

Rapport

# Visstand- en visserijbeheer in diepe plassen

Beschrijving, knelpuntenanalyse en maatregelen



**Foto's voorzijde**

Foto snoekbaars: Danny Bok

Overige foto's: Sportvisserij Nederland

# **Visstand- en visserijbeheer in diepe plassen**

## **Beschrijving, knelpuntenanalyse en maatregelen**

**Opdrachtgever:**

**Sportvisserij Nederland**

**projectnummer: KI201101**

**Door:**

**W.A.M. van Emmerik & R. Verspui**

**22 augustus 2012**



Leijenseweg 115  
Postbus 162  
3720 AD Bilthoven  
Telefoonnr.: 030-6058400  
Faxnr.: 030-6039874

# Statuspagina

Titel Visstand- en visserijbeheer in diepe plassen. Beschrijving, knelpuntenanalyse en maatregelen  
Opdrachtgever Sportvisserij Nederland  
Postbus 162  
3720 AD BILTHOVEN  
Telefoon 030-605 84 00  
Telefax 030-603 98 74  
E-mail info@sportvisserij nederland.nl  
Homepage www.sportvisserij nederland.nl

Auteur(s) W.A.M. van Emmerik & R. Verspui  
E-mailadres emmerik@sportvisserij nederland.nl

Met bijdragen van J. Nijburg (Adviesbureau Waterschakel) en P.G.M. Heuts (Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden)

Foto's Tenzij anders vermeld: Sportvisserij Nederland  
Aantal pagina's 80  
Trefwoorden diepe plassen, visserijbeheer, visstandbeheer, stratificatie  
Versie definitief  
Projectnummer KI201101  
Datum 22 augustus 2012

Bibliografische referentie: Van Emmerik, W.A.M. & R. Verspui. 2012. Visstand- en visserijbeheer in diepe plassen. Beschrijving, knelpuntenanalyse en maatregelen. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

## © Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder en de opdrachtgever.

Sportvisserij Nederland is niet aansprakelijk voor gevolgschade, evenals schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Sportvisserij Nederland.

---

---

## Samenvatting

Sportvisserij Nederland heeft in de afgelopen jaren voor tientallen diepe wateren rapporten en adviezen opgesteld. Voor sportvissers spelen deze wateren vaak een belangrijke rol in het vissen op grote karper en snoek en zij hebben er belang bij dat de visserijmogelijkheden goed zijn en blijven. Zij lopen bij diepe wateren echter vaak tegen een aantal knelpunten aan. De klachten vormen aanleiding te onderzoeken wat er mogelijk is om de visstand en de sportvisserijmogelijkheden in deze diepe wateren te verbeteren.

In het rapport wordt ingegaan op wat wordt verstaan onder diepe plassen en welke functies ze kunnen hebben. Daarnaast worden de biologische, chemische en fysische kenmerken van diepe wateren beschreven. De problematiek op diepe plassen is in kaart gebracht door een aantal visserijkundige onderzoeken en adviesrapporten van Sportvisserij Nederland op 17 grotere (>10 ha) en 17 kleinere (<10 ha) diepe plassen op een rij te zetten en te analyseren.

Bij deze analyse is een aantal knelpunten naar voren gekomen. Deze kunnen onderverdeeld worden in onderzoeksresultaten en de uitkomsten van vragenlijsten. De onderzoeksresultaten hebben betrekking op de visserijkundige onderzoeken die zijn uitgevoerd door Sportvisserij Nederland. Omdat visstandbemonsteringen op diepe plassen moeilijk zijn uit te voeren en de vangtuigen selectief zijn is het mogelijk dat het beeld uit deze resultaten geen volledig beeld geeft van de werkelijke situatie. Op grond van een aantal verder in het rapport besproken punten wordt ervan uitgegaan dat de gevonden resultaten wel een redelijke indicatie geven van de visstand.

Daarnaast is de visrechthebbenden middels vragenlijsten verzocht om informatie te leveren over de door hen beviste diepe plas en de eventuele knelpunten die zij ondervinden. De op deze wijze verkregen gegevens komen echter niet altijd voort uit metingen in het veld, maar zijn vaak globale inschattingen (bijvoorbeeld aard en omvang van algenbloei). Daarnaast is niet altijd alle gevraagde informatie bekend of ingevuld. De waarde van de gegevens die hieruit zijn verkregen is niet altijd even duidelijk. Voor zover mogelijk is de verkregen informatie toch gebruikt om een beeld te schetsen van de voorkomende knelpunten op de betreffende diepe plassen.

Uit het visserijkundig onderzoek komt naar voren dat de diepe plassen over het algemeen een lage visbezetting hebben (veel lager dan de theoretische draagkracht) en een geringe soortdiversiteit (gemiddeld minder dan negen vissoorten per plas). Een klein aantal soorten bepaalt het grootste deel van de biomassa en de aantallen. Baars en blankvoorn domineren in aantallen, terwijl karper, paling, snoek en brasem samen de biomassa domineren. Van de meest voorkomende soorten zijn de meeste exemplaren klein (met name bij baars), bij brasem komen naast

---

juvenielen ook grote exemplaren voor maar ontbreekt de middenmaat grotendeels.

Uit de veldinventarisaties is gebleken dat de plassen vaak te kampen hebben met steile taluds, (zeer) helder water en een gebrek aan vegetatiebegroeiing en structuren.

Uit de vragenlijsten komt naar voren dat aalscholverpredatie als een knelpunt wordt gezien. Soms worden ook algenbloei en vissterfte genoemd.

Er is een groot aantal mogelijke maatregelen op een rij gezet. Er wordt onderscheid gemaakt tussen bronmaatregelen (gericht op het wegnemen van de oorzaak), effectgerichte maatregelen en inrichtingsmaatregelen. Er wordt stilgestaan bij de keuze van juiste maatregelen en de afwegingen die daarbij gemaakt worden. Op twee kansrijke maatregelen wordt verder ingegaan: (gedeeltelijke) verondieping en beluchting/menging.

Tot slot wordt een eerste voorstel uitgewerkt voor een tweetal vervolgpunten, waarbij zo mogelijk in samenwerking met andere partijen de maatregelen verondieping en beluchting/menging verder zullen worden onderzocht en uitgetest.

---

## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	9
	1.1 Aanleiding .....	9
	1.2 Doel.....	9
	1.3 Vraagstelling.....	10
	1.4 Leeswijzer .....	10
2	Aanpak .....	11
	2.1 Aanpak van onderzoeksvragen .....	11
	2.2 Definitie en afbakening.....	11
3	Achtergrond diepe wateren.....	13
	3.1 Ontstaan diepe wateren .....	13
	3.2 Functie en gebruik diepe wateren .....	13
	3.3 Waterhuishouding diepe wateren .....	13
	3.4 Fysische en chemische kenmerken van diepe wateren.....	14
	3.5 Biologie/ecologie van diepe wateren .....	17
	3.5.1 De visgemeenschappen van diepe wateren .....	17
	3.5.2 Ontwikkelingen visstand in diepe wateren – ecologische factoren .....	23
	3.5.3 Overige levensgemeenschappen .....	25
4	Knelpunten diepe plassen visstand en visserij .....	28
	4.1 Visserijkundig onderzoek.....	28
	4.1.1 Materiaal en methode.....	28
	4.1.2 De visstand.....	30
	4.2 Viswater(kwaliteit).....	38
	4.3 Sportvisserij .....	41
5	Beschikbare maatregelen en maatregelkeuze.....	42
	5.1 Typen maatregelen .....	42
	5.2 Diepe menging/beluchting .....	49
	5.2.1 Toelichting .....	49
	5.2.2 Beluchtingsinstallaties in Nederland. ....	51
	5.3 Verondiepen .....	52
	5.3.1 Toelichting .....	52
	5.3.2 Verwachte effecten verondieping .....	53
	5.3.3 Verondiepingen en sportvisserij .....	54
	5.3.4 Verondiepingen in Nederland.....	56
	5.4 Keuze van de meest geschikte maatregel, aanbevelingen en overwegingen .....	56
6	Vervolgonderzoek / pilots .....	59
	6.1 Verondieping.....	59
	6.2 Beluchting .....	60
	Verklarende woordenlijst.....	61

---

Verwerkte literatuur .....	62
Bijlagen .....	66



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Sportvisserij Nederland heeft in de afgelopen jaren voor tientallen diepe wateren schriftelijke adviezen of visplannen opgesteld. Voor sportvissers spelen deze diepe plassen vaak een belangrijke rol in het gericht vissen op grote karper en snoek en is er dus baat bij dat deze visstanden en sportvisserijmogelijkheden in goede staat blijven. De sportvisserij loopt bij diepe wateren vaak tegen een aantal problemen aan. Punten die vaak worden genoemd zijn:

- een (zeer) lage visbiomassa;
- geringe sportvisserijmogelijkheden/ geringe vangkans;
- zeer helder water;
- (blauw)algenbloei;
- en aalscholvers.

Deze klachten vormen de aanleiding nader te onderzoeken wat er mogelijk is om sportvisserij en de visstand in deze diepe wateren te verbeteren.

Recent is het STOWA-rapport "Een heldere kijk op diepe plassen" (Osté *et al.*, 2010) verschenen. In dit rapport wordt de problematiek op diepe plassen vanuit de waterbeheerder geanalyseerd. M.b.v. van een beslissboom worden de wateren beoordeeld en worden maatregelen gekozen. Analoog hieraan wil Sportvisserij Nederland onderzoeken hoe het met de diepe wateren gesteld is, een analyse maken van de problematiek en op een rij zetten wat mogelijke maatregelen kunnen zijn om de visstand en sportvisserijmogelijkheden te verbeteren. Het product kan gebruikt worden voor advisering t.a.v. diepe wateren en visplannen.

## 1.2 Doel

De doelen van dit onderzoek worden als volgt geformuleerd:

- vereenvoudigen en onderbouwen van de te nemen beslissingen ten aanzien van beheer visstand/visserij in diepe wateren;
- door middel van beheer verbeteren van de sportvisserijmogelijkheden en de visstand;
- kiezen van kansrijke maatregelen die in een vervolgtraject in de praktijk onderzocht zullen worden.

## **1.3 Vraagstelling**

In dit onderzoek zijn de volgende vragen gesteld:

1. Welke knelpunten zijn er in diepe wateren voor de visstand en sportvisserij en wat is de achtergrond/oorzaak?
2. Welke (type) maatregelen zijn denkbaar? Welke maatregelen zijn haalbaar, betaalbaar en kansrijk? Hoe kan de keuze voor de juiste maatregelen voor een water gemaakt worden?
3. Kunnen uit de maatregelen enkele kansrijke ingrepen worden gekozen, die in vervolgpiloten kunnen worden onderzocht en in de praktijk uitgetest?

