak uitgegraven tot dieper liggende bodemlagen, die kunnen verschillen van de toplaag zoals die in de omgeving voorkomt. Bovendien wordt bij de aanleg van kanalen in zand- of veengebieden vaak een kleilaag aangebracht. Hierdoor kan de soortensamenstelling van de oeverbegroeiing afwijken van die langs wateren met een natuurlijke oorsprong (CUWVO-V-1, 1988; Cuperus en Canters, 1992).
Als referentiebeeld voor kanalen geldt de complete zonering van ondergedoken waterplanten tot de zachthoutzone (zie par. 2.1, blz. 13) (CUWVO-V-1, 1988). In werkelijkheid komt deze zonering slechts zeer fragmentarisch voor in kanalen, zeker wanneer die druk bevaren zijn. Door opwerveling van slib komen ondergedoken waterplanten en drijfbladplanten niet voor in kanalen met veel scheepvaartverkeer. Bovendien is de directe werking van de door schepen veroorzaakte golfslag ook ongunstig. Wanneer kanalen niet meer door de scheepvaart

gebruikt worden, verschijnen er meestal wel allerlei ondergedoken en drijvende waterplanten (CUWVO-V-1, 1988). De hevige waterbewegingen, en de daarmee gepaard gaande erosie, die het scheepvaartverkeer veroorzaakt, belemmeren ook de vestiging van veel oeverplanten. Biezen en ook veel andere helofyten zullen hierdoor vaak ontbreken. (Kwakernaak, 1988). Het veelal steile talud is een ander knelpunt bij de ontwikkeling van een diverse oevervegetatie. Hoe flauwer de helling van het oeverprofiel, des te gelijkmatiger wordt de golfenergie op de oever gedempt en des te meer mogelijkheden zijn er voor de ontwikkeling van een gezoneerde vegetatie (Adriaanse, 1986). De effecten van golfslag worden dus nog eens versterkt door de steile oever. Het gebrek aan ruimte voor een brede gradiënt van nat naar droog betekent dat een bijbehorende vegetatiezonering ontbreekt, doordat de oever- en ruigtezone in elkaar schuiven (Cuperus en Canters, 1992).

Tabel 7.1: Invloed van scheepvaart op vegetatietype aan de oever. Weergegeven zijn de verschillende vegetatietypen die voor kunnen komen bij vier scheepvaartklassen: geen= geen scheepvaartbeweging én geen waterrecreatie; laag= geen scheepvaartbeweging én waterrecreatie met lage frequentie; matig= scheepvaartklasse II/III met lage frequentie én waterrecreatie met hoge frequentie; hoog= scheepvaartklasse >III en klassen II/IIImet hoge frequentie én waterrecreatie met hoge frequentie. Aanduiding van scheepvaartklassen is volgens Commissie Vaarwegbeheerders (1989). De vegetatietypen zijn aangeduid met hoofdletters: P= pioniervegetatie; G= graslandvegetatie; R= ruigtevegetatie; O= ondergroeisoorten van bossen en struwelen; H= houtige gewassen van bossen en struwelen; V= verlandingsvegetatie van oeverplanten; W= watervegetatie; ( )= mogelijk nog aanwezig (Uit: Cuperus en Canters, 1992).

Invloed scheep-vaartbeweging	Bodemtype	Zoet/Brak	Zone van de oever		
			vochtig-nat	nat	ondiep water
Geen	Veen/zand	brak	P-G-R	P-G-R	V-W
		zoet	P-G-R-O-H	P-G-R-O-H	V-W
	Klei	brak	P-G-R	P-G-R	V-W
		zoet	P-G-R-O-H	P-G-R-O-H	V-W
Laag	Veen/zand	brak	P-G-(R)	P-G-(R)	(V)-(W)
		zoet	P-G-(R)-(O)-(H)	P-G-(R)-(O)-(H)	(V)-(W)
	Klei	brak	P-G-R	P-G-R	V-(W)
		zoet	P-G-R-O-H	P-G-R-O-H	V-(W)
Matig	Veen/zand	brak	P-G-(R)-(H)	(P)-(G)-(H)	–
		zoet	P-G-(R)-(H)	(P)-(G)-(H)	–
	Klei	brak	P-G-R-H	P-G-H	(V)
		zoet	P-G-R-H	P-G-H	(V)
Hoog	Veen/zand	brak	(P)	–	–
		zoet	(P)	–	–
	Klei	brak	(P)-G	–	–
		zoet	(P)-G	–	–

In tabel 7.1. is voor zoete en brakke situaties weergegeven welke vegetatietypen bij verschillende mate van scheepvaartbeïnvloeding voor kunnen komen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen veen en zandbodems enerzijds en kleibodems anderzijds. Het laatste bodemtype is namelijk veel erosiebestendiger dan de eerste twee.

7.3- Toegepaste oeververdedigingen en bijbehorende streefbeelden

Ter bescherming tegen erosie zijn de oevers vaak voorzien van rechte, verticale oeverbeschoeiingen van beton en staal (De Kwaadsteniet, 1990). De laatste jaren zijn ook andere vormen van oeververdediging toegepast, die de golfslag in meer of mindere mate tegenhouden en die de geleidelijke overgang van land naar water niet al te zeer aantasten, zodat er meer vegetatieontwikkeling mogelijk is. In het kort zal worden beschreven welke gevolgen de toegepaste constructies hebben voor de begroeiing.

Aanliggende oeververdediging:- Betonblokkenmatten op geotextiel
Een inventarisatie van begroeiing van betonblokkenmatten langs een aantal kanalen heeft uitgewezen dat waterplanten hierop meestal ontbreken. Dit is deels te verklaren door de ongunstige doorwortelingseigenschappen van de planten en deels door de (te) hoge golfdynamiek die heerst op plekken waar oevers met betonblokkenmatten worden verdedigd (Reitsma, 1990). Schedefonteinkruid is een van de weinige soorten waterplanten die bestand is tegen zeer dynamische omstandigheden (Bloemendaal en Roelofs, 1988). Deze soort is de enige waterplant die wortelend op een betonblokkenmat (langs de Eem) werd aangetroffen. Gele plomp en watergentiaan zijn ook op dit oeververdedigingsmateriaal gevonden, maar het ging bij deze soorten om reeds gevestigde populaties die zich met hun wortelstokken over de matten uitbreidden (Reitsma, 1990).
In het gedeelte van de rietzone onder en op de waterlijn ontbrak vaak plantengroei op betonblokkenmatten. Boven de waterlijn was het aandeel van landplanten ongeveer even groot als dat van oeverplanten. Veel oeverplanten zijn dus blijkbaar niet in staat de matten te doorgroeien, omdat deze op oevers zonder kunstmatige verdediging veruit in de meerderheid zijn. Vooral oeverplanten van slappe bodems, zoals moerasvergeetmijnietje, rode watereprijs en watermunt, bleken op betonblokkenmatten met geotextiel te ontbreken. Houtige gewassen als els en wilgen kunnen door het geotextiel heen groeien en werden regelmatig aangetroffen op met betonblokkenmatten verdedigde kanaaloevers (Reitsma, 1990).
Een- en tweejarige tweezaadlobbigen kunnen in het algemeen ook de matten doorgroeien. Vanaf de landzijde kan de mat begroeid raken door soorten als fioringras, geknikte vossestaart, hondsdraf, ruw beemdgras, kruipende boterbloem en witte klaver. Deze zodevormende planten kunnen met hun lange bovengrondse uitlopers de mat koloniseren en zorgen voor ophoping van organisch materiaal en humusvorming. Hierdoor kunnen de matten eventueel geschikt worden voor andere soorten, mits ze de concurrentie met de zodevormende soorten doorstaan. Gebrek aan kennis over dikte van haarwortels van hogere planten en de onvolledige produktinformatie over geotextielen maakt het moeilijk om exact aan te geven welke planten wel of niet te verwachten zijn op oevers die met dergelijke materialen beschermd zijn (Reitsma, 1990).

