

# Herstelstrategie H3140: Kranswierwateren

Arts, G.H.P., E. Brouwer & N.A.C. Smits

## Leeswijzer

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

## 1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het habitatype.

Dit habitatype omvat kranswierbegroeiingen in matig voedselrijke wateren. Het water is helder, voedselarm tot matig voedselrijk en onvervuild<sup>3</sup>. Doorgaans is het basenrijk. De begroeiing bestaat uit ondergedoken waterplanten met fijne bladeren. In de randmeren kunnen zich uitgestrekte velden met kranswieren vormen.

Het stikstofgevoelige deel van dit habitatype (hogere zandgronden en laagveengebieden) behoort niet tot leefgebied van soorten van Vogel- en Habitatrichtlijn waarvan de stikstofgevoeligheid (mogelijk) relevant is voor het leefgebied van de soort. Voor dit habitatype worden verder geen typische diersoorten onderscheiden.

In de afgesloten zearmen (niet stikstofgevoelig) is een belangrijke foeragerende soort in Kranswiervegetaties de Vogelrichtlijnsoort Krooneend (*Netta rufina*). De krooneend reageert door zijn sterke associatie met helder water en waterplantenvegetaties snel op een toenemende vermessing en een afname van de waterkwaliteit (Noordhuis et al. 1997). De positieve ontwikkelingen in het IJsselmeergebied (Gouwzee en Veluwemeer) ten aanzien van de uitbreiding van Kranswiervegetaties, hebben geleid tot een toename van de populatie Krooneenden in het IJsselmeergebied. Ook Kleine zwaan en Knobbelzwaan blijken sterk gebonden aan de uitbreiding van de kranswiervegetaties in de randmeren (Noordhuis et al. 1997).

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument ([http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel\\_habitatype\\_3140.pdf](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_3140.pdf)).

## 2. Ecologische randvoorwaarden

Kranswieren komen voor in uiteenlopende habitats. Deze habitats hebben met elkaar gemeen dat het pioniermilieus zijn. Factoren zoals opgeschoonde minerale zandbodems (Brouwer et al. 2009; in zwak gebufferde vennen H3130), droogval (in duinplassen H2190A), golfslag (Van den Berg et al. 2003; in grote meren zoals de Randmeren), een kaal substraat (Gulati & Van Donk 2002; in uitgeveende plassen) en gunstige lichtcondities (helder water: Rip et al. 2007; veenplassen in het vroege voorjaar) dragen er toe bij dat (periodiek) pioniersituaties met gunstige omstandigheden ontstaan waarin gemeenschappen van Kranswieren zich (tijdelijk) massaal kunnen ontwikkelen. De vraag kan gesteld worden welke overeenkomstige factor(en) deze pioniermilieus zo geschikt maakt of maken dat kranswieren zich hier (tijdelijk) massaal kunnen ontwikkelen. Allelopathie blijkt in de veldsituatie slechts in geringe mate bij te dragen aan de massale ontwikkeling van kranswieren in pioniersituaties (Mulderij et al. 2007; Hilt & Gross 2008). Mineraal sediment is een overeenkomst tussen de habitats waarin het *Charion fragilis* wordt aangetroffen (Arts & Smolders 2008ab). De terugkeer van Kranswiervegetaties kan bijdragen aan duurzame verbeterde lichtcondities en daarmee aan het succes van herstelmaatregelen (Gulati & Van Donk 2002).

Habitattype H3140 (Kranswierwateren) omvat vooral het *Charion fragilis*. De plantengemeenschappen die tot dit verbond behoren, worden gedomineerd door kranswieren en komen in uiteenlopende habitats voor, variërend van zoet tot licht brak. Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt uitgegaan van de omstandigheden van vier gemeenschappen (Associatie van Doorschijnend glanswier, Associatie van Sterkranswier, Associatie van Stekelharig kransblad, en Associatie van Ruw kransblad (04Aa01, 04Ba01, 04Ba02, 04Ba03), aangevuld met de iets minder kenmerkende Associatie van Brakwater-kransblad (04Ca01; Schaminée et al. 1995).

### 2.1 Zuurgraad

Het kernbereik voor de zuurgraad is tussen pH (H<sub>2</sub>O) zwak zuur en basisch. Het lagere zwak zure bereik geldt als aanvullend bereik (Runhaar et al. 2009). Op de hogere zandgronden vormt het lagere, zwak zure bereik het kernbereik voor het habitattype. Het betreft hier het Nitellion flexilis. Vanwege vergelijkbare abiotische vereisten wordt deze opgenomen in H3130 (Zwak gebufferde vennen). Het *Charion fragilis* valt binnen het kernbereik van de pH (H<sub>2</sub>O) van het habitattype. Dit komt overeen met de waarden gevonden door Arts & Smolders (2008ab).