## **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoek toegelicht en afgebakend.

Hoofdstuk 3 geeft achtergrondinformatie over diepe plassen.

In hoofdstuk 4 wordt de problematiek in de diepe wateren die door Sportvisserij Nederland zijn onderzocht beschreven en geanalyseerd.

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van mogelijke maatregelen, gaat dieper in op kansrijke maatregelen en de keuze voor de juiste maatregelen.

Ten slotte worden in hoofdstuk 6 aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek en een eerste voorstel uitgewerkt voor een tweetal pilots.

## 2 Aanpak

### 2.1 Aanpak van onderzoeksvragen

1. *Welke knelpunten zijn er in diepe wateren voor de visstand en sportvisserij wat is de achtergrond/oorzaak?*
  - beschrijving kenmerken, ontstaan en functioneren van diepe wateren, door literatuuronderzoek;
  - inventarisatie wateren, visstand, sportvisserij en problematiek in diepe wateren waar Sportvisserij Nederland de afgelopen jaren onderzoek heeft uitgevoerd;
  - analyse knelpunten en achterliggende oorzaken.
2. *Welke (type) maatregelen zijn denkbaar? Welke maatregelen zijn haalbaar en kansrijk? Hoe kan de keuze voor de juiste maatregelen voor een water gemaakt worden?*
  - opstellen groslijst maatregelen aan de hand literatuur en beschikbare kennis;
  - analyse selectie geschikte maatregelen aan de hand van randvoorwaarden - op grond van de knelpunten en rekening houdend met functies van het water, beheer-/ eigendomssituatie.
3. *Kunnen uit de maatregelen enkele kansrijke ingrepen worden gekozen, in pilots worden uitgetest en verder worden verfijnd?*
  - uitwerking maatregelen en selectie kansrijke maatregelen om verder in de praktijk te gaan onderzoeken.

### 2.2 Definitie en afbakening

#### *Definitie*

Een water wordt gerekend tot de diepe wateren wanneer er als gevolg van de grote diepte in de zomer temperatuursgelaagdheid of -stratificatie optreedt (zie toelichting in paragraaf 3.4).

In de praktijk is gebleken dat het wel of niet optreden van temperatuurstratificatie verband houdt met de verhouding diepte-oppervlakte van het viswater. Hoe kleiner het water, hoe ondieper het moet zijn om temperatuurstratificatie te voorkomen. Temperatuurstratificatie treedt in wateren tot circa twee hectare groot op vanaf een diepte van vier meter, in wateren tot twintig hectare vanaf een diepte van zes meter en in grotere wateren bij een diepte groter dan acht meter. Ook de mate van beschutting van het viswater kan van invloed zijn.

Hoe meer beschut het water ligt (bijvoorbeeld door bosaanplant op de oevers), des te groter de kans dat temperatuurstratificatie optreedt.

*Afbakening*

Het type diepe plassen dat wordt behandeld is niet strak afgebakend, maar de nadruk wordt gelegd bij:

- (gebufferde) zoete plassen (evt. zwak brak);
- gestratificeerde plassen;
- geïsoleerde plassen;
- wateren waar sportvisserij plaatsvindt.

## **3 Achtergrond diepe wateren**

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op een aantal aspecten van diepe wateren, namelijk het ontstaan van diepe wateren, fysische en chemische kenmerken en de biologie /ecologie (met name gericht op vis).

### **3.1 Ontstaan diepe wateren**

Diepe, stilstaande wateren komen van nature niet of nauwelijks voor in Nederland. De diepte van natuurlijke wateren bedraagt in ons land zelden meer dan twee à drie meter. Af en toe ontstond door een dijkdoorbraak een diepere wiel of kolk.

De wateren die in vroegere tijden door de mens zijn aangelegd, zoals plassen in veengebieden en sloten in polders, waren nooit diep: het werk (slagturven) moest met de hand worden uitgevoerd.

Door de grote behoefte aan zand en grind voor stadsuitbreidingen en wegenbouw sinds de tweede helft van de 20e eeuw, ontstonden en ontstaan nog geregeld diepe plassen. Ook worden bestaande plassen tot vaak zeer grote diepten (tot wel 50 meter) ontzand of ontgrind (soms ook voor winning van klei).

Een aantal kleinere diepe wateren (vijvers) is specifiek gegraven ten behoeve van de sportvisserij.

### **3.2 Functie en gebruik diepe wateren**

De meeste diepe plassen en vijvers hebben voornamelijk een recreatieve functie, soms alleen als visvijver, de grotere plassen vaak ook als zwemwater, om te duiken, kanoën, waterskiën, varen en dergelijke. Er zijn ook diepe wateren die een natuurfunctie hebben.

Bij uitzondering worden ze gebruikt voor andere functies zoals drinkwaterwingebied (bijv. Kleiveld). Veel kleinere diepe wateren hebben alleen een sportvisserijfunctie.

### **3.3 Waterhuishouding diepe wateren**

De geïsoleerde diepe wateren worden over het algemeen gevoed door kwel en/of regenwater. Soms worden ze gevoed door uitgeslagen polderwater of door een koelwaterlozing, bijvoorbeeld Korte Spruit te Hardenberg (kaasfabriek), of een riooloverstort (Hulsterplas).

Vaak kan het water de plas niet uit, maar in een aantal wateren is er een overloop. In de meeste gevallen zijn de waterpeilschommelingen afwezig of beperkt, of onnatuurlijk d.w.z. 's winters kunstmatig een laag peil en 's zomers een hoog peil, bijvoorbeeld in de Kampseplas. Door de isolatie is geen vismigratie mogelijk.

Behalve door de windwerking is er geen stroming in het water en daarvoor is het water in combinatie met de diepte gevoelig voor stratificatie.

#### *Verblijftijd*

De verblijftijd van een plas ( $\tau$  - in aantal dagen) wordt gedefinieerd als de tijd die het duurt om de plas te vullen. Deze kan worden berekend als volgt:

$$\tau = V/q$$

waarbij het volume  $V$  van de plas (in  $m^3$ ) wordt gedeeld door het inkomend debiet  $q$  (in  $m^3$ /dag, uit de verschillende bronnen, inclusief neerslag).

De verblijftijd is een belangrijke karakteristiek van een diepe plas en is bepalend voor het ecologisch functioneren van het water. Bij een langere verblijftijd is de maximaal toelaatbare belasting met nutriënten lager dan bij een kortere verblijftijd. Algenbloei zal zich minder snel ontwikkelen bij een korte verblijftijd.

### **3.4 Fysische en chemische kenmerken van diepe wateren**

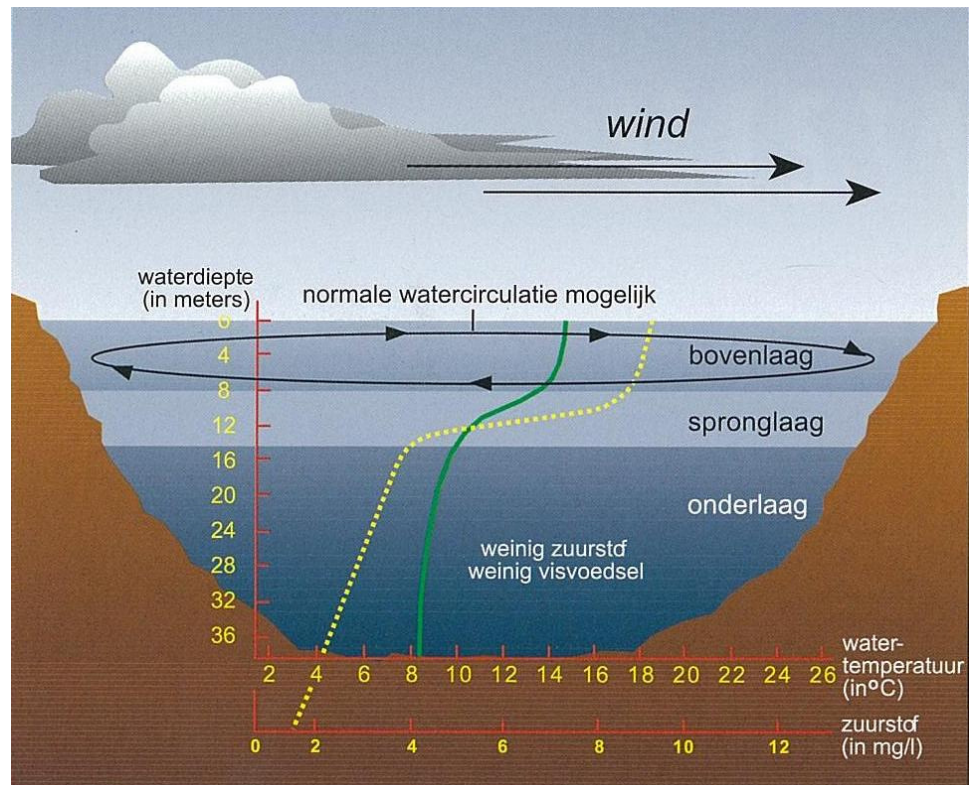
#### *Diepte en diepteprofiel*

Plassen worden tot diepe plassen gerekend als ze een diepte hebben van ongeveer zes meter of meer. In het algemeen worden ze niet alleen gekenmerkt door hun diepte maar ook door steile onderwatertaluds. Dit hangt samen met het ontstaan van de diepe plassen, namelijk voor delfstoffenwinning. Het belangrijkste doel daarbij was (is) zoveel mogelijk kubieke meters zand of andere delfstoffen winnen. De taluds worden zo steil opgeleverd als mogelijk en veilig is. De morfologie van de diepe plassen bepaalt voor een belangrijk deel de fysische, chemische en hydrologische kenmerken van het water.

#### *Temperatuurstratificatie*

Stratificatie is een temperatuursgelaagdheid van de waterkolom en komt met name voor in diepere plassen en meren. Door opwarming van het water aan de oppervlakte in het voorjaar ontstaat een warme (lichte) bovenlaag die 'drijft' op een koude (zware) onderlaag. Tussen deze beide lagen vinden we een spronglaag (metalimnion), dit is een relatief dunne laag water waarin de watertemperatuur bij toenemende diepte snel afneemt (ca.  $1^\circ\text{C}$  per meter). Naarmate de opwarming van het water in de loop van de zomermaanden toeneemt, neemt de bovenlaag (epilimnion) in omvang toe en komt de spronglaag steeds dieper te liggen.

Het wel of niet optreden van stratificatie en de diepte van de spronglaag hangen samen met de relatie tussen de diepte en het oppervlak van een water, en met de strijklengte van de heersende windrichting. In grotere wateren ligt de spronglaag dieper dan in relatief kleine wateren. In kleinere en beschut gelegen wateren kan een spronglaag al op een diepte van vier meter worden aangetroffen. In grotere wateren, waar de wind voor meer circulatie in de bovenlaag van het water zorgt, bevindt de spronglaag zich in de regel minimaal op zes meter of dieper.