Aanliggende oeververdediging:- breuksteen, grind, schanskorven en kraagstukken
Deze oevers zijn boven de waterlijn vaak begroeid met hoogopgaande soorten als harig wilgeroosje, grote brandnetel, akkerdistel, fioringras, rood zwenkgras, rietgras en andere grassen en verschillende soorten in de ondergroei met lange worteluitlopers waaronder zilverschoon en hondsdraf. Behalve riet en liesgras zijn er geen echte oeverplanten op deze

materialen aangetroffen. Ook waterplanten, m.n. schedefonteinkruid, zijn aangetroffen op dergelijke verdedigingsmaterialen (Ivens, 1992).
Langs het Wilhelminakanaal bleken bepaalde soorten zich niet of moeizaam te vestigen op oevers van enkamatten en stortsteen. Alle soorten russen, met name pitrus, ontbraken op de oevers. Riet en ook ander soorten zoals mannagras en liesgras, breidden zich niet uit op stortsteen (Moller Pilot, 1989). Oevers waarin kraagstukken zijn verwerkt zullen, indien de wilgetakken zijn gaan uitlopen, wegens beschaduwing weinig begeleidende soorten hebben (Bout, 1992).

Plasberm achter damwand of vooroeververdediging
Damwanden, stortstenen dammen of schanskorven kunnen dienen als vooroeververdediging, die de golfslag van de eigenlijke oever weren. Daarachter is vaak een natte strook aangelegd. De verdedigende constructie zelf heeft op houten en stenen damwanden een open vegetatie met karakteristieke soorten als blauw glidkruid en wolfspoot. De begroeiing op stortstenen dammen en schanskorven kan bestaan uit allerlei oeverplanten en kruipende kruidachtigen op plaatsen waar zich grond heeft opgehoopt (Ivens, 1992).
Achter de vooroeververdediging zijn tal van mogelijkheden voor een gevarieerde begroeiing van moerasplanten en natte ruigtesoorten. Erg bepalend hiervoor zijn diepte van de natte strook achter de damwand en de hellingshoek van de oeverlijn. Naarmate de plasberm ondieper is, kunnen er meer oever- en ruigtesoorten voorkomen. Steile oevers maken de vestiging van veel soorten onmogelijk. Langs het Wilhelminakanaal bleken ondiepe, glooiende oeverzones het hoogste aantal soorten te bevatten (Moller Pilot, 1989).
Vaak vindt aanleg van plasbermen plaats in combinatie met aanplant van riet of wilgen en ontwikkeling van dichte grasmatten hogerop. Dit komt de soortenrijkdom niet ten goede, want de meeste oeverplanten hebben open plekken nodig om te kiemen (Moller Pilot, 1989).

7.4- Mogelijkheden voor beheer

Aanliggende taludverdediging
Het beheer van de vegetatie op onverdedigde oevers is vaak gericht op het behoud van een stevige rietkraag of althans het behoud van de aanwezige, klonale groeiers. Welk beheer er toegepast moet worden om een stevige rietkraag te behouden is grotendeels bekend (zie hoofdstuk 3). Mogelijkheden om met een minder intensief beheer een optimaal beschermende rietkraag te behouden worden momenteel uitgetest langs het Kanaal door Voorne. Tot nu toe blijkt de vitaliteit van riet dat eens in de twee jaar gemaaid en afgevoerd wordt niet te verschillen van jaarlijks gemaaid riet. In proefvlakken die minder dan eens per twee jaar gemaaid werden was de vitaliteit aanmerkelijk minder en vestigden zich ruigtesoorten als grote brandnetel en haagwinde (Ivens, 1993).
Wanneer aanliggende taludverdediging is toegepast in combinatie met aanbrengen van wortelstokken, het inpoten van riet of van andere oeverplanten, kan men zich bij het beheer het beste richten op het consolideren of eventueel versterken van de aanplant, zeker in de beginjaren. Deze planten kunnen dan sediment en organisch materiaal invangen, waardoor omstandigheden voor andere planten gunstig worden.
Harde aanliggende taludverdedigingen die alleen boven de waterlijn begroeid zijn met ruigtekruiden hebben in principe geen beheer nodig, aangezien deze vegetatie geen schade zal toebrengen aan de verdedigingsconstructie. Het is onduidelijk in hoeverre hier met beheer een hogere soortenrijkdom te bereiken is. Organisch materiaal hoopt zich op tussen de spleten en kieren van de stortsteen waardoor een erg voedselrijk milieu ontstaat waarin één of enkele soorten gaan overheersen. Verdere ophoping van afgestorven planten kan met behulp van maaien en afvoeren in september worden tegengegaan. Deze methode lijkt het meeste

geschikt om een soortenrijke ruigtebegroeiing in stand te houden en opslag van bomen en struiken tegen te gaan.
Omvorming van een ruigtebegroeiing met slechts enkele soorten tot een soortenrijkere vegetatie vereist een verschralend beheer, waarbij vaker dan eens per jaar gemaaid moet worden. Het effect hiervan is echter onzeker. Wanneer regelmatig overspoeling met voedselrijk kanaalwater plaatsvindt, bijvoorbeeld als gevolg van (hoge) golfslag, heeft een verschralend beheer weinig effect (Cuperus en Canters, 1992).
Struiken en bomen, voornamelijk wilgen, komen via aangespoelde takjes of uitlopers van in de oever verwerkte kraagstukken in de oeverbegroeiing terecht. Tijdens het uitgroeien kunnen ze stenen opzij rollen, maar deze schade is door bijstorten makkelijk te herstellen. Een goede doorworteling van de bodem onder het stortsteen zorgt bovendien voor een extra versteviging van de verdedigingsconstructie (Bout, 1992).
Wanneer de oever verdedigd is met zetsteen kunnen houtige gewassen wel problemen opleveren. Tijdens het doorgroeien verschuiven deze de zetsteen en vervormen daardoor de hele constructie. Om deze reden wordt opslag van bomen en struiken in zetsteen dan ook niet geduld aan oevers met een hoge scheepvaartbelasting. Door jaarlijks snoeien kan de opslag tegengegaan worden. Als de scheepvaartbelasting niet al te hoog is, kan opslag in zetsteen getolereerd worden (Bout, 1992). Eventueel kunnen de gezette stenen rondom de uitlopende bomen en struiken verwijderd worden zodat de stammen ruimte hebben om uit te dijen zonder de constructie te vervormen. Eventueel kunnen de gaten die na verwijdering van de zetsteen zijn ontstaan opgevuld worden met losse stortsteen. Op aanliggende taludverdedigingen met geotextiel is opslag van houtige gewassen waarschijnlijk geen probleem en kan het zelfs leiden tot een versterking van de oeververdedigende werking. Bomen en struiken zijn namelijk in staat met hun wortels geotextielmatten te doorboren, waardoor deze steviger verankerd worden aan het onderliggende substraat (Reitsma, 1990).
Bij de afweging over het al dan niet tolereren van houtige gewassen is het belangrijk te realiseren dat struiken, en vooral bomen, voor veel schaduw zorgen en zodoende de ontwikkeling van een kruidige oeverbegroeiing in de weg staan.