### 2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik voor de voedselrijkdom is van licht voedselrijk tot matig voedselrijk. Het zeer voedselrijke bereik geldt als aanvullend bereik (Runhaar et al. 2009). Uit Arts et al. (2007) en Arts & Smolders (2008ab) blijkt dat Kranswiervegetaties zeer kritisch zijn ten aanzien van de fosfaatconcentraties in de waterlaag. Deze zijn zeer laag en liggen beneden 1 µmol P per liter. Dit betekent dat de fosfaatbelastingen in het water onder een kritieke grens liggen. Deze kritieke grens is systeemafhankelijk en wordt bepaald door o.a. de diepte, strijklengte, verblijftijd en het bodemtype (Janse 2005; Rip et al. 2007). Voorgaande betekent dat Kranswiervegetaties voor wat betreft de waterlaag als zeer voedselarm kunnen worden gekenmerkt, terwijl het sediment als licht voedselrijk tot matig voedselrijk gekenmerkt kan worden. Daarom is het belangrijk om onderscheid te maken in de voedselrijkdom van het sediment en in die van de waterlaag.

### 2.3 Vochttoestand

Het kernbereik voor de vochttoestand is diep water en ondiep permanent water. Ondiep droogvallend water geldt als aanvullend bereik (Runhaar et al. 2009).

## 2.4 Zoutgehalte

Het kernbereik voor het zoutgehalte is van zeer zoet tot matig brak (Runhaar et al. 2009).

## 2.5 Buffercapaciteit

De Kranswiervegetaties van het Charion fragilis zijn matig tot sterk gebufferd (Arts & Smolders 2008ab). De Kranswiervegetaties van het Nitellion flexilis zijn zwak gebufferd en worden gerekend tot H3130.

## 2.6 Landschapsecologische processen

In ons land komen kranswiervegetaties voor in de vorm van twee verbonden: het Nitellion flexilis in voedselarme, zwak gebufferde wateren met een zandige bodem, en het Charion fragilis in matig voedselrijke meren en veenplassen. Het Nitellion flexilis wordt in ons land gekenmerkt door het zeldzame Doorschijnend glanswier (*Nitella translucens*). Vanwege de overeenkomsten in abiotische randvoorwaarden wordt het Nitellion flexilis opgenomen onder H3130 (Zwak gebufferde vennen). De vochtige duinvalleien vallen buiten H3140 en worden gerekend tot H2190A (open water). Het Charion fragilis heeft als karakteristieke soorten onder meer Stekelharig kransblad (*Chara major*) en Ruw kransblad (*Chara aspera*). De meest tot de verbeelding sprekende begroeiing betreft de associatie Nitellopsidetum obtusae met de forse soort Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*) en het veel kleinere Fraai glanswier (*Nitella hyaline*). De kranswieren worden vergezeld door de vaatplant Groot nimfkruid (*Najas marina*). Het Charion fragilis heeft sterk te lijden van vertroebeling door waterturbulentie en is daarom gevoelig voor waterrecreatie en scheepvaart. Het habitatype is in Europa vrijwel beperkt tot de Noordwest-Europese laagvlakte. Nederland neemt daarin een belangrijke plaats in, zowel qua soortenrijkdom als qua oppervlakte van het habitatype. In Nederland wordt het Charion fragilis (met grote populaties van Sterkranswier) tegenwoordig vooral aangetroffen in het IJsselmeer en de randmeren. Daarbuiten komt dit verbond verspreid voor in de laagveengebieden van Utrecht, Holland, Noordwest-Overijssel en Friesland. De belangrijkste regio voor Nitellion-gemeenschappen zijn de kwelgebieden in de 'naad van Brabant': de overgang van de hogere zandgronden van het Kempisch plateau naar het Maasdal.

Kranswierwateren komen in verschillen landschapstypen voor, namelijk op de hogere zandgronden, in de duinen, in laagveengebieden en in afgesloten zeearmen (zie profielendocument). De Kranswierwateren op de hogere zandgronden betreffen het Nitellion flexilis en zijn opgenomen onder H3130 (Zwak gebufferde vennen). De Kranswierwateren in vochtige duinvalleien worden besproken onder H2190A (duinplassen). Wanneer onderscheid tussen de andere twee landschapstypen essentieel is, wordt dit in de navolgende tekst besproken.

Zie ook de informatie uit de landschapsdoorsneden (Deel III).

## 2.7 Regulier beheer

Dit habitatype kent geen regulier beheer.

# 3. Effecten van stikstofdepositie

De kritische depositiewaarde voor stikstof is sterk verschillend per landschapstype (Van Dobben et al. 2012). In deze rapportage wordt ook de vegetatiekundige invulling van de drie onderscheiden varianten toegelicht. Op de hogere zandgronden is het habitatype zeer gevoelig

(Tabel 1), want het wordt aangetroffen in dezelfde vennen als waarin H3130 wordt aangetroffen. Het kritische depositieniveau is identiek aan dat in H3130 (de zwak gebufferde vennen). In laagveengebieden is het habitatype als gevoelig beoordeeld (Tabel 1). Hier bevat het habitatype voldoende buffercapaciteit, maar is niet rijk aan voedingsstoffen en is daarom gevoelig voor stikstof in combinatie met fosfor. Het kritische depositieniveau is hier een expert-oordeel conform 3150 (buiten de afgesloten zeearmen). In afgesloten zeearmen is het type als minder tot niet gevoelig beoordeeld. In dit landschapstype is er van uitgegaan dat het habitatype voldoende buffercapaciteit bevat en van nature (matig) eutroof is.