**Figuur 3.1** Verschijnselen die optreden tijdens temperatuurstratificatie in de zomer in diep water

#### *Zuurstofhuishouding*

Als gevolg van temperatuurstratificatie circuleert 's zomers het water in de onderlaag (hypolimnion) onafhankelijk van de bovenlaag. In beide waterlagen vinden verschillende chemische - en biologische processen plaats. Doordat op grotere diepte (afhankelijk van de helderheid) weinig of geen licht doordringt, vindt er in de onderste waterlaag geen fotosynthese, en daarmee ook geen zuurstofproductie plaats. Er kan bovendien geen uitwisseling van zuurstof met de lucht plaatsvinden. De bovenlaag is meestal verzadigd met zuurstof, terwijl de onderlaag gedurende de zomer een zuurstoftekort opbouwt. Dit zuurstoftekort bouwt zich op door afbraak en mineralisatie van organisch materiaal (afgestorven plankton) dat vanuit de bovenlaag naar de bodem zakt en in de onderlaag terechtkomt; hier wordt dus alleen maar zuurstof verbruikt zonder dat aanvulling mogelijk is.

Het is duidelijk dat, naarmate het zuurstofgehalte in de onderste, koude waterlaag, afneemt, dit deel van het water en de daarbij behorende waterbodem voor vis en voedselorganismen van de vis niet of nauwelijks geschikt is als leefomgeving. Ook door het optreden van afbraak- en rottingsprocessen waarbij onder andere giftige zwavelwaterstof en ammoniak kunnen ontstaan.

Omdat zo een belangrijk deel van het water onttrokken wordt aan het totaal aanwezige leefgebied, heeft dit gevolgen voor de omvang en samenstelling van de aanwezige visstand (zie ook 3.5.1).

#### *Voedsel /nutriënten*

Alleen in het epilimnion van een diepe plas, waar het licht doordringt, vindt dus primaire productie plaats. De onderste waterlaag heeft meestal een (zeer) laag zuurstofgehalte, waardoor deze laag dan ook nauwelijks voedsel zal produceren. Vanwege het aanwezige plantaardige voedsel in de bovenste waterlaag zal de productie van zoöplankton dan ook hoofdzakelijk hier plaatsvinden. Planktonorganismen hebben geen lang leven, waardoor een constante sedimentatie van dood plankton vanuit de bovenste waterlaag naar de bodem plaatsvindt. Voor de afbraak van dood organisch materiaal door schimmels en bacteriën is zuurstof nodig, dat aan het water wordt onttrokken. Dit gebeurt van nature ook in ondiep water, maar daar veroorzaakt het meestal geen problemen. In deze wateren wordt zuurstof door voldoende watercirculatie naar de bodem getransporteerd. Maar in de diepe lagen van diepe plassen blijft het organisch materiaal gedurende de zomermaanden min of meer gevangen. De onderlaag werkt op die manier als een soort nutriënterval. Door dit proces neemt de totale hoeveelheid nutriënten die in de bovenlaag voor algen- en zoöplanktonproductie beschikbaar is in de loop van de zomer sterk af (Zoetemeyer & Lucas, 2007). Meestal is (of lijkt) het nutriëntengehalte van diepe plassen daardoor laag. In de winter fungeren diepe plassen vaak als overwinteringsplek voor vogels zoals ganzen en smienten. Deze vogels kunnen door hun uitwerpselen een aanzienlijke bijdrage leveren aan de nutriënteninput in een plas (Hahn *et al.*, 2008).

#### *Opheffing stratificatie*

In het najaar zal de temperatuur van de bovenlaag door afkoeling dalen tot een waarde die nagenoeg gelijk is aan de temperatuur van de onderlaag. Daardoor verdwijnen de dichtheidsverschillen van het water tussen de gescheiden lagen. Er zal dan, door windwerking of spontaan, weer volledige menging plaatsvinden. Dit noemt men de najaarsomkering. In Nederlandse diepe plassen is overigens zelden of nooit sprake van een totale omkering (Nijburg & Verhoeven, 1999). Er is veel meer sprake van een geleidelijke opheffing van de temperatuurgelaagdheid.

Als de onderlaag een laag zuurstofgehalte heeft en het volume ervan in verhouding tot de bovenlaag groot is, kan de opheffing van de stratificatie een daling van het zuurstofgehalte in de bovenste waterlagen veroorzaken. Ook het gehalte aan zwavelwaterstof ( $H_2S$ ) en eventueel ammoniak ( $NH_3$ ) kan hierdoor stijgen. De daling van het zuurstofgehalte en de toename van gifstoffen kunnen tot vissterfte leiden.

Bij grote meren gaat de opheffing van stratificatie meest heel geleidelijk en leidt dit niet tot problemen. Problemen ontstaan met name bij de kleinere meren die vaak ook nog beschut liggen, naast een vaak voedselrijk water.

In Nederland zijn er maar weinig voorbeelden dat opheffen van stratificatie leidt tot vissterfte. Dat hangt samen met de geleidelijke opheffing. In voedselrijke bergmeren (o.a. Zwitserland) kan dit sneller gebeuren aangezien de thermische verschillen al wel zijn verdwenen door afkoeling, maar er weinig tot geen menging is opgetreden door de geïsoleerde ligging. Wanneer er dan wind komt (najaarsstorm) dan mengt



de waterkolom zich wel in een keer door de windenergie. Kan dan in de hele waterkolom tijdelijk te weinig zuurstof beschikbaar zijn of mogelijk aanwezigheid van toxische stoffen (Nijburg & Verhoeven, 1999).

#### *Doorzicht*

Het water in diepe plassen is om verschillende (samenhangende) redenen over het algemeen relatief helder in de zomer:

- omdat er sedimentatie van organisch materiaal en nutriënten naar de bodem plaatsvindt;
- er daardoor minder voedingsstoffen in de bovenlaag aanwezig zijn voor algengroei;
- en de opwerveling van deeltjes naar de bovenste lagen van het water gering is.

Doordat het licht in het heldere water dieper doordringt, zal de diepte tot waar waterplanten kunnen groeien groter zijn. Doordat de onderwatertaluds vaak zo steil zijn, is het areaal dat begroeibaar is relatief klein. Er zijn ook diepe plassen waar het doorzicht minder is. Dit kan samenhangen met het optreden van (blauw)algenbloei.

In meer of mindere mate zijn ook erosie, sedimentatie en resuspensie, herkomst van inkomende water, zuurgraad, buffering en bodemtype bepalend voor de kenmerken van een diepe plas. Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar Osté *et al.*, (2010).

## **3.5 Biologie/ecologie van diepe wateren**

### **3.5.1 De visgemeenschappen van diepe wateren**

Voor de diepe wateren is een indeling in viswatertypen gemaakt op basis van twee sleutelfactoren, die bepalend zijn voor het voorkomen van verschillende kenmerkende visgemeenschappen. Voor diepe, stilstaande wateren zijn dit voedselrijkdom en de mate van voorkomen van waterplanten. De verschillende typen worden hieronder beschreven (Zoetemeyer & Lucas, 2007).

#### **Coregonen diepwatertype**

In Nederland komt de bij dit watertype behorende visgemeenschap met daarin houtingachtigen (de Coregoninae of coregonen is de familie van de houtingachtigen, waartoe de houting en marenen behoren) van oorsprong niet voor.

De visgemeenschap van het coregonentype treft men over het algemeen aan in relatief grote, voedselarme diepe (berg)meren met helder, koel en zuurstofrijk water. De zichtdiepte in deze wateren is gedurende het gehele jaar groter dan vier meter. Hoewel deze bergmeren niet in Nederland voorkomen, komt het watertype waarin deze visgemeenschap zich thuis voelt wel voor in Nederland. Hierbij moet men denken aan diepe, (relatief) voedselarme plassen met een groot doorzicht, zoals de Beldert, of de plas Zeumeren. Daarom wordt het coregonentype als voedselarm watertype hier ook behandeld.

Hogere waterplanten komen in het coregonen diepwatertype voor in de vorm van een relatief smalle oeverzone met bovenwaterplanten en een zeer goed ontwikkelde zone met onderwaterplanten. Door de zeer diepe instraling van het zonlicht kan de plantenrijke 'oeverzone' zich uitstrekken tot diepten van 10 tot 20 meter. De algenproductie in de bovenste waterlaag is door de zeer geringe toevoer van voedingsstoffen uiterst laag. Daardoor wordt de zuurstofvoorraad in de onderlaag tijdens de temperatuurstratificatie nauwelijks aangetast en hoopt zich weinig detritus op (weinig tot geen aanvoer van dood organisch materiaal (DOM) en derhalve zeer gering zuurstofverbruik voor de afbraak van DOM). Dit is een belangrijke voorwaarde voor een succesvolle ontwikkeling van de eieren en larven van coregonen.

De kenmerkende voedselketen in voedselarme coregonenwateren loopt van plantaardig-plankton via zoöplankton naar vis. De meest voorkomende, kenmerkende vissoorten zijn coregonen (grote en kleine marene en houting). Daarnaast behoren tot deze visgemeenschap ook begeleidende vissoorten als snoek, baars, zeelt, blankvoorn en kwabaal. De totale bezetting van de visgemeenschap in het coregonentype kan variëren van 50 tot 250 kilogram vis per hectare.