Plasbermen
Natte oeverstroken achter een damwand of een andere vorm van indirecte oeververdediging bieden goede mogelijkheden voor een gevarieerde begroeiing. De hoogste diversiteit is te verwachten in ondiepe oeverstroken waar geen riet is aangeplant, zoals onder andere gebleken is langs het Wilhelminakanaal. Riet overheerst namelijk de vegetatie en zeker in een dichte rietkraag is er weinig licht en ruimte beschikbaar voor andere moerasplanten (RWS Directie Noord-Brabant & Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1989).
Bij het beheer van begroeiingen van plasbermen is het allereerst van belang dat verlanding als gevolg opgehoopt organisch materiaal en ingevangen slib, wordt tegengegaan. Daarnaast kunnen ook omstandigheden gecreëerd worden voor een diverse vegetatie.

Overwegingen bij verbinden van oeverzone en hoofdwatergang
Een belangrijke vraag bij het aanbrengen van golfwerende voorzieningen is in hoeverre de natte oeverzone van het kanaal zelf geïsoleerd moet zijn. Volledige afsluiting betekent dat minder zwerfvuil in de vegetatie belandt en dat er een luwte ontstaat langs de oever. Deze luwte is weliswaar gunstig voor kieming en vestiging van oeverplanten, maar het betekent ook dat er massale algenbloei en flabvorming kan optreden. Uitwisseling van water tussen kanaal en plasberm en het toelaten van enige invloed van het scheepvaartverkeer is een doeltreffend middel tegen algenbloei en flabvorming (RWS Directie Noord-Brabant & Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1989, Peters *et al.*, 1991).

Bij een beperkte uitwisseling tussen kanaalwater en plasberm is er een grotere ophoping van organisch materiaal en slib. De overblijfselen van de afgestorven algen, water- en oeverplanten bezinken op de bodem waardoor een hoog organische, weke bodem ontstaat. Het slib is afkomstig van de waterbodem van het kanaal en komt, na opwerveling door schepen, met de hoge golven in de plasberm terecht. Wanneer er veel openingen zijn in de damwand of stortstenen dam kan de ophoping van slib en organisch materiaal in de oeverzone beperkt blijven (RWS Directie Noord-Brabant & Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1989). Het opgewervelde slib is zeer sterk reducerend en bevat veel zware metalen, ammonium en sulfide. Er is een duidelijk negatief effect vastgesteld op de groei van waterplanten, waarschijnlijk omdat dit op de bladeren sedimenteerde en zodoende het licht wegnam. Het effect van opwervelend slib op de groei en ontwikkeling van oeverplanten in plasbermen is niet bekend. Gedurende de proeven met natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal kon geen negatief effect worden vastgesteld. Er is wel een duidelijk negatief effect van slib op de bodemfauna vastgesteld (RWS Directie Noord-Brabant & Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1989).
Een ononderbroken barrière tussen oeverzone en hoofdwatergang betekent ook dat de vissen geen paaigelegenheid meer hebben. Deze zijn hiervoor namelijk aangewezen op de oevervegetatie. Voor de toegang van vissen tot de oeverzone geldt dat de grootte van de openingen en het aantal openingen in de golfwerende constructie zo groot mogelijk moeten zijn. Toch is het aantal en de grootte van de openingen aan beperkingen gebonden aangezien de invloed van de golfslag niet al te groot mag worden. Te sterke golfslag zal de plantengroei belemmeren (Van der Putten en Van Liere, 1989) en bovendien leiden tot afslag van de oever achter de opening.
Vooroeververdediging kunnen niet alleen vissen, maar ook zaden en vegetatieve voortplantingsdelen die via het water verspreid worden tegenhouden. Langs het Wilhelminakanaal bleek een afgesloten damwand vaak een belemmering voor de ontwikkeling van een soortenrijke oevervegetatie, omdat veel zaden en losgeraakte wortelstokken door de constructie werden tegengehouden (Moller Pilot, 1989).
In gevallen waarbij een kanaalbedding dieper ligt ingegraven dan het omringende land kan water uit de hoger liggende sloten of boezemwateren achter de kanaaldijk wegzijgen en aan de kanaaloever naar buiten treden; er is dan sprake van kwel. Het kwelwater heeft wegens het verblijf in de ondergrond een andere chemische samenstelling dan het oppervlaktewater in het kanaal. Deze afwijking is groter naarmate het water een langere weg door de bodem heeft afgelegd. Een aantal plantensoorten is specifiek gebonden aan plaatsen waar kwelwater aan de oppervlakte treedt. Paarbladig goudveil, hangende zegge en bittere veldkers worden nooit buiten kwelsituaties aangetroffen (Londo, 1988). Niet alleen deze planten, maar ook andere soorten kunnen profiteren van de afwijkende chemische samenstelling van het kwelwater. Door de invloed van kwelwater onstaat een variatie in het milieu waardoor mogelijkheden ontstaan voor een soortenrijkere vegetatie. Bij kwelsituaties verdient het aanbeveling de oever zoveel mogelijk van de hoofdwatergang af te sluiten. Bij een open verbinding zal de invloed van de afwijkende waterkwaliteit zich nauwelijks uiten in de oeverbegroeiing aangezien het kwelwater meteen sterk verdund wordt met kanaalwater (Cuperus en Canters, 1992).