*Tabel 1: Kritische depositiewaarden voor kranwierwateren in verschillende landschapstypen.*

Landschapstype	KDW (kg N/ha/jaar)	KDW (mol N/ha/jaar)
Hogere zandgronden	8	571
Laagveengebieden	30	2143
Afgesloten zeearmen	>34	>2400

### 3.1 Verzuring

In de laagveengebieden en in afgesloten zeearmen bezit het type voldoende buffercapaciteit en is dus niet gevoelig voor verzuring. Op de hogere zandgronden is het habitatype zeer gevoelig voor verzuring. Hiervoor wordt verwezen naar habitatype H3130 (zwak gebufferde vennen).

### 3.2 Vermesting

Op de hogere zandgronden en in laagveengebieden is het habitatype gevoelig voor vermisting door stikstofdepositie. In afgesloten zeearmen is het habitatype niet gevoelig voor vermisting door stikstofdepositie.

#### 3.2.1 Laagveengebieden

De aquatische habitatypen binnen de Nederlandse laagveenwateren worden gelimiteerd door fosfaat (Lamers et al. 2010; Arts et al. 2007; Arts & Smolders 2008ab). Wanneer zich in het water een overmaat aan fosfor bevindt, gaan algen groeien en treedt competitie op tussen algen en waterplanten. Hierdoor kunnen de kranwiervegetaties verdwijnen. Het is echter bekend dat, mits de waterlaag helder genoeg blijft, een aantal kranwieren goed bestand is tegen relatief hoge fosfaatconcentraties (Henricsson 1976; Blindow 1988).

In het habitatype in het laagveengebied bevindt zich ook een overmaat aan stikstof. Deze wordt aangevoerd via grond- en oppervlaktewater. Deze belasting met nitraat wordt veroorzaakt door nabijgelegen landbouwactiviteiten. Een hoge nitraatbelasting kan leiden tot interne eutrofiering (Smolders et al. 2006). Hoge nitraatconcentraties in het grond- of oppervlaktewater leiden namelijk tot een verhoogde ammonificatie, hetgeen weer leidt tot de mobilisatie van sulfaat (SO<sub>4</sub>) (Haaijer et al. 2007). Dit sulfaat gaat een verbinding aan met ijzer, waardoor het fosfaat dat in ijzerfosfaat vastgelegd was, vrijkomt. Ook de overmaat aan sulfaat dat met de inlaat van oppervlaktewater in veengebieden terecht komt, gaat een binding aan met ijzer en draagt daarmee bij aan de mobilisatie van fosfaat. De limitatie van het habitatype door fosfaat wordt op deze manier opgeheven. Door extra toevoer van nitraat via grond- en oppervlaktewater wordt ook stikstof in overvloed aangevoerd. De verhouding bepaalt of één van beide relatief beperkend is.

Een sterke influx van stikstof kan leiden tot een hoge ammoniumconcentratie (NH<sub>4</sub>) in het water. Verschuivingen in soortensamenstelling als gevolg van een hoge stikstof influx is in deze gevallen

het gevolg van ammoniumtoxiciteit (Lamers et al. 2010). Er is bovendien bekend dat een relatief kleine verhoging van de nitraatconcentraties ( $> 140 \mu\text{mol NO}_3^-$ ) negatieve effecten kan hebben op kranswiervegetaties (Lambert & Davy 2011).

Hoewel regenwater gemiddeld ongeveer  $30 \mu\text{mol NO}_3^-$  bevat per liter (Van der Swaluw et al. 2010), komt daar nog ongeveer  $60 \mu\text{mol NH}_4^+$  per liter bij die genitrificeerd kan worden. Door stikstofverliezen naar de atmosfeer en opname door vegetatie is de concentratie in het oppervlaktewater echter lager. De directe bijdrage van atmosferische stikstofdepositie in het aquatische deel van het habitatype lijkt gering, aangezien de variatie in nitraatconcentraties ( $5\text{--}60 \mu\text{mol l}^{-1}$ ) en ammoniumconcentratie ( $10\text{--}100 \mu\text{mol l}^{-1}$ ) in laagveenwateren inclusief kranswierwateren vooral samenhangt met aanvoer van stikstof door oppervlakte- en grondwater (Lamers et al. 2006).

### 3.2.2 Hogere zandgronden

Ook op de hogere zandgronden is fosfaat beperkend in het habitatype (Arts et al. 2007, Arts & Smolders 2008ab). De fosfaatconcentraties in oppervlaktewater waarbij goed ontwikkelde kranswiervegetaties werden aangetroffen, lagen allen beneden  $1 \mu\text{mol P}$  per liter (Arts et al. 2007, Arts & Smolders 2008ab).

### 3.2.3 Afgesloten zeearmen

In afgesloten zeearmen (Veluwemeer, Wolderwijd, Randmeren) komen kranswiervegetaties voor onder omstandigheden waarbij de verblijftijd van het water is verkort door de wateren door te spoelen met oppervlaktewater (schoon polderwater) dat relatief arm is aan voedingsstoffen (Coops et al. 1997). Hierdoor is de beschikbaarheid van fosfaat verlaagd. Daarnaast zijn afvalwaterlozingen gesaneerd en zijn maatregelen genomen gericht op de visstand (Actief Biologisch Beheer; Coops et al. 1997). Hoewel het lang niet eenvoudig is een direct verband te leggen tussen genomen maatregelen in het waterbeheer en de ontwikkeling van een rijke watervegetatie (soms jaren later), is wel een opvallend herstelproces waarneembaar waarbij op allerlei plaatsen de watervegetatie terugkeert in het voetspoor van een verbeterde waterkwaliteit.