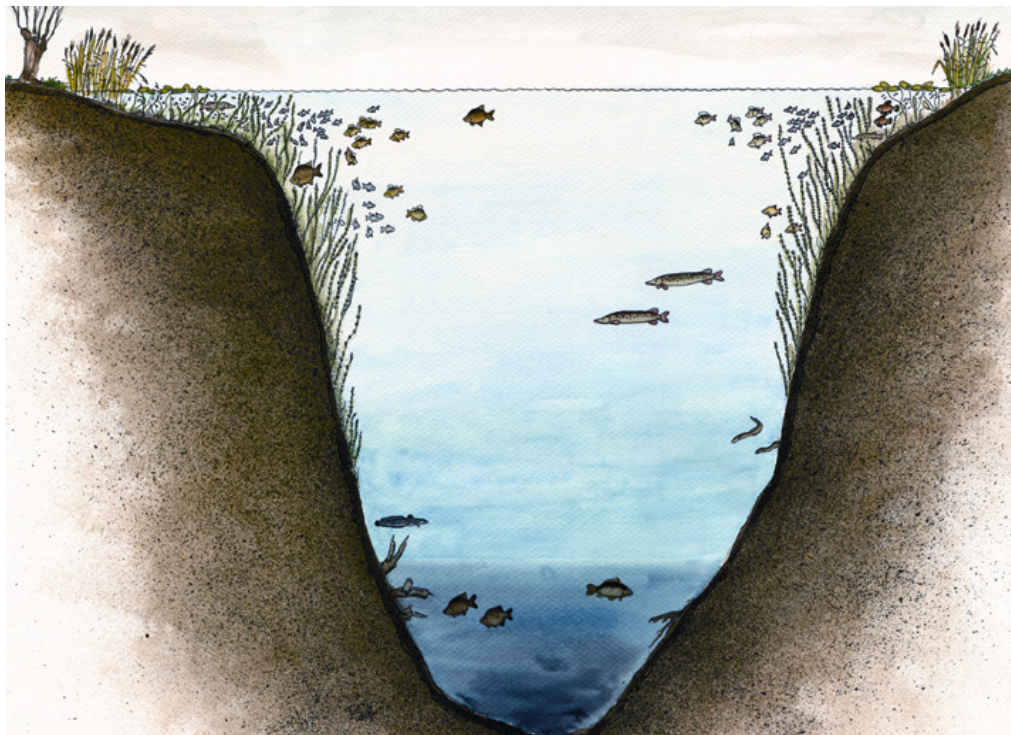
#### **Baars-blankvoorn diepwatertype**

In het baars-blankvoorn diepwatertype reikt de plantenrijke oeverzone tot 5 à 7 meter, maximaal tot circa 10 meter. Onderwaterplanten vormen het grootste gedeelte van de plantenrijke oeverzone. Waterpest en fonteinkruiden zijn te vinden in het hoger gelegen gedeelte van de plantenrijke oeverzone, kranswieren tot in de diepste gedeelten van de plantenrijke oeverzone. De onderwaterbegroeiing kan zich uitstrekken over 15 tot 30% van het totale oppervlak. In plassen met een maximale diepte tot 12 meter kunnen de onderwaterplanten tot de helft van het totale oppervlak innemen. De overige hogere waterplanten beslaan een relatief smalle zone met bovenwaterplanten gevolgd door een zone met drijfbladplanten. Deze drijfbladzone is smal omdat het talud vrij steil is. De drijfbladplanten wortelen tot een waterdiepte van circa twee meter. Tegen het einde van de periode van zomerstratificatie kunnen de diepere waterlagen zuurstofarm of zelfs zuurstofloos worden.

Zoals de naam van dit diepwatertype al aangeeft, zijn blankvoorn en baars de meest voorkomende, kenmerkende vissoorten in de visgemeenschap. Daarnaast maken ook plantminnende, begeleidende vissoorten zoals snoek, zeelt en ruisvoorn en in mindere mate ook brasem, kolblei en pos deel uit van de levensgemeenschap. In de diepere waterlagen kan zelfs een klein bestand aan snoekbaars worden aangetroffen. De totale draagkracht van het water voor vis in dit watertype varieert van 150 tot 400 kilogram per hectare.

De baars is in deze visgemeenschap de belangrijkste roofvis. Bij een toereikend aanbod van geschikt zoöplankton en voldoende macrofauna in de bodem van de plantenrijke oeverzone, wordt de baars snel visetend. Deze roofvis gaat dan in scholen in de zogeheten pelagische gedeelten (de hogere waterlagen) van het diepe water op vis en visbroed jagen. De groei van baars verloopt in dit watertype over het algemeen snel, door de

optimale verhouding tussen de productiviteit van de plantenrijke oeverzone en die van de overige zones van het water.



**Figuur 3.2 Baars-blankvoorn diep viswatertype**

Als er weinig dierlijk voedsel is, kan blankvoorn tijdelijk leven van plantaardig materiaal. Op die manier hoeft deze vis in deze wateren niet om voedsel te concurreren met de plankton etende baars. Daarbij kan de jonge blankvoorn de vegetatie benutten om te schuilen. Bovendien kan de blankvoorn tussen de planten ook zoöplankton en macrofauna als voedsel vinden.

De zichtdiepte in het baars-blankvoorn diepwatertype is gemiddeld vier tot zeven meter en onder matig voedselrijke omstandigheden om en nabij de drie tot vier meter. Dit komt door de toename van het plantaardig plankton, dat het licht weg filtert. Een geringe toename van de voedingsstoffen heeft onder de heersende voedselarme omstandigheden al een relatief groot effect op de algengroei.

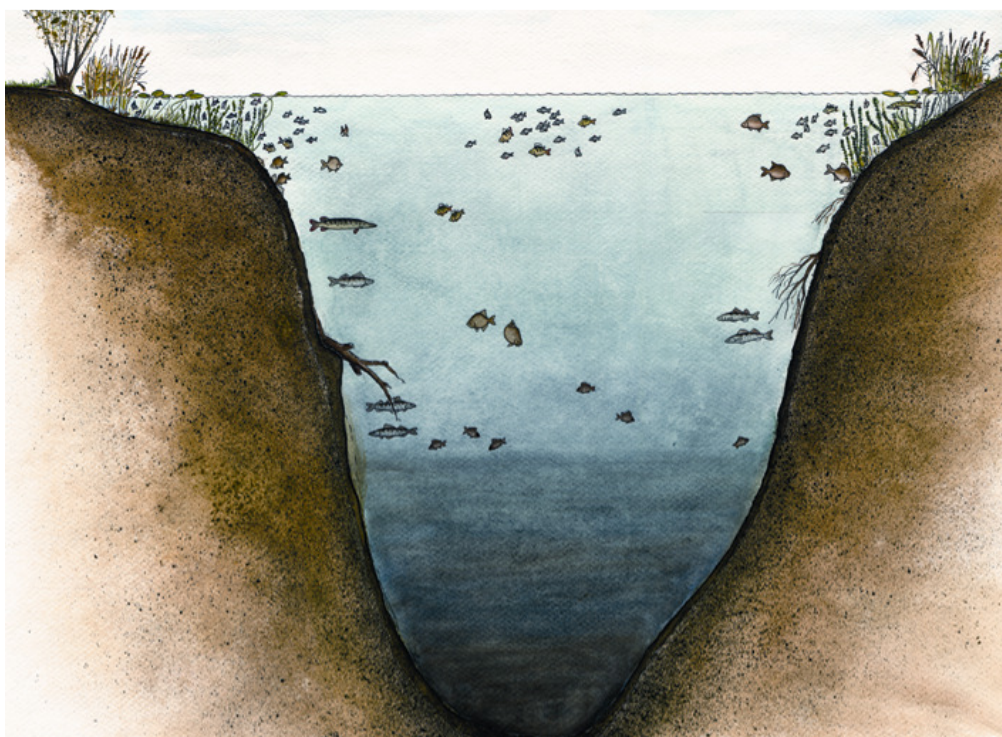
#### **Blankvoorn-brasem diep viswatertype**

De blankvoorn-brasem visgemeenschap komt grotendeels overeen met de hierna beschreven brasem-snoekbaars visgemeenschap. Vissoorten die onder plantenarme, voedselrijke omstandigheden het best kunnen overleven, domineren de visstand. De kenmerkende vissoorten zijn brasem, blankvoorn en snoekbaars. Als gevolg van de begroeiing van 10 tot 20 % van het wateroppervlak met bovenwater- en drijfbladplanten, komen er ook kleine aantallen begeleidende soorten voor die geheel of ten dele afhankelijk zijn van waterplanten. De totale draagkracht voor de visstand in het blankvoorn-brasem diepwatertype loopt, afhankelijk van de bodemsamenstelling en het zuurstofgehalte in de koude onderlaag,

uiteen van 250 tot 500 kilogram per hectare.

De voedselrijke omstandigheden in het brasem-blankvoorn diepwatertype leiden tot meer algengroei, daarmee minder helder water (doorzicht tot tweeënhalve meter) en een beperkte plantenrijke oeverzone tot een diepte van één tot maximaal vijf meter. Doordat andere soorten waterplanten opkomen en de plantaardige productie groter wordt, is de onderwatervegetatie dikwijls dichter van structuur. De zones met bovenwaterplanten en met drijfbladplanten zijn smal.

Naarmate de vegetatiebedekking geringer is, zal de blankvoorn minder geschikt opgroei- en foerageergebied tot zijn beschikking hebben. De concurrentie met en predatie door (voornamelijk jonge) baars zal opnieuw toenemen. De groei van baars in dit watertype is over het algemeen langzaam. Het visetende aandeel in de baarspopulatie is klein. Door de toenemende concurrentie om voedsel bereikt ook de blankvoorn in dit watertype bij lange na niet zijn snelste groei.



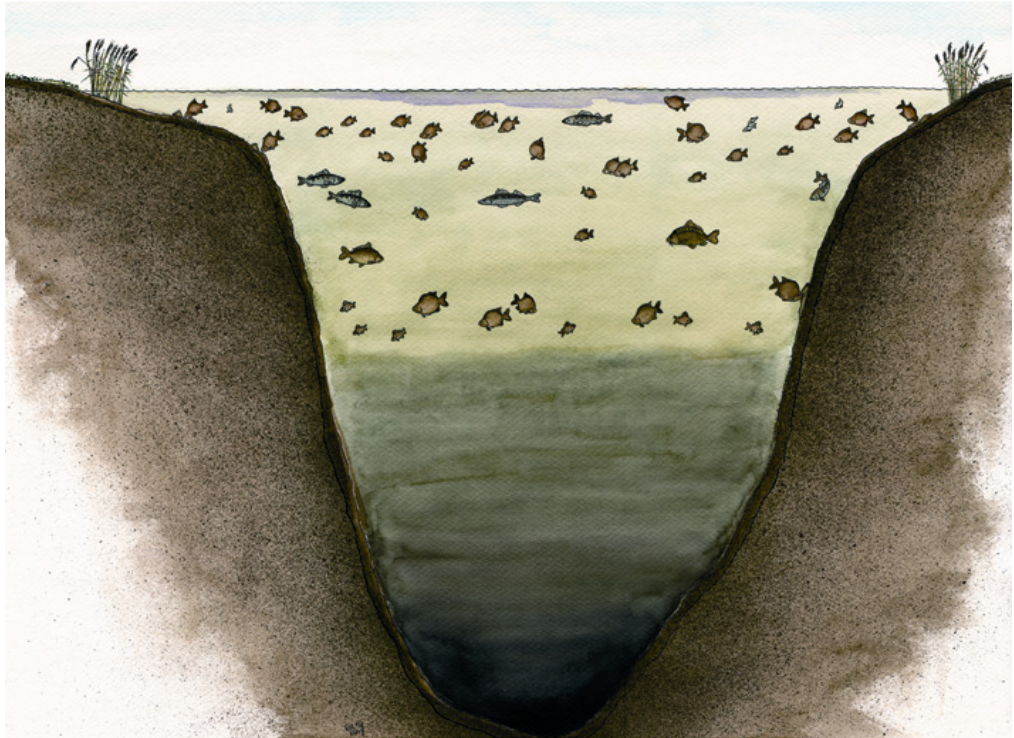
**Figuur 3.3**      **Blankvoorn-brasem diep viswatertype**

#### **Brasem-snoekbaars diep viswatertype**

De meest voorkomende, kenmerkende vissoorten zijn brasem en snoekbaars. Blankvoorn is door de min of meer verloren voedselcompetitie met brasem om zoöplankton ver in aantallen teruggedrongen. Daarnaast is de blankvoorn erg kwetsbaar voor vraat door snoekbaarzen. Zowel brasem als blankvoorn bereiken bij lange na niet hun snelste groei in dit watertype. De groei van brasem en blankvoorn varieert van gemiddeld tot langzaam. Daarnaast kunnen als begeleidende vissoorten pos, kolblei, vetje en aal voorkomen. De draagkracht voor vis varieert -

afhankelijk van de omvang en mate van zuurstofloosheid in de onderste waterlaag - in dit watertype over het algemeen tussen 400 tot 600 kilogram per hectare.