Vegetatiebeheer van kanaaloevers
Zoals in tabel 7.1. is vermeld zijn onder speciale omstandigheden pionier- en watervegetaties mogelijk. Door middel van vegetatiebeheer is het verkrijgen en/of behouden hiervan echter nauwelijks te beïnvloeden. Pioniervegetaties zijn aangewezen op een onbegroeid substraat. Langs kanalen is hier hoogstens gedurende de aanleg of tijdens herstelwerkzaamheden sprake van. Belemmeringen voor waterplanten in kanalen zijn golfslag en hoge troebelheid als

gevolg van zwevend slib, waar ook planten in plasbermen hinder van kunnen ondervinden. Belemmering van de aanvoer van zaden en vegetatieve voortplantingsdelen en beschaduwing door bomen en struiken kunnen plaatselijk ook de ontwikkeling van waterplanten verhinderen.
Verlandings-, grasland-, ruigte-, bos- en struweelvegetaties zijn wel door middel van vegetatiebeheer te verkrijgen en te behouden. In de beheersmatrix aan het einde van dit hoofdstuk is weergegeven hoe. Bij het beheer is het vooral van belang de juiste voorwaarden te scheppen voor de ontwikkeling van een soortenrijke vegetatie. De vegetatie op en boven de waterlijn moet een open karakter hebben, aangezien veel oeverplanten voor hun kieming en vestiging aangewezen zijn op open plekken. De vorming van dichte grasmatten en de woekering van ruigtesoorten als grote brandnetel, harig wilgeroosje en/of akkerdistel op het droge gedeelte van de kanaaloever dient voorkomen te worden, willen andere plantensoorten hier een kans krijgen. Een gradiënt van water naar land, overeenkomend met een gradiënt van laag-nat-voedselrijk naar hoog-droog-voedselarm biedt de beste mogelijkheden voor een soortenrijke (oever)begroeiing. Een verschralingsbeheer is het meest geschikt om de overgang tussen deze twee uitersten zo geleidelijk mogelijk te laten verlopen. Daarnaast moet inspoeling van meststoffen vanaf de landzijde vermeden worden (Kwakernaak, 1988).
De meest toegepaste methode van verschralend beheer is maaien van de vegetatie op het droge in de zomer in combinatie met afvoer van strooisel (zie ook hoofdstuk 3). Wanneer grote brandnetel, harig wilgeroosje en/of akkerdistel sterk overheersen, zal vaker dan eens per jaar in het groeiseizoen gemaaid moeten worden (Pot, 1992). De beste maaitijdstippen om de droge bermgedeelten van het talud om te vormen tot een schraal grasland zijn mei en september. Wanneer men er voor kiest om riet te behouden is het niet verstandig de natte oeverzone met de eerste beurt in mei mee te maaien, aangezien dit de wortelstokken van het riet uitput (zie par. 3.3.1, blz. 28). Bij de tweede maaibeurt in september kan de oevervegetatie wel meegenomen worden. Wanneer de oevervegetatie niet sterk verruigd is, is het echter niet nodig deze elk jaar af te maaien. Insekten, die in de plantenresten overwinteren, krijgen meer kansen als niet alles ieder jaar gemaaid wordt. Ook vogelsoorten die voor nestgelegenheid zijn aangewezen op overjarig riet profiteren als niet alles jaarlijks gemaaid wordt (De Kwaadsteniet, 1990; Pot, 1992).
Eventueel kan de bovenste, voedselrijke bodemlaag door middel van afplaggen of afschrapen verwijderd worden. Dergelijke maatregelen zijn overigens veel effectiever en sneller dan bodemverschraling door middel van maaien en afvoeren. Bovendien wordt op deze manier aan de waterlijn een geschikt kiemingsmilieu gevormd voor moeras- en oeverplanten. Het is echter nog onduidelijk wat er na deze ingrepen overblijft van de zaadbank en hoe belangrijk deze zaadbank is voor de ontwikkeling van de oevervegetatie.
Een andere mogelijkheid om, althans de droge, kanaaloever te verschralen is door middel van begrazing. Langs het Julianakanaal zijn schapen ingezet om de begroeiing op de dijken kort te houden. De schapen bleken voor een zeer diverse vegetatie te zorgen. Door hun betreding kwamen er open plekken in de vegetatie waarin allerlei akkeronkruiden, zoals gewone klaproos, akkerleeuweklauw en akkervioltje, konden kiemen. Bij hoge begrazingsintensiteiten nam de diversiteit aanmerkelijk af. Alleen betredingsbestendige soorten als straatgras, varkensgras, kweek, paardebloem en grote weegbree konden zich bij hoge dichtheden aan schapen handhaven. Deze planten vormden ook soortenarme begroeiingen op plaatsen waar vaak gemaaid werd of waar de schapen overnachtten en zodoende veel betreding en mestophoping plaatsvond (Ter Horst *et al.*, 1990).
Schapen zijn voor begrazing van kanaaldijken veruit het meest geschikt. In tegenstelling tot paarden en koeien wagen ze zich niet in het natte oevergedeelte, zodat er geen vertrapping van het oevertalud plaatsvindt (Hagemeyer en Sessink, 1982). Ook het talud van een

kanaaldijk heeft door het lichte gewicht van de schapen weinig te lijden. Begrazing door de veel zwaardere paarden en koeien is waarschijnlijk veel schadelijker.
Voor beheer van vegetaties op de natte oeverzone is begrazing geen geschikte maatregel aangezien de meeste oeverplanten erg gevoelig zijn voor vraat (zie par. 3.3.2., blz. 32). Wanneer de oever tot boven de hoogwaterlijn verdedigd is met harde oeververdedigingsmaterialen als breuk- en stortsteen, schanskorven, grind en betonblokken op geotextiel kunnen grazers zonder veel problemen worden ingezet. De ondergrond van de (eventueel aanwezige) oevervegetatie is ongeschikt voor betreding en dieren zullen deze stukken dan ook vermijden. In alle andere gevallen is het raadzaam om het vee door middel van afrastering van de eigenlijke oever te weren.
In plaats van verschralen kan men de begroeiing ook laten verruigen. Dit zal geen interessante flora opleveren, maar de opslag van struiken en bomen biedt nestgelegenheid en bescherming aan vogels. Daarnaast maakt het de kanaaloever geschikter voor migrerende fauna (Van der Putten en Van Liere, 1989).
Wanneer veel slib is opgehoopt in de plasberm kan deze wellicht uitgebaggerd worden. Alhoewel onduidelijk is welke gevolgen de slibophoping heeft voor de oeverplanten is deze maatregel in ieder geval gunstig voor waterplanten en ongewervelde dieren in de oeverzone. Vaak wordt het uitgebaggerde slib op de droge oeverzone gedeponeerd. Voor een diverse vegetatie is dit geen goede maatregel. Het slib bevat veel voedingsstoffen en hierdoor zijn vooral 'storingssoorten' zoals grote brandnetel in het voordeel. Bovendien worden zaden die in of op de bodem lagen begraven waardoor deze moeilijker ontkiemen.