## 3.3 Fauna

Er zijn geen typische diersoorten, waarvoor effecten van stikstofdepositie zijn te verwachten. Verder komen er geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrictlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

## 4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

### 4.1 Verdroging (verlaagde grondwaterstanden)

#### 4.1.1 Laagveengebieden

Als gevolg van verlaagde grondwaterstanden kampen veel laagveengebieden met verdroging. Op plaatsen die vroeger aanvoer van ijzerrijk, relatief voedsel- en bicarbonaatarm grondwater kenden, is deze invloed afgenomen. Bij daling van de waterstanden dreigt verdroging, inklinking en mineralisatie van het veenpakket. Ter compensatie wordt in veel gebieden oppervlaktewater (m.n. rivier- en boezemwater) aangevoerd om uitdroging van het veen te voorkomen. Dit oppervlaktewater is veelal rijk aan voedingsstoffen maar ook rijk aan sulfaat en bicarbonaat en is

daarmee verantwoordelijk voor directe eutrofiëring en interne eutrofiëring (Roelofs 1991, Smolders et al. 1996, Smolders et al. 2003). Omdat oppervlaktewater weinig ijzer bevat, draagt dit nog eens extra bij aan verhoogde beschikbaarheid van fosfaat bij de inlaat van oppervlaktewater. De overmaat aan sulfaat dat met de inlaat van oppervlaktewater in veengebieden terecht komt, gaat een binding aan met ijzer en kan daarmee extra mobilisatie van fosfaat veroorzaken. De limitatie van het habitatype door fosfaat in de waterlaag wordt door al deze oorzaken opgeheven. Hierdoor zijn de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater niet op orde, waardoor de karakteristieke waterplantenvegetaties verdwijnen.

Het oppervlaktewater dat wordt aangevoerd en dat hard is en rijk aan bicarbonaat, veroorzaakt veenafbraak en leidt tot een sliblaag op het sediment in de laagveenplassen. De toegenomen fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater leiden tot een toename in algengroei en daarmee tot een vertroebeling van het oppervlaktewater en uiteindelijk tot het verdwijnen van de ondergedoken waterplantenvegetaties. Door de toename van algengroei in het water en van algenmatten op het water en drijfslagen van kroos of kroosvaren komen zuurstofconcentraties onder druk te staan waardoor meer fosfaat wordt gemobiliseerd en zuurstofstress voor fauna ontstaat.

#### 4.1.2 Hogere zandgronden

Voor de hogere zandgronden wordt verwezen naar Habitatype H3130 (zwak gebufferde vennen).

#### 4.1.3 Afgesloten zeearmen

Verdroging lijkt in afgesloten zeearmen geen rol te spelen.

### 4.2 Aanvoer van eutroof oppervlaktewater of grondwater

#### 4.2.1 Laagveengebied

Door de aanvoer van eutroof grond- en oppervlaktewater worden de fosfaatlimitatie en de stikstoflimitatie in het habitatype opgeheven. Beide voedingsstoffen zijn in overmaat aanwezig. De verhouding bepaalt of één van beide relatief beperkend is.

#### 4.2.2 Hogere zandgronden

Voor de hogere zandgronden wordt verwezen naar habitatype H3130 (zwak gebufferde vennen).

#### 4.2.3 Afgesloten zeearmen

In de zeekleigebieden is in het Veluwemeer en het Wolderwijd na diverse genomen maatregelen de fosfaatbeschikbaarheid sterk verlaagd. Als gevolg hiervan hebben de kranswierbegroeiingen zich sterk uitgebreid (Van de Berg et al., 1997). De gevolgen voor het ecosysteem zijn groot. Het water boven de kranswieren is kristalhelder, terwijl de overige delen van de meren relatief troebel zijn. Kranswieren blijken daarbij ook nog een belangrijke functie als habitat te hebben voor verschillende soorten macrofauna. In de rivierkleigebieden vormt *Tolypella* een karakteristieke soort in de kranswiervegetaties.

### 4.3 Voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting

De effecten van voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting in dit habitatype worden verder toegelicht in Intermezzo II van Deel I.

## 5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie zijn in dit habitatype niet van toepassing. Bij te grote ophoping van ammonium in de bodem (grotendeels niet direct afkomstig uit depositie) kan baggeren overwogen worden. Bij aanvoer van stikstofrijk grondwater uit hogere gronden dienen hier maatregelen genomen te worden om de stikstofverliezen naar het grondwater te reduceren. Bovendien kan nitratrijk grondwater in de bodem leiden tot sterke sulfaatverrijking, wat tot bovengenoemde problemen kan leiden (Smolders et al. 2010).

## 6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

De maatregelen die in deze paragraaf worden besproken maken deel uit van een totaal pakket en hebben vooral betrekking op het *Laagveengebied*. Voor de hogere zandgronden wordt verwezen naar Habitatype H3130 (zwak gebufferde vennen). Voor het zeekleigebied bestaat er een aanzienlijke leemte in kennis. Er is vooral ervaring met het verkorten van de verblijftijd van oppervlaktewater door een versnelde doorspoeling (Van den Berg et al. 2003) en met manipulatie van het visbestand (Gulati & Van Donk 2002).