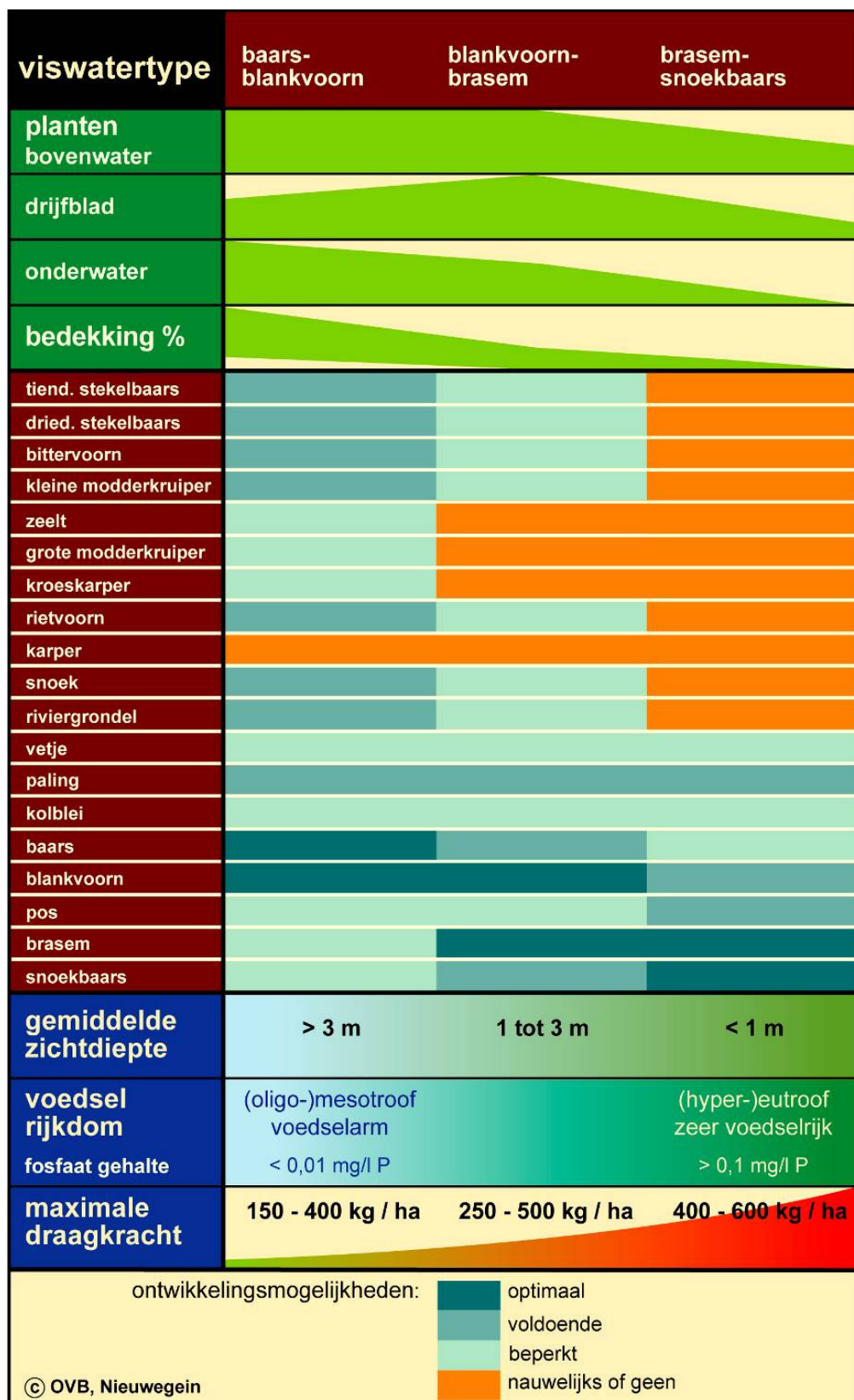
De onderwaterplanten zijn in het brasem-snoekbaars diepwatertype zo goed als afwezig. De plantenrijke oeverzone bestaat nog slechts uit een smalle zone met bovenwaterplanten. De gemiddelde zichtdiepten in de zomermaanden variëren van veertig tot zeventig centimeter. Algenbloei treedt vrij regelmatig op.



**Figuur 3.4 Brasem-snoekbaars diep viswatertype**

In het brasem-snoekbaars diepwatertype is de koude onderlaag in de zomermaanden al snel zuurstofloos en zou tijdens een najaarsomkering tijdelijk een negatieve invloed kunnen hebben op de levensgemeenschap. In deze fase kunnen veel kwetsbare vissoorten (visbroed, snoek, snoekbaars) als gevolg van vrijkomende giftige gassen zoals waterstofsulfide, methaan en ammoniak het loodje leggen. Alle vissoorten worden gedurende de zomermaanden tot in de bovenlaag teruggedrongen. Uiteraard neemt hierdoor de visproductie af en daardoor ook de dichtheid van de visstand.

In het brasem-snoekbaars diepwatertype zijn de onderwaterplanten zo goed als verdwenen. De plantenrijke oeverzone bestaat nog slechts uit een smalle zone met bovenwaterplanten. De gemiddelde zichtdiepten in de zomermaanden variëren van 40 tot 70 cm. Algenbloei treedt vrij regelmatig op.



**Figuur 3.5** Schematische weergave van de viswatertypen voor stilstaande en langzaam stromende diepe wateren die in Nederland voorkomen.

### 3.5.2 Ontwikkelingen visstand in diepe wateren – ecologische factoren

#### Effecten temperatuur en doorzicht

In het voorjaar komt de ontwikkeling van zoöplankton in diepe wateren - in vergelijking met ondiepe wateren - relatief laat en langzaam op gang. Dit komt doordat het water door het grote volume minder snel opwarmt. In het voorjaar beperkt het aanbod van zoöplankton, dat voor de opgroei van jonge vis noodzakelijk is, zich tot de oeverzone. Deze warmt als eerste op en hier houdt het visbroed zich in de eerste levensweken dan ook overwegend op.

Naast geschikt voedsel vindt de jonge vis er ook beschutting tussen de waterplanten. Voedselconcurrentie met en predatie door jonge baars heeft in deze periode in de oeverzone van diepe wateren een belangrijke, vaak zelfs cruciale invloed op de ontwikkeling en overleving van het witvisbroed (Zoetemeyer & Lucas, 2007).

De baars paait doorgaans een aantal weken eerder dan bijvoorbeeld de witvissoorten brasem en blankvoorn. Het baarsbroed kan het schaarse zoöplankton in de oeverzone van diepe wateren dan ook als eerste benutten. Hierdoor heeft baars een belangrijke 'voorsprong' op het witvisbroed. Wanneer de jonge baarsjes voldoende snel groeien is het zelfs heel goed mogelijk dat deze het later uitkomende witvisbroed (in feite niet veel groter dan grof zoöplankton) ook als voedsel benutten.

Het lage aanbod van zoöplankton in combinatie met een relatief hoge concurrentie met en predatie door jonge baars heeft in diepe wateren vaak een lage overleving van de jonge witvis tot gevolg. In sommige jaren is de overleving van de 0+ jaarklasse witvis minimaal, terwijl ze in andere jaren wel goed overleven. Dit laatste is het geval wanneer de voedselomstandigheden in het voorjaar 'toevallig' wat gunstiger uitvallen, of wanneer de baars bijvoorbeeld later of met minder succes paait.

De baarsstand in diepe wateren is in hoge mate zelfregulerend. Dat wil zeggen dat de jongste jaarklasse baarzen deels wordt weggevreten door grotere, soms even oude soortgenoten en minder door snoeken of snoekbaarzen. Maar het overgrote deel van de jonge baarsjes gaat door voedselgebrek dood. Dit voedselgebrek treedt vooral in de late zomer op: de baarsjes hebben dan macrofauna (insectenlarven e.d.) en vooral kleine prooivis op het menu staan. Dit voedsel is in deze periode nauwelijks voorhanden. Ook neemt het aanbod aan grof zoöplankton geleidelijk af (zie ook bij nutriëntental), zodat de baarsjes in een zeer povere conditie de winter tegemoet gaan. Het overgrote deel van de jonge baars overleeft de eerste winter dan ook niet.

In de zomer komt de zoöplanktonproductie door opwarming van het water ook buiten de oeverzone op gang. Door de geringe aanwas van jonge witvis in het voorjaar is de wegvraat van fijn zoöplankton gedurende de zomermaanden beperkt. Dit zoöplankton is dus voor de overige vis in voldoende mate aanwezig en kan tot een flink formaat uitgroeien. Met name dit grove zoöplankton is voor de grote witvis in diepe wateren vaak

de belangrijkste voedselbron.

De witvisstand in diepe wateren wordt met name wordt gereguleerd tijdens de eerste levensweken. In eutrofe diepe wateren neemt het aanbod van zoöplankton in de loop van het late voorjaar en vroege zomer toe door verdere opwarming van het water. Het voedselaanbod voor het geringe aantal witvissen dat de eerste levensweken heeft overleefd, is dan meestal meer dan toereikend.

De witvis is hierdoor in deze periode meestal in staat om een voldoende conditie (verhouding gewicht - lengte) en een snelle groei te bereiken. Later in het jaar krijgt deze witvis te maken met een afnemend voedselaanbod, doordat de nutriënten in de loop van de zomer afnemen. Aan het eind van de zomer is de beschikbaarheid van voedingsstoffen op zijn laagst. De conditie van de witvis neemt dan ook af in het najaar.

Tijdens visstandbemonsteringen in het najaar ziet men in diepe wateren dan ook meestal snel gegroeide vissen met een onvoldoende conditie. Dit lijkt vreemd, maar is na het voorgaande goed te verklaren (Zoetemeyer & Lucas, 2007).