7.5- Geraadpleegde literatuur

Adriaanse, L.A., 1986. Natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen. Een literatuurstudie naar factoren en functies die in oeverzones een rol spelen en naar de mogelijkheden voor natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen langs de oevers van (met name zoete) wateren. Rijkswaterstaat Deltadienst, Hoofdafdeling Milieu en Inrichting/Dienst Getijdewateren Nota GWWS-86.408.
Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs (red.), 1988. Waterplanten en Waterkwaliteit. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
Bout, K., 1992. Houtige gewassen, stenige oevers. Studentenrapport Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
Commissie Vaarwegbeheerders, 1989. Aanbevelingen voor het ontwerp van oevers langs vaarwegen. Deelrapport I van de Werkgroep Oeververdedigingen; band A basisrapport. Secretariaat van de Commissie Vaarwegbeheerders, Rotterdam.
Cuperus, R. en K.J. Canters, 1992. Met oevers meer natuur. Op zoek naar referentiebeelden en maatregelen voor aanleg, inrichting en beheer van natuurvriendelijke oevers. CML rapport 84 i.o.v. RIZA en DWW.
CUWVO-V-1, 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. CUWVO.
De Kwaadsteniet, P.I.M., 1990. Natuurlijke oevers in beweging. Stichting Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer (LONL) en het Samenwerkingsverband 'Alsjeblieft....niet inn het riet' (NIR).
Hagemeyer, M.L. en J.T.M. Sessink, 1982. De invloed van golfwerking op oevervegetatie. Literatuuronderzoek en een inventarisatie van natuurlijke oevers ten behoeve van advies inrichting oevers Almere. Doctoraalscriptie Landbouwhogeschool Wageningen, Vakgroep Cultuurtechniek, Orientatie Natuurbouw.
Ivens, E., 1992. Referentiebeelden natuurvriendelijke oeververdedigingen. W-DWW-92-707, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Ivens, E., 1993. Beheersmaatregelen in rietoevers langs het Kanaal door Voorne. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Notanummer W-DWW-93-703. Delft.
Kwakernaak, C., 1988. Ecologische onderbouwing milieuvriendelijke oevers. PMO Rapport nr.2.
Londo, G., 1988. Nederlandse freatofyten. Pudoc, Wageningen.
Moller Pilot, H., 1989. De natuurwaarden van diverse typen oevers langs Noordbrabantse Kanalen. Oecologisch adviesbureau Moller Pilot, Tilburg.
Peters, J.S., Van den Hark, M.H.C. en C. Bakker, 1991. Ecologische advisering natuurvriendelijke oevers: een methodische leidraad. RIZA-rapport nr.91.086.
Pot, R., 1992. Inpassing van ecologie in waterloopbeheer. De Groene Hollander 21/22: 9-13.
Putten, W.H. van der en L. van Liere, 1989. Milieuvriendelijke oevers langs het Merwedekanaal- Evaluatie van vier proefvlakken langs het Merwedekanaal ten Noorden van Meerkerk. Instituut voor Oecologisch Onderzoek Intern Verslag IOO nr.65/Limnologisch Instituut Intern Verslag LI 1989-8.
Reitsma, J.M., 1990. Begroeiing van betonblokkenmatten. Bureau Waardenburg bv.
RWS Directie Noord-Brabant, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 1989. Onderzoek aan natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal. PMO-rapport no.8.
Ter Horst, R.J., Jansonius, H.C. en K.V. Sykora, 1990. Vegetatie en beheer op de dijken van het Julianakanaal. De Levende Natuur 91 (1): 24-29.
Verkeer en Waterstaat, 1990. Natuur-Zoete wateren. Water voor nu en later. Basisrapport derde Nota waterhuishouding. Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA Notanummer 90.001.

Beheersmatrix voor oevers van kanalen

In de matrix op de volgende bladzijden is weergegeven welke uitwerking beheersmaatregelen hebben op de vegetatie. Het schema is toepasbaar voor oever-, ruigte- en graslandvegetaties op oevers van kanalen.
Veranderingen als gevolg van beheersmaatregelen zijn slechts globaal weergegeven. Verschuivingen in soortensamenstelling en aantallen per soort zijn voor een groot deel ook afhankelijk van de van plaats tot plaats verschillende milieufactoren. Aan de hand van dit schema is het wel mogelijk vast te stellen hoe verschillende vegetatietypen uit elkaar verkregen kunnen worden en hoe een bepaald vegetatietype behouden kan blijven. In de voorgaande tekst zijn nadere beschrijvingen gegeven van deze vegetaties. Verder kan aan de hand van het CML-ecotopen systeem (zie hiervoor o.a. Cuperus en Canters (1992)) vastgesteld worden welke soorten te verwachten zijn bij een bepaald vegetatietype.

Toelichting op de beheersmatrix

Effecten van een bepaalde beheersmaatregel zijn soms aangeduid met een Romeins cijfer, eventueel met nadere specificering. Dit cijfer duidt op de vegetatie die achter dat cijfer in de kolom 'uitgangssituatie' genoemd is. Een bepaalde uitgangssituatie kan dus het resultaat zijn van beheer van een andere vegetatie.
De beheersvorm 'incidentele begrazing, daarna niets doen' is alleen geschikt om de vegetatie om te vormen naar een hoogopgaande begroeiing met bomen en struiken. Dit vegetatietype is langs kanalen ofwel ongewenst (wegens belemmeringen voor scheepvaartverkeer) ofwel niet reëel (wegens ruimtegebrek). De maatregel is in deze matrix, in tegenstelling tot die van meren en benedenrivieren, dan ook niet opgenomen.
Bij 'niets doen' is getracht de vermoedelijke vegetatieontwikkeling te schetsen. De opeenvolgende stadia zijn verbonden door een pijltje (->).
Een vraagteken tussen haakjes, dus zo:(?), betekent dat het onzeker is of het voor het vraagteken weergegeven effect ook optreedt. Een vraagteken zonder haakjes duidt erop dat alle effecten die weergegeven zijn bij desbetreffende beheersmaatregel en uitgangssituatie onzeker zijn.
N.v.t.(niet van toepassing) betekent dat de beheersmaatregel voor desbetreffende uitgangssituatie niet relevant is.