### 6.1 Herstel van de hydrologie

Maatregelen die gericht zijn op het verbeteren van de waterhuishouding kunnen deel uitmaken van een herstelplan voor de hydrologie, bijv. het afschermen van laagveengebieden voor te fosfaatrijk water. Maatregelen gericht op het herstel van de grondwateraanvoer en het vasthouden van water met een goede kwaliteit zijn het meest effectief, aangezien daarmee de noodzaak van de aanvoer van hard, nutriënten- en sulfaatrijk water wordt teruggedrongen. Dit zal echter niet overal mogelijk zijn. Daarom kan in de beheerplannen voor het habitatype daarnaast ingezet worden op maatregelen gericht op het behoud of herstel van limitatie door fosfaat (zie 6.2).

### 6.2 Maatregelen gericht op het behoud en herstel van limitatie door fosfaat

Deze maatregelen zijn erop gericht om de fosfaatbelasting beneden de kritieke grens te krijgen. Hierdoor kan de limitatie door fosfaat gemakkelijker worden bereikt, treedt minder ophoping van fosfaat op in de bodem en leiden verhoogde nitraatconcentraties minder snel tot problemen. Het op orde krijgen van de fosfaatstatus is afhankelijk van zowel de concentratie in het oppervlaktewater als het opgehoopte fosfaat in sediment- en sliedlagen.

Om de fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater laag te houden, komen de volgende maatregelen in aanmerking:

- Aanvoer van nutriënten met de inlaat van voedselrijk water tegengaan. Dit kan worden bereikt door het oppervlaktewater in waterzuiveringsinstallaties te defosfateren alvorens deze in het gebied in te laten. Voorbeelden hiervan zijn Botshol, Nieuwkoop en Naardermeer.
- Uitspoeling van nutriënten vanuit aanliggende landbouwpercelen en bemeste oevers tegengaan.
- Interne mobilisatie van nutriënten uit het veensubstraat beperkt houden.

- Hardheid en sulfaatconcentraties van het water binnen gunstige marges te houden. Te sulfaatrijk en hard water kan leiden tot een hogere afbraaksnelheid van het veen en verhoging van de nutriëntenconcentratie van het oppervlaktewater (Lamers et al. 2006; Lamers et al. 2010).

Bij de keuze tussen verschillende hydrologische opties moet de waterkwaliteit centraal staan, niet de discussie over het al dan niet gebiedsvreemd of gebiedseigen zijn van het water (Lamers et al. 2010).

### 6.3 Isolatie van laagveengebieden

Als tijdelijke maatregel kan het isoleren van laagveensystemen helpen om de fosfaatstatus op een gunstiger niveau te houden. Deze maatregel werkt alleen als geen interne bronnen van fosfaat, stikstof, zwavel en bicarbonaat beschikbaar zijn. Deze maatregel kan enkel als overbruggingsperiode worden ingezet naar een duurzamer beheer dat gericht is op de verbetering van de waterkwaliteit van het omringende oppervlaktewater en de eventuele grondwatervoeding. Te lange isolatie leidt tot een toename van de zuurgraad (afname van de pH) van het water door het toenemen van regenwaterinvloed en tot oligotrofe condities.

### 6.4 Verwijdering van slib

Ook wanneer waterkwaliteitsverbetering succesvol is doorgevoerd, is er vaak als gevolg van de historie van versnelde veenafbraak een sliblaag aanwezig, die een negatieve invloed op het systeem blijft uitoefenen. Effecten van de aanwezigheid van deze sliblaag zijn onder andere een nalevering van in het slib opgehoopte fosfaat en ammonium en een toename van de troebelheid van de waterlaag, door het continu opwerpen van fijne slibdeeltjes (Lamers et al. 2006). Daadwerkelijk herstel van de aquatische habitattypen vergt naast hydrologische maatregelen dan ook vaak aanvullende maatregelen gericht op het verwijderen van opgebouwde sliblagen. Het uitbaggeren van alle slib is een maatregel die bewezen effectief is voor zowel waterplanten (toename ondergedoken soorten) als kritische faunasoorten, echter alleen bij een goede hydrologie, een goede waterkwaliteit en, zeer belangrijk, een goede kwaliteit van de nieuw vrijgekomen laag veen.

Baggeren is alleen maar succesvol als de onderliggende sedimentlaag geen nieuwe bron van fosfaat vormt. Dit dient vooraf te worden getoetst. Geurts (2010) geeft als vuistregel aan dat als de ijzer – fosfaat verhouding 1–3,5 staat tot 1 bedraagt in het bodemvocht, fosfaat naar verwachting vrij komt. Baggeren heeft dan geen zin. Als de ijzer – fosfaat verhouding 10 of meer staat tot 1 bedraagt, is baggeren zinvol (Geurts, 2010).

Verwijdering van slib kan ertoe bijdragen dat de successie wordt teruggezet in de tijd en er weer een pionier-situatie wordt gecreëerd. Kranswiervegetaties zijn namelijk pionier-vegetaties en staan aan het begin van de successie. Als gevolg van de in vennen toegepaste herstelmaatregelen zijn kranswiegroeiingen op verschillende plaatsen tijdelijk in vennen terug gekeerd. Deze worden echter beschouwd als onderdeel van habitatype H3130 (zwak gebufferde vennen) (tekst profielendocument). Het Nitelletum flexilis blijkt in vennen slechts een tijdelijke fase te zijn die optreedt nadat herstelmaatregelen zijn genomen. Na een aantal jaren verdwijnt de plantengemeenschap weer. In laagveenwateren zijn Kranswiervegetaties met wisselend succes teruggekomen na genomen herstelmaatregelen (Gulati & Van Donk 2002). Behoud op de langere termijn vraagt het steeds weer doen ontstaan van primaire stadia in de successie.