### **Effecten eutrofiëring**

Net als in ondiepe wateren veroorzaakt een voortschrijdende eutrofiëring (vermesting) een toename van de aantallen witvis, met allereerst een toename van blankvoorn, gevolgd door een toename van brasem.

#### *Toename en afname van blankvoorn*

De ontwikkelingsmogelijkheden voor blankvoorn zijn afhankelijk van de omvang en aard van de aanwezige watervegetatie (voedsel, schuilgelegenheid). In eerste instantie zal de blankvoornstand, bij een toenemende voedselrijkdom groeien. Naarmate de vegetatie echter verder wordt teruggedrongen, zal de blankvoorn minder geschikt opgroeien foerageergebied tot zijn beschikking hebben. De concurrentie met, en predatie door met name jonge baars zal opnieuw toenemen. De groei van baars wordt onder eutrofe omstandigheden langzamer. Het aandeel van grote, visetende baarzen in de populatie wordt daardoor kleiner. Ook de blankvoorn groeit minder hard omdat de concurrentie om voedsel groter wordt als de eutrofiëring verder toeneemt.

#### *Toename brasem*

Een andere witvis die bij eutrofiëring in aantal komt opzetten, is de brasem. De planktonsamenvatting verandert en er komt meer open water vrij, omdat de begroeiing vermindert. Hierdoor ontstaat er minder geschikt leefgebied voor de blankvoorn, terwijl de brasem zich nog goed kan redden. De brasem kan door zijn fijne kieuwzeef efficiënter over weg met plankton van kleiner formaat en kan ook nog goed foerageren in donker of troebel water.

De uiteindelijke groei en de omvang van de brasempopulatie worden onder meer bepaald door de samenstelling van de bodem, aangezien de brasem een voorkeur heeft voor detritus-arme, slibrijke bodems. Voor de brasem in diepe wateren maakt het echter vooral uit hoeveel onbegroeide bodem boven de koude onderlaag toegankelijk is. In de koude onderlaag in dit watertype heersen vaak lage zuurstofconcentraties, en soms zelfs gedeeltelijke zuurstofloosheid. Daar is de bodem grotendeels ongeschikt als foerageerplaats voor de brasem.



#### *Afname snoek, toename snoekbaars*

Als het water minder helder wordt zal de snoek grotendeels het veld ruimen en zal de snoekbaars toenemen. De bezetting die snoekbaars uiteindelijk kan bereiken, hangt sterk af van de geschiktheid van de koude, donkere onderlaag als leefgebied. Hoe zuurstofarmer en hoe kouder deze laag is, des te minder het water geschikt zal zijn voor snoekbaars. Ook een andere vertegenwoordiger van de baarsachtigen, de pos, kan men aantreffen in het hypolimnion. Zowel de snoekbaars als de pos houdt zich in tegenstelling tot de meeste andere vissoorten veelvuldig op in de onderlaag, waarschijnlijk omdat deze soorten ook bij weinig licht nog goed kunnen foerageren. Hun ogen zijn namelijk aangepast aan het zien bij lage lichtintensiteit.

#### **Diversiteit habitat**

In potentie hebben diepe plassen een grote habitatdiversiteit, doordat er zoveel variatie in diepte is. In de ondiepe oeverzone wordt de grootste soortenrijkdom aan planten en dieren aangetroffen en ook in de grootste dichtheden. Daarnaast zijn er in een aantal plassen, meestal de geïsoleerde, seizoensmatige (natuurlijke) peilfluctuaties. Hierdoor kunnen oevers 's zomers droogvallen en in winter en voorjaar onderlopen, waardoor geschikt paai- en opgroeigebied ontstaat voor veel vissoorten, waaronder de snoek.

De diepere gedeelten van de plas bieden vaak overwinteringsgebied en voor sommige soorten foerageergebied, maar toch veel minder dan de ondiepe delen.

Door de steile taluds is het aandeel litorale zone op het totaal vaak gering. Bovendien hebben de ondiepe oeverzones in veel diepe plassen en vijvers een geringe begroeiing en weinig variatie in de vorm van structuren of obstakels. Voor de vis betekent dit dat er een geringe met vegetatie begroeide zone is die kan dienen als de paai- en opgroeigebied. Dit betekent ook dat er weinig geschikt habitat is om te dienen als schuilgelegenheid en foerageerplaats voor vissen. Als totaal wordt de habitatdiversiteit daarom toch vaak als gering of onevenwichtig beoordeeld.

Wanneer diepe plassen echter zijn verbonden met ondiep water, zoals een slotenstelsel, of een rivier en het aandeel ondiep water op het totale oppervlak groter is, zullen de ontwikkelingsmogelijkheden voor veel vissoorten (en voor veel andere dieren en planten) aanzienlijk toenemen, waardoor een 'evenwichtiger' visstand ontstaat.

### **3.5.3 Overige levensgemeenschappen**

#### **Fytoplankton**

Het fytoplankton speelt een centrale rol in de waterkwaliteit en staat aan de basis van het voedselweb. De productiviteit wordt voor een belangrijk deel bepaald door de algengroei; deze is afhankelijk van o.a. de temperatuur, het licht en de nutriënten. Hierdoor wordt ook de seizoensafhankelijke successie bepaald.

Het meeste fytoplankton kan alleen in het water zweven door menging van het water. Die soorten die zich met flagellen (zweepharen) of gasblaasjes (reguleren het drijfvermogen) boven in de waterkolom kunnen handhaven, zijn echter in het voordeel. Hieronder vallen diverse soorten

groenalgen, sialgen, pantserwieren (dinoflagellaten) en blauwalgen. Andere soorten sedimenteren en komen in het hypolimnion terecht. Eenmaal in het hypolimnion komen ze niet meer in de bovenste waterlaag.

### **Blauwalgen (cyanobacteriën)**

Blauwalgen zijn eigenlijk geen algen maar bacteriën die net als planten fotosynthese toepassen om te kunnen leven. De officiële naam voor deze groep is cyanobacteriën, afgeleid van de kleur cyaan (blauwgroen) omdat de blauwe kleurstof fycocyanine deze groep kenmerkt.

Cyanobacteriën komen in uiteenlopende milieus voor, zowel in zout als in zoet water, maar de soorten zijn wel vaak echte specialisten. Ze groeien relatief langzaam, maar zijn zo goed aangepast aan hun milieu, dat zij andere algensoorten verdringen.

Dit geldt in het bijzonder voor de zogenaamde plaagsoorten, zoals uit de geslachten *Microcystis*, *Anabaena* en *Planktothrix*. Men spreekt van plaagsoorten omdat ze overlast kunnen geven door de vorming van gifstoffen en drijfslagen. De keerzijde van hun specialisatie is, dat ze plotselinge veranderingen in het milieu maar moeilijk verdragen.

Naast deze plaagsoorten komt in het Nederlandse oppervlaktewater een groot aantal soorten voor dat nooit overlast veroorzaakt. Blauwalgen moeten daarom niet over één kam geschoren worden. Wat ecologie betreft kunnen de blauwalgen uit ons zoete water in circa 12 functionele groepen ingedeeld worden (zie Tabel 3.1; overgenomen uit Bijkerk *et al.*, 2010). Potentieel toxische soorten komen in vrijwel al deze groepen voor.

Afhankelijk van de type limitatie dat voorkomt in het water (fosfaatlimitatie, stikstoflimitatie, koolstoflimitatie of lichtlimitatie), temperatuur en verblijftijd zal de concurrentiepositie van de algen dus beïnvloed worden.

Ook de verhouding stikstof : fosfaat is van belang hierbij. De gebruikelijke N : P verhouding in algen is ongeveer 7 (mg/mg), dit wordt de Redfield ratio genoemd. Als de verhouding N : P groter is dan 7 is de kans op fosfaatlimitatie het grootst, als deze veel lager is dan 7 is de kans op stikstoflimitatie groter.

Verder is bekend dat bij een N : P verhouding van > 29 (mg/mg) de kans op blauwalgenbloei klein is. Bij een verhouding van 5-10 komt dominantie van blauwalgen wel vaak voor.

#### **Regulatie drijfvermogen**

Veel cyanobacteriën bezitten gasblaasjes. De gasblaasjes worden omsloten door een wand van eiwit. Als de lichtintensiteit laag is kunnen er meer gasblaasjes gevormd worden. De cyanobacteriën kunnen hierdoor een positief drijfvermogen krijgen. Eenmaal aan het wateroppervlak is de lichtintensiteit hoog, waardoor de fotosynthesesnelheid hoog is en koolhydraten worden opgeslagen. Hierdoor worden de cyanobacteriën zwaarder. Tevens neemt de celdruk toe, waardoor er gasblaasjes bezwijken. De cyanobacteriën zakken nu naar dieper water, consumeren de opgeslagen koolhydraten en maken eventueel nieuwe gasblaasjes aan. Gedurende de nacht verkrijgen de cyanobacteriën daardoor weer een positief drijfvermogen (Lurling, 2009).

**Tabel 3.1 Functionele groepen van blauwalgen, met beschrijving habitat, toleranties en gevoeligheden (overgenomen uit: Bijkerk et al., 2010, bronnen: Reynolds (2006) en Padisak et al. (2009)).**

Groep	Habitat	Tolerant voor	Gevoelig voor	Voorbeeldtaxa
H1 (N-fix)	Eutrofe ondiepe meren en diepe gestratificeerde meren, met relatief laag gehalte van stikstof	Laag gehalte N Laag gehalte C Begrazing	Laag gehalte P Weinig licht Menging	<i>Anabaena flos-aquae</i> <i>Anabaena scheremetievi</i> <i>Anabaenopsis elenkini</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
H2 (N-fix)	Ondiepe mesotrofe meren en diepe gestratificeerde oligo-mesotrofe meren	Laag gehalte N Begrazing	Weinig licht Menging	<i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i>
K	Ondiepe eutrofe meren	Laag gehalte C	Diepe menging	<i>Aphanocapsa</i> , <i>Aphanothece</i> p.p. <i>Cyanocatena imperfecta</i> <i>Cyanodictyon</i> , <i>Synechococcus</i>
Lm	Epilimnia van eutrofe tot hypertrofe meren	Zeer laag gehalte C Begrazing	Weinig licht Menging	<i>Microcystis</i> mts in combinatie met <i>Ceratium</i>
Lo	Ondiepe en diepe oligotrofe tot eutrofe meren	Heterogene beschikbaarheid van nutriënten	Aanhoudende of diepe menging	<i>Chroococcus limneticus</i> <i>Merismopedia minutissima</i> <i>Snowella lacustris</i> <i>Woronichinia naegeliana</i>
M	Eutrofe tot hypertrofe, kleine tot middelgrote meren	Veel zonlicht (hoge irradiantie)	Doorspoeling Weinig licht	<i>Microcystis</i> (alle soorten)
Mp	Ondiepe meren die troebel zijn door opgew erfelde bodemdeeltjes			<i>Oscillatoria limnetica</i> <i>Cylindrospermum muscicola</i> <i>Pseudanabaena galeata</i>
R	Metalimnion en bovenste hypolimnion van diepe, oligo- tot mesotrofe meren	Weinig licht Heterogene beschikbaarheid van nutriënten	Instabiele stratificatie	<i>Planktothrix rubescens</i> <i>Planktothrix mougeotii</i>
S1	Ondiepe, troebele, goed gemengde meren	Zeer weinig licht	Doorspoeling	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Limnothrix</i> , <i>Planktolyngbya</i> <i>Pseudanabaena limnetica</i>
S2	Ondiepe, (sterk) alkalische, w arme meren	Weinig licht	Doorspoeling	<i>Arthrospira platensis</i> <i>Spirulina</i>
Sn	Ondiepe, goed gemengde w arme meren	Weinig licht Laag gehalte N	Doorspoeling	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> <i>Raphidiopsis mediterranea</i>
T <sub>c</sub>	Aangroei in eutrofe plassen of (soms) langzaam stromende rivieren met veel w aterplanten		Troebelheid	<i>Aphanothece stagnina</i> <i>Gloeotrichia pismus</i> <i>Merismopedia</i> p.p., <i>Microcrocis</i> <i>Heteroleibleinia</i> , <i>Phormidium</i>

De andere levensgemeenschappen van diepe wateren, zoals die van het zoöplankton, de macrofauna en de macrofyten, worden uitgebreid beschreven door Osté et al., (2010).