Uitgangssituatie	Beheer								
	Wintermaaien met afvoer (jaarlijks; half nov.-half maart)	Wintermaaien met afvoer (eens per 2 à 3 jaar)	Zomermaaien met afvoer (na juli)	Nazomermaaien met afvoer (sept.)	Begrazen-extensief	Begrazen-intensief	Zomermaaien met afvoer (3 à 4 keer), daarna extensief begrazen	Uitkrabben	Niets doen
Ondiep water en natte oeverzone									
I- Dominantie van riet	Blijft I	Ondiep: V Diep: II Erg voedselrijke omstandigheden: IV(?)	- Diep: riet verdwijnt of moeizame handhaving van riet - Ondiep: V - Erg voedselrijke omstandigheden: IV	Blijft I	Beschadiging van oever, waarschijnlijk gaat liesgras domineren	Beschadiging van oever en vegetatie, waarschijnlijk dominantie van liesgras	N.v.t.	Blijft I	II->VII->VIII->X (?)
II- Rietkraag met diverse oeverplanten	Blijft II	- Vertraagde verlanding: V (op lange termijn) - Erg voedselrijk: IV	- Diep: riet verdwijnt of moeizame handhaving van riet - Ondiep: V - Erg voedselrijke omstandigheden: IV	Blijft II	Beschadiging van oever, waarschijnlijk gaat liesgras domineren	Beschadiging van oever en vegetatie, waarschijnlijk dominantie van liesgras	N.v.t.	I -?-	VII->VIII->X (?)
III- Soortenrijke oevervegetatie met o.a. kattestaart, valeriaan, moerasandoorn en moerasspirea (nazomerbloeiers)	N.v.t.	N.v.t.	- Ongunstig voor nazomerbloeiers, waarschijnlijk meer soorten uit V - IV (erg voedselrijke omstandigheden)	Blijft III	Beschadiging van oever, waarschijnlijk gaat liesgras domineren	Beschadiging van oever en vegetatie, waarschijnlijk dominantie van liesgras	N.v.t.	N.v.t.	I/II (?) ->VII->VIII->X (?)
IV- Soortenarme oevervegetatie met o.a. liesgras en moerasspirea	N.v.t.	N.v.t.	Blijft IV, sterkere dominantie van liesgras	Blijft IV	Beschadiging van de oever, sterkere dominantie van liesgras	Beschadiging van oever en vegetatie, waarschijnlijk dominantie van liesgras	N.v.t.	N.v.t.	Onzeker in hoeverre deze vegetatie verlandt. Indien wel: VIII->X (?)
V- Soortenrijke vegetatie met o.a. dotterbloem en echte koekoeksbloem (zomerbloeiers)	N.v.t.	N.v.t.	Blijft V	N.v.t.	Beschadiging van oever, waarschijnlijk gaat liesgras domineren	Beschadiging van oever en vegetatie, waarschijnlijk dominantie van liesgras	N.v.t.	N.v.t.	IV-> Onzeker in hoeverre deze vegetatie verlandt indien wel: VIII->X (?)
Vochtig-natte/droge oeverzone									
VI- Dominantie van riet op droge oever	Blijft VI	VII	Omvorming tot grasland -?-	Blijft VI	Omvorming tot grasland -?-	XII (?)	XI	I	VII->VIII->X
VII- Droge rietruigte (riet, harig wilgeroosje, haagwinde, e.d.)	VI	Blijft VII, eventueel op lange termijn: VIII	Blijft VII/VIII -?-	Blijft VII	Omvorming tot grasland -?-	XII (?)	XI	N.v.t.	VIII->X (?)
VIII- Ruigte-vegetatie, gedomineerd door één of enkele soorten (o.a. harig wilgeroosje, akkerdistel, grote brandnetel)	N.v.t.	N.v.t.	Blijft VIII	Blijft VIII	Omvorming tot grasland -?-	XII -?-	XI	N.v.t.	X -?-
IX- Diverse ruigtevegetatie met o.a. fluitekruid en bereklauw-voedselarmere omstandigheden dan VIII	N.v.t.	N.v.t.	Blijft IX, mogelijk verdwijnen een aantal soorten -?-	Blijft IX	Omvorming tot grasland -?-	XII -?-	XI	N.v.t.	VIII->X (?)
X- *Struweel- en boomopslag*	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t	N.v.t.	Jonge opslag van bomen en struiken verdwijnt	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	*Blijft X*
XI- Open soortenrijk grasland met laaggroeiende kruiden	N.v.t	N.v.t.	Blijft XI	XIII	Blijft XI, mogelijk sterkere verruiging	XII -?-	N.v.t.	N.v.t.	XIII->VIII->X (?)
XII- Dichte grasmat, soortenarm	N.v.t.	N.v.t.	Blijft XII	Blijft XII, mogelijk sterkere verruiging	XI (?)	Blijft XII	N.v.t.	N.v.t.	XIII->VIII->X (?)
XIII- Verruigd grasland, veel hoogopgaande soorten (o.a. schermbloemigen en distels)	N.v.t.	N.v.t.	*Blijft XIII*, mogelijk minder ruigtesoorten	*Blijft XIII*	*Blijft XIII*, mogelijk minder ruigtesoorten	*XII-?-*	XI	N.v.t.	VIII->X (?)

Bijlage I- Wetenschappelijke namen van de in de tekst vermelde soorten

Aartsengelwortel/ Grote engelwortel	*Angelica archangelica*
Akkerdistel	*Cirsium arvense*
Akkerleeuwebek	*Misopates orontium*
Akkervioolтje	*Viola arvensis*
Amandelwilg	*Salix triandra*
Avondkoekoeksbloem	*Silene latifolia ssp. alba*
Behaarde boterbloem	*Ranunculus sardous*
Beklierde duizendknoop	*Polygonum lapathifolium*
Bereklauw	*Heracleum sphondylium*
Bittere wilg	*Salix purpurea*
Bittere veldkers	*Cardamine amara*
Bitterzoet	*Solanum dulcamara*
Blaartrekkende boterbloem	*Ranunculus sceleratus*
Blauw glidkruid	*Scutellaria galericulata*
Bleke klaproos	*Papaver dubium*
Boskortsteel	*Brachypodium sylvaticum*
Breedbladige orchis	*Epipactis helleborine*
Dagkoekoeksbloem	*Silene dioica*
Dauwbraam	*Rubus caesius*
Doorgroeid fonteinkruid	*Potamogeton perfoliatus*
Dotterbloem	*Caltha palustris* ssp. *palustris*
Draadzegge	*Carex lasiocarpa*
Driekantige bies	*Scirpus triqueter*
Duinriet	*Calamagrostis epigejos*
Echt lepelblad	*Cochlearia officinalis*
Echte koekoeksbloem	*Lychnis flos-cuculi*
Echte valeriaan	*Valeriana officinalis*
Elzenzegge	*Carex elongata*
Engels lepelblad	*Cochlearia officinalis* ssp. *anglica*
Engels raaigras	*Lolium perenne*
Es	*Fraxinus excelsior*
Fioringras	*Agrostis stolonifera*
Fluitekruid	*Anthriscus sylvestris*
Fraai duizendguldenkruid	*Centaurium pulchellum*
Gedoornd hoornblad	*Ceratophyllum demersum*
Geknikte vossestaart	*Alopecurus geniculatus*
Gekroesd fonteinkruid	*Potamogeton crispus*
Gele plomp	*Nuphar lutea*
Gele waterkers	*Rorippa amphibia*
Gele lis	*Iris pseudacoris*
Gevleugeld hertshooi	*Hypericum quadrangulum*
Gewone braam	*Rubus fruticosus*
Gewone engelwortel	*Angelica sylvestris*
Gewoon kweldergras	*Puccinellia maritima*
Grauwe wilg	*Salix cinerea*
Groot moerasscherm	*Apium nodiflorum*