## 6.5 Pioniersituaties creëren / instandhouden

Factoren zoals opgeschoonde minerale zandbodems (Brouwer et al. 2009; in zwak gebufferde vennen H3130), droogval (in duinplassen H2190A), golfslag (Van den Berg et al. 2003; in grote meren zoals de Randmeren), een kaal substraat (Gulati & Van Donk 2002; in uitgeveende plassen) en gunstige lichtcondities (helder water) (Rip et al. 2007; veenplassen in het vroege voorjaar) dragen er toe bij dat (periodiek) pioniersituaties met gunstige omstandigheden ontstaan waarin gemeenschappen van Kranswieren zich (tijdelijk) massaal kunnen ontwikkelen. Minerale sedimenten (klei, zand) is een overeenkomst tussen de habitats waarin het *Charion fragilis* wordt aangetroffen (Arts & Smolders 2008ab). Herstel van kranswervegetaties dient vooral gericht te zijn op het creëren van deze pioniersituaties. Grazers, met name watervogels, kunnen bijdragen aan het bestendigen van deze pioniersituaties door het omwoelen van het sediment wanneer ze fourageren op bulbillen. Ook kunnen watervogels bijdragen aan de dominantie van *Chara* en deze bestendigen door selectief te grazen op fonteinkruiden en waterpest.

Ook droogval draagt bij aan het creëren van pioniersituaties en aan een hogere beschikbaarheid van licht. Deze factor speelt vooral een rol in Habitattype H2190A (duinplassen, open water) en H3130 (zwak gebufferde vennen).

## 6.6 Actief biologisch beheer

Veel Nederlandse wateren bevatten grote hoeveelheden bodemwoelende vis, met name brasem. Doordat zij macrofauna zoeken in het sediment zorgen ze voor opwerveling waardoor het water troebel wordt wat zorgt voor achteruitgang of het geheel verdwijnen van ondergedoken waterplanten. Ook kunnen vissen zoals blankvoorn bij grote dichtheden bijna alle zooplankton wegeten, waardoor er algenbloei ontstaat. Het wegvangen van deze vis, ook actief biologisch beheer of biomanipulatie genoemd, kan zorgen voor het snel weer helder worden van het water, vaak met een massale terugkeer van waterplanten tot gevolg. Deze methode is succesvol toegepast in het Wolderwijd, wat leidde tot een massale ontwikkeling van kranswervegetaties, in combinatie met de reductie van de hoeveelheid fosfaat in het water (Coops et al. 1997; Van de Berg et al. 1997; Noordhuis et al. 1997). Ook in laagveenwateren is de methode succesvol toegepast, bijvoorbeeld in Terra Nova, waar na afvissing massaal waterplanten opkwamen, waaronder kranswieren (Ter Heerdt & Hootsmans 2007). De maatregel geeft zeer snel effect, maar moet wel herhaald worden, na 5–10 jaar wordt het water vaak weer troebel en verdwijnen de planten weer. Meestal komt dat doordat niet alle vis kan worden gevangen en het visbestand zich weer opbouwt. Het succes van de maatregel hangt af van het percentage vis wat verwijderd wordt, het sediment type en de nutriënten lading van het water. Het meest succesvol is de maatregel in kleine geïsoleerde plassen waar het makkelijker is de meeste vis te vangen, in wateren met zand gaat het beter dan in laagveen, en de maatregel is effectiever wanneer hij wordt uitgevoerd samen met een reductie in de nutriënten belasting (Meijer et al. 1999; Sondergaard et al. 2008).

# 7. Maatregelen voor uitbreiding

In het laagveengebied kan het habitatype worden uitgebreid vanuit het graven van nieuwe petgaten. De aquatische habitatypes kunnen op deze manier worden hersteld, echter de verlandingsuccessie blijft nog volledig afwezig. Hoewel het baggeren tot op de zandlaag vaak leidt tot de ontwikkeling van kranswervegetaties, leidt dit ook tot omvorming van een veenwater naar een water met een zandbodem.

Ook op de hogere zandgronden kan het habitatype worden uitgebreid door baggeren of uitgraven van verlande vennen (zie habitatype H 3130).

Het spectaculaire herstel in de randmeren laat zien dat met een verbetering van de waterkwaliteit het oppervlak van dit habitatype aanzienlijk kan worden uitgebreid. Voor de rivierkleigebieden is het onduidelijk wat de sturingsfactoren en daarmee de maatregelen zijn die noodzakelijk zijn voor uitbreiding van het habitatype.