**Blauwalgenbloei**



**Snoek in diepe plas (foto: Danny Bok)**

## 4 Knelpunten diepe plassen visstand en visserij

### 4.1 Visserijkundig onderzoek

Om inzicht te krijgen in de visstand van diepe plassen en de diverse knelpunten die hierbij aanwezig zijn, is een aantal geïsoleerde diepe plassen bestudeerd, waar Sportvisserij Nederland in de afgelopen ca. vijf jaar een visserijkundig onderzoek heeft gedaan. Hiervoor is gebruik gemaakt van 17 plassen groter dan 10 hectare en 17 plassen kleiner dan 10 hectare.

Een aantal gegevens met betrekking tot de visstand, wijze van bemonstering, de visserij en de waterkwaliteit is in een tabel opgenomen (zie ook Bijlage IV). Daarbij is een aantal knelpunten naar voren gekomen dat in dit hoofdstuk nader wordt toegelicht.

#### 4.1.1 Materiaal en methode

Om tot een betrouwbare inschatting van de visstand te komen, maakt Sportvisserij Nederland tijdens hun bemonsteringen doorgaans gebruik van de richtlijnen zoals opgesteld in het STOWA Handboek Visstand-bemonstering (Klinge *et al.*, 2003)\*. Volgens dit handboek moeten meervormige wateren kleiner dan 10 ha voor minimaal 35% van het oppervlak met de zegen bevestigd en minimaal 20% van de oever met elektrovisserij. Bij meren groter dan 10 hectare is een minimale inspanning vereist van 10-20% van de oever met elektrovisserij en 10-35% van het oppervlak met de zegen of 2 tot 10% met de kuil ('s nachts). Voor de onderzoeken op diepe plassen heeft Sportvisserij Nederland voornamelijk gebruik gemaakt van elektrovisserij en de zegen. Naast de zegen en de elektrovisserij (16 resp. 22 wateren), werd er in sommige lastig bevestigbare diepe plassen ook gebruikt gemaakt van andere vistuigen, zoals stand want, fuik en sonar (in resp. 8, 2 en 9 wateren). De verschillende vangtuigen en hun kenmerken worden toegelicht in Bijlage I. In Tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven.

Sportvisserij Nederland kiest er om verschillende redenen voor om geen visserijkundig onderzoek te doen in voorjaar en zomer:

- omdat bij hogere watertemperaturen de vis actiever is en daardoor eerder ontsnapt aan de vangst en bij vangst eerder beschadigd raakt;
- omdat er bij hogere temperaturen eerder zuurstofgebrek en sterfte onder vissen optreden;
- om de paai niet te verstoren;
- omdat in het zomerseizoen waterplanten de bemonstering kunnen bemoeilijken.

---

\* De bemonsteringen worden uitgevoerd volgens de voorschriften in het STOWA handboek uit 2003 en niet aan de aangepaste versie in het Handboek hydrobiologie waar de vangst-inspanningen verminderd zijn. De indruk bestaat dat met deze laatste voorschriften geen goed beeld van de visstand wordt verkregen (te geringe inspanning).

De visserijkundige onderzoeken worden in de koudere maanden van het jaar uitgevoerd. De vissen zijn dan rustiger, makkelijker te vangen en minder gevoelig voor stress. Om voor eventuele ongelijkmatige verdeling van de vis te compenseren (clustering treedt overigens in alle seizoenen op), worden de deelhabitats naar verhouding bemonsterd.

Een representatieve visstandbemonstering op diepe wateren is moeilijk uit te voeren vanwege de selectiviteit van verschillende vangtuigen, de helderheid van het water, de grote diepte en de grillige vorm van bodem en oever. Het gebruik van een combinatie van meerdere vangtuigen zou de grootste kans op een goed beeld van de visstand geven, maar dit is vaak zeer arbeidsintensief en daarmee duur.

**Tabel 4.1**      **Overzicht diverse vangtuigen die gebruikt worden in diepe wateren en hun specifieke kenmerken**

Vangtuig	Te bevissen zone	Diep/ondiep	Diepte (m)	Selectief voor	Biomassa schatting mogelijk	Opmerkingen
Elektro	oeverzone	ondiep	< 2	begroeiende oeverzone, daardoor kleinere vis	Ja	grote vissen zijn minder gevoelig
Zegen	open water	ondiep	~2-6	ondiepe open water, grootte vis afhankelijk van maaswijdte, meest grotere vis	Ja	ineffectief op onregelmatige bodem met obstakels
Staan Want	oeverzone+ bodemzone open water	ondiep / diep	>2	bodemzone (afhankelijk van maaswijdte) grotere vis	Nee	vereist actieve vis, bij langer laten staan meer schade vis
Fuik	oever zone+ bodem zone open water	ondiep / diep	> 0,5	bodemzone	Nee	vereist actieve vis
Sonar	niet dicht tegen bodem	diep	> 5		Ja	geen informatie over soortensamenstelling en abundantie soorten
Kuil (stort- of bodem-)	open water en bodemzone	diep	>2	diepe open water, grotere vis	Ja	bij trek over de bodem ineffectief op onregelmatige bodem meer schade vis

Aangezien er tussen de verschillende visstandbemonsteringen variatie in vangstsamenstelling op kan treden, selectiviteit van vangtuigen en tijd van bemonstering, is het mogelijk dat het beeld uit deze resultaten niet helemaal overeenkomt met de praktijk. Toch mogen we ervan uitgaan dat de gevonden resultaten een redelijke indicatie geven van de visstand. Zo vonden alle bemonsteringen (met uitzondering van de sonaronderzoeken) plaats in de koudere periode tussen oktober en mei, werden biomassa schattingen, vangstsamenstellingen en soortdeterminaties door een ervaren veldploeg uitgevoerd en werden er aanvullende vangtuigen gebruikt om tot betere bemonsteringen te komen. Hiernaast wordt de variatie in absolute aantallen tussen de verschillende plassen onder- vangen door gebruik te maken van bijvoorbeeld het relatieve aandeel van een lengteklasse per plas.

## 4.1.2 De visstand

### *Biomassa en draagkracht*

Onder de draagkracht van een water wordt verstaan: de hoeveelheid vis die het water op grond van de beschikbare hoeveelheid voedsel kan bevatten. Deze is afhankelijk van de heersende milieumomstandigheden (bodemsamenstelling, voedselrijkdom, zichtdiepte, diepteverloop, waterplanten) en gaat uit van een goede conditie van de aanwezige vissoorten. Door Sportvisserij Nederland wordt voor het bepalen van de draagkracht van een water een onderscheid gemaakt tussen de verschillende viswatertypen wateren, zoals beschreven in Hoofdstuk 3.

**Tabel 4.2 De viswatertypen van diepe wateren en bijbehorende draagkracht (bron: Zoetemeyer & Lucas, 2007)**

viswatertype	draagkracht
baars-blankvoorn diep viswatertype	150-400 kg/ha*
blankvoorn-brasem diep viswatertype	275-500 kg/ha*
brasem-snoekbaars diep viswatertype	400-600 kg/ha*

\* kan lager zijn bij zuurstofloze onderlaag

De biomassa is de hoeveelheid vis die bij een onderzoek met vistuigen wordt aangetroffen in een water (gecorrigeerd voor de vangstefficiëntie). Beide grootheden worden uitgedrukt in kilogrammen per hectare.

### *Viswatertype en biomassa*

Uit de visserijkundige onderzoeken van Sportvisserij Nederland bleek dat grote plassen > 10 hectare doorgaans onder het baars-blankvoorn of blankvoorn-brasem type (11 resp. 5 plassen van de 17) vallen. In bijna alle gevallen (met uitzondering van Hoge Venne) lag de geschatte biomassa onder de draagkracht. In 11 van de 13 plassen waar een biomassaschatting is gemaakt was de visbiomassa minder dan 100 kg/ha. Biomassabepalingen zijn alleen voor diepe plassen beschikbaar waar gevist is met volgens de STOWA richtlijnen geijkte visserijmethoden, zoals elektro, zegen en kuil. Bij sonaronderzoeken wordt ook een biomassa schatting gegeven (range tussen een minimum en een maximum), maar de betrouwbaarheid hiervan ligt nog ter discussie. Biomassagegevens waren beschikbaar voor 8 plassen groter dan 10 hectare en 14 plassen kleiner dan 10 hectare.