Groot springzaad	*Impatiens noli-tangere*
Groot glaskruid	*Parietaria officinalis*
Grote brandnetel	*Urtica dioica*
Grote egelskop	*Sparganium erectum*
Grote klaproos	*Papaver rhoeas*
Grote lisdodde	*Typha latifolia*
Grote ratelaar	*Rhinanthus angustifolius*
Grote watereppe	*Sium latifolium*
Grote waterweegbree	*Alisma plantago-aquatica*
Grote wederik	*Lysimachia vulgaris*
Grote weegbree	*Plantago major ssp. major*
Gulden boterbloem	*Ranunculus auricomus*
Haagwinde	*Calystegia sepium*
Hangende zegge	*Carex pendula*
Harig wilgeroosje	*Epilobium hirsutum*
Heemst	*Althaea officinalis*
Heksenkruid	*Circaea lutetiana*
Hennegras	*Calamagrostis canescens*
Holpijp	*Equisetum fluviatile*
Hondsdraf	*Glechoma hederacea*
Hondstarwegras	*Elymus caninus*
Kalmoes	*Acoris calamus*
Kamvaren	*Dryopteris cristata*
Kattestaart	*Lythrum salicaria*
Katwilg	*Salix viminalis*
Kievitsbloem	*Fritillaria meleagris*
Kikkerbeet	*Hydrocharis morsus-ranae*
Klein hoefblad	*Tussilago farfara*
Klein glaskruid	*Parietaria judaica*
Kleine watereppe	*Berula erecta*
Kleine ratelaar	*Rhinanthus minor*
Kleine lisdodde	*Typha angustifolia*
Kleine zonnedauw	*Drosera intermedia*
Kluwenzuring	*Rumex conglomeratus*
Knopige duizendknoop	*Polygonum lapathifolium ssp. lapathifolium*
Koninginnekruid	*Eupatorium cannabinum*
Koningsvaren	*Osmunda regalis*
Kransvederkruid	*Myriophyllum verticillatum*
Kranswieren	Characeae
Kruipende boterbloem	*Ranunculus repens*
Kweek	*Elymus repens*
Rivierkruiskruid	*Senecio fluviatilis*
Late guldenroede	*Solidago gigantea*
Laurierwilg	*Salix pentandra*
Liesgras	*Glyceria maxima*
Lijsterbes	*Sorbus aucuparia*
Madeliefje	*Bellis perennis*
Mannagras	*Glyceria fluitans*
Mattenbies	*Scirpus lacustris ssp.lacustris*
Meidoorn	*Crataegus spec.*

Melkkruid	*Glaux maritima*
Moerasandijvie	*Senecio congestis*
Moerasandoorn	*Stachys palustris*
Moerasbasterdwederik	*Epilobium palustre*
Moeraskartelblad	*Pedicularis palustris*
Moeraskruiskruid	*Senecio paludosus*
Moeraslathyrus	*Lathyrus palustris*
Moerasmelkdistel	*Sonchus palustris*
Moerasspirea	*Filipendula ulmaria*
Moerasvergeetmijnietje	*Myosotis palustris*
Moerasviooltje	*Viola palustris*
Moeraswalstro	*Galium palustre*
Moeraswederik	*Lysimachia thyrsiflora*
Moeraswespenorchis	*Epipactis palustris*
Moeraszoutgras	*Triglochin palustris*
Muurpeper	*Sedum acre*
Oeverstekelnoot	*Xanthium orientale*
Oeverzegge	*Carex riparia*
Paarbladig goudveil	*Chrysosplenium oppositifolium*
Paardebloem	*Taraxacum officinale*
Pijlkruid	*Sagittaria sagittifolia*
Poelruit	*Thalictrum flavum*
Reuzenzwenkgras	*Festuca gigantea*
Riet	*Phragmites australis*
Rietgras	*Phalaris arundinacea*
Rietorchis	*Dacthylorhiza majalis* ssp. *praetermissa*
Rivierfonteinkruid	*Potamogeton nodosus*
Robertskruid	*Geranium robertianum*
Rode watereprijs	*Veronica catenata*
Rode ganzevoet	*Chenopodium rubrum*
Ronde zegge	*Carex diandra*
Ronde zonnedauw	*Drosera rotundifolia*
Roodzwenkgras	*Festuca rubra*
Ruw beemdgras	*Poa trivialis*
Ruw vergeet-mij-nietje	*Myosotis ramosissima*
Ruwe bies	*Scirpus lacustris ssp. tabernaemontani*
Schapegras	*Festuca ovina*
Schedefonteinkruid	*Potamogeton pectinatus*
Scherpe boterbloem	*Ranunculus acris*
Schietwilg	*Salix alba*
Schorrekruid	*Suaeda maritima*
Schorrezoutgras	*Triglochin maritima*
Selderij	*Apium graveolens*
Slanke waterbies	*Eleocharis palustris ssp. uniglumis*
Sleedoorn	*Prunus spinosa*
Slijkgroen	*Limosella aquatica*
Smal vlieszaad	*Corispermum leptopterum*
Smalle stekelvaren	*Dryopteris carthusiana*
Smalle waterpest	*Elodea nuttallii*
Smeerwortel	*Symphytum officinale*

Snavelruppia	*Ruppia maritima*
Spaanse zuring	*Rumex scutatus*
Speerdistel	*Cirsium vulgare*
Spiesmelde	*Atriplex prostrata*
Spindotter	*Caltha palustris* var. *araneosa*
Sporkehout	*Rhamnus frangula*
Stomp kweldergras	*Puccinellia distans ssp. distans*
Straatgras	*Poa annua*
Strandduizendguldenkruid	*Centaurium littorale*
Strandkweek	*Elymus athericus*
Tenger fonteinkruid	*Potamogeton pusillus*
Tormentil	*Potentilla erecta*
Uitstaande melde	*Atriplex patulata*
Varkensgras	*Polygonum aviculare*
Veenmossen	*Sphagnum spec.*
Veenpluis	*Eriophorum angustifolium*
Veenreukgras	*Hierochloe odorata*
Veldbeemdgras	*Poa pratensis*
Veldsalie	*Salvia pratensis*
Vogelkers	*Prunus padus*
Vogelmuur	*Stellaria media*
Vroegeling	*Erophila verna*
Watergentiaan	*Nymphoides peltata*
Watermunt	*Mentha aquatica*
Waterscheerling	*Cicuta virosa*
Watertorkruid	*Oenanthe aquatica*
Wilde gagel	*Myrica gale*
Witte waterlelie	*Nymphaea alba*
Witte klaver	*Trifolium repens*
Wolfspoot	*Lycopus europaeus*
IJle zegge	*Carex remota*
Zachte berk	*Betula pubescens*
Zannichellia	*Zannichellia palustris*
Zeeaster/zulte	*Aster tripolium*
Zeebies	*Scirpus maritimus*
Zeegroene ganzevoet	*Chenopodium glaucum*
Zeekraal	*Salicornia spec.*
Zeemelkdistel	*Sonchus arvensis ssp. maritimus*
Zeezuring	*Rumex maritimus*
Zilt torkruid	*Oenanthe lachenallii*
Zilte rus	*Juncus gerardi*
Zilte schijnspurrie	*Spergularia salina*
Zilverschoon	*Potentilla anserina*
Zomereik	*Quercus robur*
Zomerklokje	*Leucojum aestivum*
Zomprus	*Juncus articulatus*
Zwart tandzaad	*Bidens frondosa*
Zwarte mosterd	*Brassica nigra*
Zwarte els	*Alnus glutinosa*
Zwarte populier	*Populus nigra*