## 8. Effectiviteit en duurzaamheid

Waterplanten en ook kranswieren dragen in belangrijke mate bij aan een vermindering van de fosfaat- en stikstof-beschikbaarheid en een vergroting van de helderheid van watersystemen (Gulati & van Donk 2002; Van den Berg et al. 1997):

- Waterplanten hebben een succesvolle competitie met algen, vooral wat betreft stikstof en fosfaat
- Waterplanten kunnen zowel stikstof opnemen uit het sediment als uit de waterlaag.
- Waterplanten zijn een belangrijke schuilplaats voor zooplankton en juveniele vis;
- Waterplanten verminderen bioturbatie en resuspensie en bevorderen sedimentatie en sediment stabiliteit;
- Vanwege hun grote biomassa (incl. de algen die op waterplanten groeien) en hun lange generatietijd, fungeren waterplanten/kranswieren als een belangrijke opslag voor nutriënten gedurende het groeiseizoen;
- Allelopathische mechanismen dragen slechts in gering mate bij aan het bestendigen van het stadium met dominantie van kranswieren.

Wanneer herstel heeft geleid tot de terugkeer van waterplanten, dragen deze waterplanten bij aan een verbetering van de waterkwaliteit en genereren daarmee hun eigen specifieke habitat, hetgeen een zichzelf versterkend proces is (Van de Berg et al. 1997). Kranswieren zijn pioniervegetaties en zijn een belangrijke beginstadium van de successie in laagveenwateren en in watersystemen in kleigebieden. Het creëren van deze pioniervegetaties in het begin van de successiereeks is met wisselend succes gelukt. Behoud op de langere termijn is echter lastig en vraagt het steeds weer doen ontstaan van primaire stadia in de successie (Gulati & van Donk 2002; Gulati et al. 2008). Bevissing van wateren zoals het Veluwemeer laat positieve effecten zien op de uitbreiding van *Chara*-vegetaties en behoud van de helderheid van deze wateren (Gulati & van Donk 2002; Gulati et al. 2008). Herstel lijkt hier redelijk duurzaam te zijn geweest. In laagveenwateren vind nog vaak een terugval plaats naar troebele en vegetatie-arme toestanden.

Als het voortbestaan van specifieke locaties met zeldzame en typische (zogenaamde “urgente”) soorten in hun voortbestaan bedreigd worden, kan het noodzakelijk zijn om aanvullend op de hierboven genoemde maatregelen specifieke maatregelen te treffen (Klimkowska et al. 2011). Het betreft dan locaties met Brakwater-kransblad (*Chara canescens*), Kust-kransblad (*Chara baltica*) en Klein glanswier (*Nitella hyalina*).

## 9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast. De overzichtstabel is vooralsnog ingevuld voor het habitatype in de laagveengebieden. Voor de hogere zandgronden wordt verwezen naar habitatype H3130 (zwak gebufferde vennen). Voor de zeekleigebieden zijn deze maatregelen nog onbekend.

Maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Hydrologisch herstel	H/U	Verbetering waterkwaliteit	Groot	Hydrologie in kaart gebracht	LESA	Eenmalig	Vertraagd	B
Herstel limitatie door fosfaat	H/U	Gunstigere fosfaatstatus	Groot	Alle fosfaatstromen zijn in beeld; P-belasting beneden kritiek grens	LESA	Eenmalig	Even geduld	B
Isolatie	H/U	Gunstigere fosfaatstatus	matig	Grondwater is niet fosfaatrijk	LESA	Eenmalig	Even geduld	B
Ijzersuppletie en phoslock	H/U	Gunstigere fosfaatstatus	Groot	Is in onderzoek	Op standplaats	Eenmalig		H
Verwijdering van slib	H/U	Verwijdering van voedingsstoffen	groot	Afh. van waterkwaliteit en dus nieuwe slibopbouw: waterkwaliteit is verbeterd; de waterbodem vormt geen nieuwe bron van fosfaat (dit laatste dient vooraf te worden getoetst)	Op standplaats	Beperkte duur	Even geduld	B
Actief biologisch beheer	H/U	Verbetering waterkwaliteit, terugkeer ondergedoken waterplanten	Groot	Kwaliteit inlaatwater is goed; bijna alle vis is te vangen	Op standplaats	Beperkte duur	Direct	V