Bijlage II- Lijst van geraadpleegde personen

Voor het opstellen van dit rapport is niet alleen gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur, maar zijn ook gesprekken gevoerd met een aantal deskundigen op het gebied van milieuvriendelijke oevers. Dit waren de volgende personen:

-Ing. A.J. van Brüchem	Hoofd afdeling Waterbeheer en Geotechniek Heidemij Adviesbureau bv Jupiterstraat 122/ Postbus 410 2130 AK Hoofddorp
-Ir. H. Coops	RWS/RIZA Maerlant 16/Postbus 17 8200 LA Lelystad
-Ir. H. Drost	RWS Dir. Flevoland Postbus 600 8200 AP Lelystad
-Ing. W. Menkveld	Beleidsmedewerker Ecologie Dienst Ruimte en Groen Provincie Noord-Holland Houtplein 33/ Postbus 6090 2001 HB Haarlem
-Ing. W. van Ommeren	RWS Dir. Gelderland Postbus 9070 6800 ED Arnhem
-Drs. J.S. Peters	RWS/RIZA Postbus 9072 6800 ED Arnhem
-Drs. R. Pot	Adviesgroep Vegetatiebeheer Bornsesteeg 69 6708 PD Wageningen
-Drs. C. van de Rijt	Vakgroep Oecologie Katholieke Universiteit Nijmegen Toernooiveld 1 6525 ED Nijmegen
-Dr. J. van der Toorn	Onderzoeker aan het NIOO-CTO (voorheen) Boterhoeksestraat 22/ Postbus 40 6666 ZG Heteren
-Ing. G. Verdoorn	Hoofd Bureau Vaarwegen Waterstaat en Milieu Provincie Friesland Gedempte Keizersgracht 38/ Postbus 20120 8900 HM Leeuwarden
-Drs. K. Wesselius	Medewerker Hoofdgroep Ruimtelijke Ordening Waterstaat en Milieu Provincie Friesland Gedempte Keizersgracht 38/ Postbus 20120 8900 HM Leeuwarden

Bijlage III- Begrippenlijst

Abiotisch- letterlijk: niet(a-) levend(-biotisch). In de betekenis van 'abiotische milieufactoren' worden de invloeden bedoeld die een plant ondervindt van de niet-levende natuur. De belangrijkste abiotische milieufactoren in dit verband zijn temperatuur, licht, vochtigheid en chemische samenstelling van water en bodem.

Aeroob- met zuurstof.

Anaeroob- zonder zuurstof.

Biomassa- massa van planten, dieren en/of micro-organismen.

Biotisch- letterlijk: levend. 'Biotische milieufactoren' zijn de invloeden die een plant ondervindt van de omringende, levende natuur. Voorbeelden hiervan zijn de concurrentie om licht en voedingsstoffen met naburige planten of begrazing door dieren.

Biotoop- plaats waar planten kunnen overleven.

Epifyton- algen die in hun geheel op waterplanten groeien zonder daaraan voedingsstoffen te onttrekken.

Eutrofiëring- Situatie waarin een oecosysteem extra voedingsstoffen krijgt. Het gaat hierbij met name om een toename van de hoeveelheid stikstof (in de vorm van nitraat of ammonium) en/of fosfor (in de vorm van fosfaat).

Flab- afkorting van 'floating algae beds', dit zijn drijvende matten van aaneengegroeide algen.

Fotosynthese- proces waarbij kooldioxide (CO_2) en water (H_2O) met behulp van zonlicht worden omgezet in glucose en zuurstof. Alleen groene planten en algen zijn hiertoe in staat. Met behulp van glucose en anorganische voedingsstoffen, met name stikstof en fosfaat, vormt de plant vervolgens andere stoffen die nodig zijn voor groei en ontwikkeling.

Fytoplankton- drijvende algen en algen die vrij in de waterkolom zweven (in tegenstelling tot algen die vastgehecht zitten aan de bodem of op stenen).

Gereduceerd- toestand waarbij te weinig zuurstof aanwezig is om het aanwezige organische materiaal geheel af te breken. Zie ook par. 2.5 'zuurstof' (blz. 17).

Habitat- directe leefomgeving van een plant, ofwel de standplaats.

Klonaal- niet tot stand gekomen door geslachtelijke voortplanting, maar bijvoorbeeld door uitgroeien van bepaalde delen van een plant zoals uit knoppen aan de wortelstok (zoals bij riet) of uit tubers (o.a. bij schedefonteinkruid). Dergelijke uitlopers hebben exact dezelfde erfelijke aanleg als de 'moeder'plant.

Oecosysteem- systeem bestaande uit de relaties tussen dieren, planten en micro-organismen onderling en de relaties van deze levende wezens met hun niet-levende omgeving.

Oeverplanten- in dit rapport worden met oeverplanten alle planten bedoeld die wortelen in de bodem en met hun wortels en onderste delen van de stengel praktisch continu onder water staan, terwijl hun bladeren en bloeiwijzen boven water uitsteken. Zie ook par. 2.1 'oeverplanten'(blz. 14). Dergelijke planten worden in dit rapport ook aangeduid met de termen **moerasplanten, helofyten** en **emergente waterplanten.**

Ooibos- bos dat voorkomt op de overstromingsvlakte van een rivier.

Rhizomen - wortelstokken. Dit zijn de ondergrondse uitlopers waarmee overblijvende planten overwinteren en vanwaaruit ze in het voorjaar nieuwe scheuten vormen.

Substraat- gedeelte van de bodem waarin de plant is geworteld en waaruit hij voedingsstoffen haalt.

Successie- opeenvolging van soorten en levensgemeenschappen in de tijd. Zie ook par. 2.7 'successie' (blz.19).

Therofyten- planten die in één groeiseizoen de gehele cyclus van kiemen, groei, bloei en zaadproduktie weten te voltooien. De soorten kunnen niet overwinteren door middel van overblijvende delen (zoals bijvoorbeeld de wortelstokken van veel oeverplanten), maar ze moeten ieder voorjaar weer opnieuw ontkiemen.

Tubers- gespecialiseerde vegetatieve voortplantingsdelen van waterplanten die gevormd worden aan de wortel of aan het onderste deel van de stengel.

Turionen- gespecialiseerde vegetatieve voortplantingsdelen van waterplanten die ontstaan door vergroeiingen van bladeren.

Verschraling- verwijdering van voedingsstoffen uit een oecosysteem, meestal gebeurt dit door afvoer van planten (met de daarin opgeslagen voedingsstoffen) die in het groeiseizoen zijn afgemaaid.