### Verklaring kolommen:

**Maatregel:** soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5 en 6

**Type:** H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

**Doel:** beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

**Potentiële effectiviteit:** klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

**Randvoorwaarden / succesfactoren:** de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

**Vooronderzoek:** niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

**Herhaalbaarheid:** eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

**Responstijd:** dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

**Mate van bewijs:**

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

## 10. Literatuur

- Arts, G.H.P. & A.J.P. Smolders 2008a. Selectie van referentiepunten voor aquatische vegetatietypen voor het Staatsbosbeheer-project terreincondities. Fase 1 aquatisch: resultaten inventarisatie 2005. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 1802, 90 pp.
- Arts, G.H.P. & A.J.P. Smolders 2008b. Selectie van referentiepunten voor aquatische vegetatietypen voor het Staatsbosbeheer-project terreincondities. Fase 2 aquatisch: resultaten inventarisatie 2006. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 1803, 80 pp.
- Arts, G.H.P., A.J.P. Smolders & J.D.M. Belgers 2007. Kwaliteit van oppervlaktewater, poriewater en sediment in relatie tot de vegetatiekundige samenstelling van 60 aquatische referentiepunten: een statistische analyse. Alterra/Onderzoekcentrum B-Ware, Alterra-rapport 1479, 78 pp.
- Blindow, I. 1988. Phosphorus toxicity in *Chara*. *Aquatic Botany* 32: 393–395.
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G. Arts & D. Belgers 2009. Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Directie Kennis en Innovatie nr. 2009/DKI 126-O.
- Coops, H., R. Doef, B. de Witte & M. van de Berg 1997. Herstel van de watervegetatie in de Veluwerandmeren. *De Levende Natuur* 98: 8–13.
- Geurts, J.J.M. 2010. Restoration of fens and peat lakes: a biogeochemical approach. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Gulati, R.D. & E. van Donk 2002. Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: State-of-the-art review. *Hydrobiologia* 478: 73–106.
- Gulati, R.D., Pires, L.M.D., E. van Donk 2008. Lake restoration studies: Failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures. *Limnologica* 38: 233–248.
- Haaijer, S.C.M., L.P.M. Lamers, A.J.P. Smolders, M.S.M. Jetten & H. den Camp 2007. Iron sulfide and pyrite as potential electron donors for microbial nitrate reduction in freshwater wetlands. *Geomicrobiology Journal* 24: 391–401.
- Henricsson, M. 1976. Nutritional studies of *Chara globularis* Thuill., *Chara zeylanica* Willd., and *Chara haitensis* Turpin. Thesis, Uppsala, Sweden, 51 pp.
- Hilt, S. & E.M. Gross 2008. Can allelopathically active submerged macrophytes stabilise clear-water states in shallow lakes? *Basic and Applied Ecology* 9: 422–432.
- Janse, J.H. 2005. Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. Proefschrift Wageningen Universiteit. 378 pp.
- Klimkowska, A., H. Keizer-Vlek, M. Wallis de Vries, R.J. Bijlsma, A. Schotman & H. van Dobben 2011, in prep.. Urgente maatregelen tot behoud van bedreigde typische soorten en vegetatietypen van de Habitatrichtlijn. Alterra-rapport.
- Lambert, S.J. & A.J. Davy 2011. Water quality as a threat to aquatic plants: Discriminating between the effects of nitrate, phosphate, boron and heavy metals on charophytes. *New Phytologist* 189: 1051–1059.
- Lamers, L., J. Geurts, B. Bontes, J. Sarneel, H. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, B. Kuijper, H. Esselink & J. Roelofs 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003–2006 (Fase 1). Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede, 286 pp.
- Lamers, L.P.M., J. Sarneel, J. Geurts, M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, L. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs 2010. Onderzoek

- ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2006–2009 (Fase 2). Rapport DKI nr. 2010/dk134–O.
- Meijer M.L., I. de Boois, M. Scheffer, R. Portielje & H. Hoesper 1999. Biomanipulation in shallow lakes in The Netherlands: an evaluation of 18 case studies. *Hydrobiologia* 408: 13–30.
- Mulderij, G., E.H. van Nes & E. van Donk 2007. Macrophyte–phytoplankton interactions: The relative importance of allelopathy versus other factors. *Ecological Modelling* 204: 85–92.
- Noordhuis, R., M. van Roomen, R. Zollinger, J. Tempel & W. Bouw 1997. Watervogels in de randmeren in historisch perspectief. *De Levende Natuur* 98: 25–34.
- Rip, W., M.R.L. Ouboter & H.J. Los 2007. Impact of climatic fluctuations on Characeae biomass in a shallow, restored lake in The Netherlands. *Hydrobiologia* 584: 415–424.
- Roelofs, J.G.M. 1991. Inlet of alkaline river water into peaty lowlands: Effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. stands. *Aquatic Botany* 39: 267–293.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09–018, 45 pp.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff 1995. De Vegetatie van Nederland deel 2. Wateren, moerassen en natte heiden. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Smolders A.J.P., L.P.M. Lamers, C. den Hartog & J.G.M. Roelofs 2003. Mechanisms involved in the decline of *Stratiotes aloides* L. in The Netherlands: sulphate as a key variable. *Hydrobiologia* 506: 603–610.
- Smolders A.J.P., J.G.M. Roelofs, C. den Hartog 1996. Possible causes for the decline of the water soldier (*Stratiotes aloides* L) in the Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie* 3: 327–342.
- Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers 2010. How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: The sulphur bridge. *Biogeochemistry* 98: 1–7.
- Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs 2006. Internal eutrophication: How it Works and what to do about it, a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93–111.
- Sondergaard M., L. Liboriussen, A.R. Pedersen & E. Jeppesen 2008. Lake Restoration by Fish Removal: Short- and Long-Term Effects in 36 Danish Lakes. *Ecosystems* 11: 1291–1305.
- Ter Heerdt, G. & M. Hootsmans 2007. Why biomanipulation can be effective in peaty lakes. *Hydrobiologia* 584: 305–316.
- Van den Berg, M., R.W. Doef, F. Zant & H. Coops 1997. Kranswieren: helder water en macrofauna in de Veluwerandmeren. *De Levende Natuur* 98(1): 14–19.
- Van den Berg, M.S., W. Joesse & H. Coops 2003. A statistical model predicting the occurrence and dynamics of submerged macrophytes in shallow lakes in the Netherlands. *Hydrobiologia*, 506–509, pp. 611–623.
- Van der Swaluw E., W.A.H. Asman & R. Hoogerbrugge 2010. The Dutch National Precipitation Chemistry Monitoring Network over the period 1992–2004. RIVM Report 680704009/2010. 83 pp.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra–rapport, Wageningen.