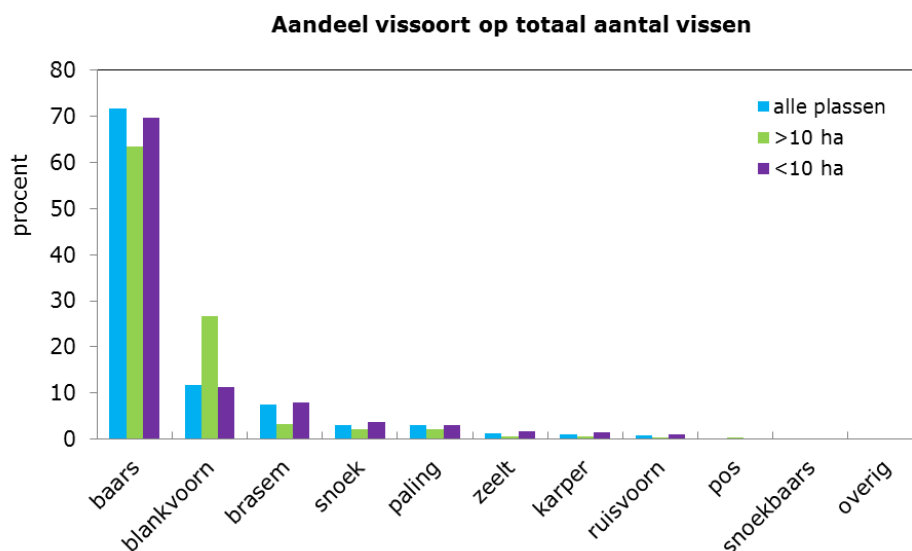
De visbiomassa in de plassen < 10 ha was over het algemeen hoger dan in plassen > 10 hectare en lag voor 4 van de 12 plassen boven de 200 kg/ha. Dit kan enerzijds worden verklaard door de visuitzettingen die in 10 van de 17 kleine wateren plaatsvinden / plaatsvonden. Anderzijds is er ook een verklaring zonder de visuitzettingen mee te nemen; de kleine plassen hebben immers over het algemeen relatief meer ondiepe oeverzone ten opzichte van het open diepe water, dus relatief meer geschikt habitat voor (o.a. de opgroei van juveniele) vis. De berekende biomassa lag echter ook in de meeste plassen van minder dan 10 ha een stuk onder de draagkracht, in 2 plassen lag de biomassa erboven. Dit laatste kan worden verklaard door visuitzettingen; dat de biomassa boven de draagkracht ligt zal natuurlijk slechts tijdelijk zijn.

Samenvattend komt het er op neer dat een groot deel van de onderzochte diepe wateren een biomassa heeft die (ver) onder de geschatte draagkracht ligt. Een mogelijke verklaring hiervoor zou ook kunnen zijn dat de draagkracht die is ingeschat voor de diepe watertypen aan de hoge kant is. De draagkracht van de diepe wateren met verschillende visgemeenschappen is in het verleden vastgesteld analoog aan die voor de viswatertypen voor de ondiepe wateren, met behulp van kwalitatieve visstandgegevens van diepe wateren en expert judgement (Quak & Van der Spiegel, 1992 en refs. in Quak & Van der Spiegel, 1992). Een betere schatting is echter niet voor handen.

#### Soortsamenstelling

Soortsamenstellingen zijn alleen voor diepe plassen beschikbaar waar gevestigd is met de traditionele vangtuigen zoals elektro, zegen, staand want en fuik. Voor plassen waar alleen sonaronderzoek werd gedaan is de soortsamenstelling niet bekend. Behalve de exemplaren groter dan ca. 60 cm zijn de individuele vissen namelijk niet tot op de soort te herleiden. Figuur 4.1 en Figuur 4.2 zijn gebaseerd op vangstgegevens van 22 plassen (8 plassen > 10 ha en 14 plassen < 10 ha). De gerapporteerde waarde is de mediaan van het per soort berekende aandeel op de totale aantallen of totale vis biomassa per plas.

$$\text{Relatief aandeel (\%)} = \frac{\text{aantal of biomassa per soort}}{\text{totale aantal of biomassa per plas}} \times 100$$



**Figuur 4.1** Procentueel aandeel per vissoort op de aantallen gevangen vis in diepe plassen (medianen van de door Sportvisserij Nederland onderzochte plassen).

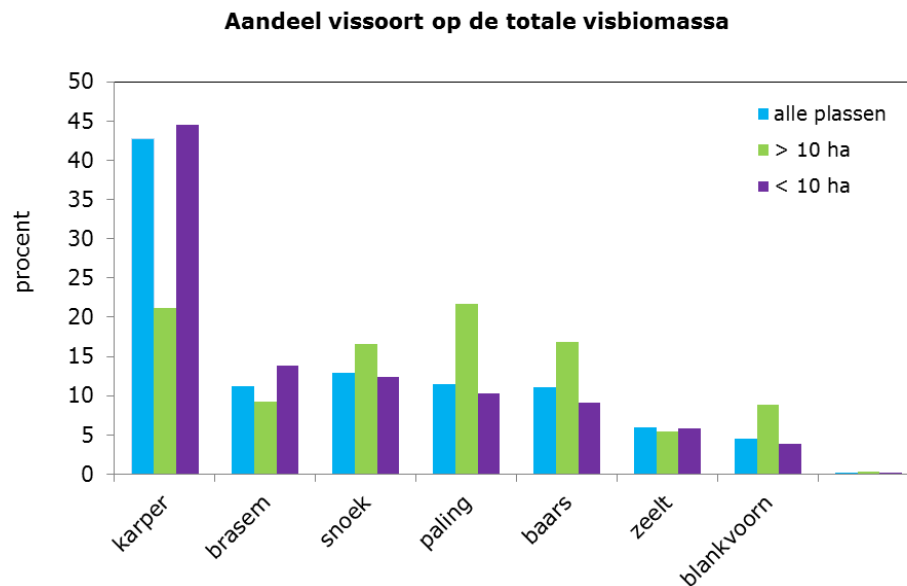
Zowel in de grote als in de kleine diepe plassen komen gemiddeld minder dan 9 soorten voor (mediaan plassen > 10 ha: 8,5; mediaan plassen < 10 ha: 8). Dit is relatief soortenarm. De volgende tien soorten zijn het meest frequent aanwezig: baars, blankvoorn, brasem, paling, snoek, zeelt,

karper, ruisvoorn, pos en snoekbaars. Voor de aantallen per soort is deze verdeling nagenoeg hetzelfde in beide typen plassen (zie Figuur 4.1). De biomassa bestaat voornamelijk uit de soorten baars, blankvoorn, brasem, karper, paling, snoek en zeelt (zie Figuur 4.2).

Opvallend is het verschil tussen de plassen groter en kleiner dan 10 hectare. In de grotere plassen (> 10 ha) is het aandeel van baars en paling in de biomassa groter dan op de kleine plassen, waar vooral brasem en karper het grootste aandeel hebben.

Een mogelijke verklaring hiervoor is de uitzetting van vis in de kleine plassen. In 8 van de 14 plassen < 10 ha (plassen waarvan biomassa-gegevens beschikbaar waren) werd vis uitgezet, tegen 1 van de 8 plassen > 10 ha.

Het is echter ook zo dat op de grotere plassen karpers moeilijk te vangen zijn, terwijl soms uit hengelvangstregistratie gegevens blijkt dat karpers wel aanwezig zijn. De bij visserijkundig onderzoek gevonden biomassa aan karper in grotere plassen kan dus een onderschatting zijn.



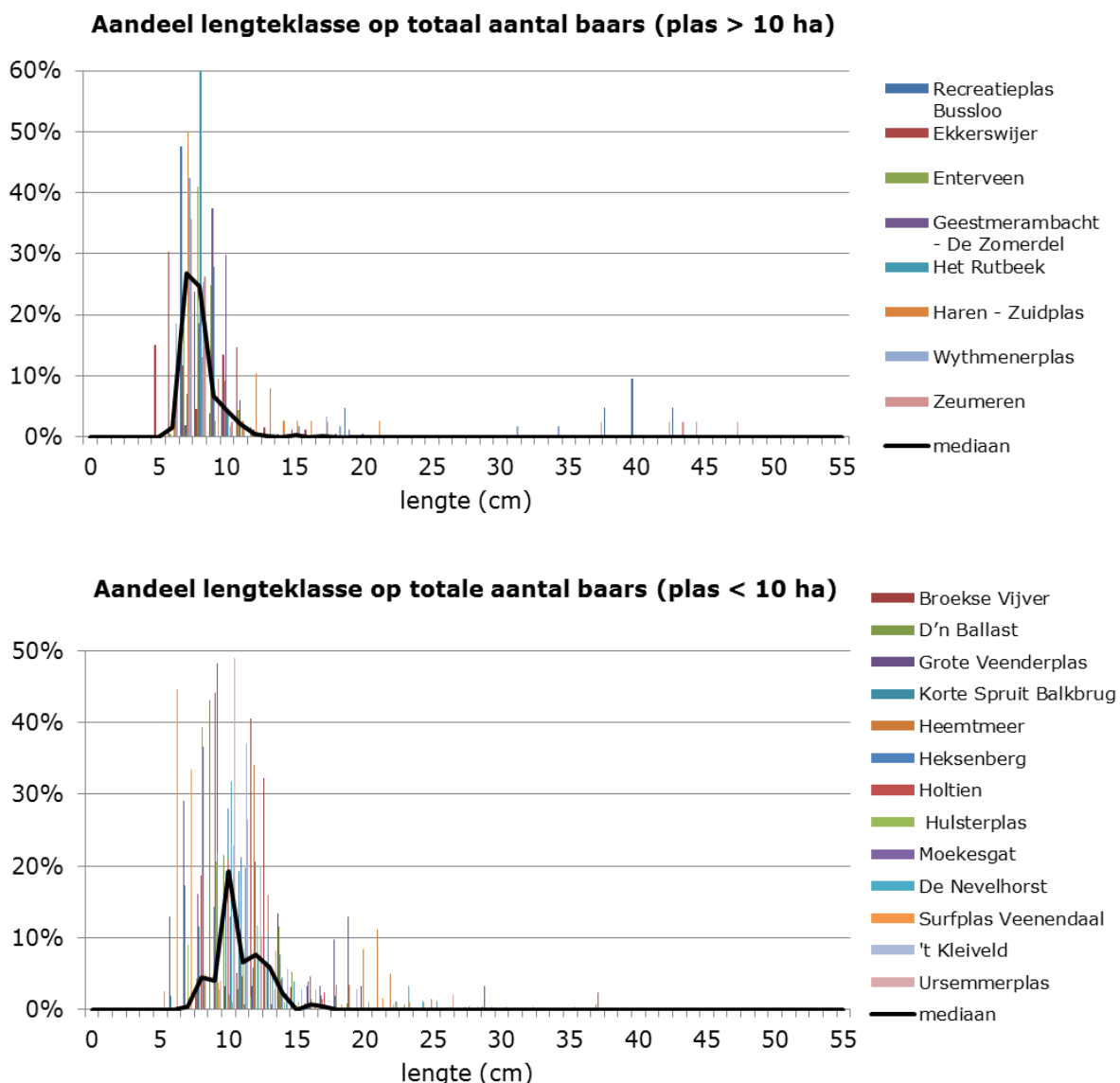
**Figuur 4.2** Procentueel aandeel per vissoort op de gevangen visbiomassa in diepe plassen (medianen van de door Sportvisserij Nederland onderzochte plassen).

#### *Lengte-frequentie verdeling*

Om inzicht te krijgen in de opbouw van een vispopulatie, wordt onder meer gekeken naar de lengte-frequentie verdeling (LF) voor de meest (in aantallen) voorkomende vissoorten. Bij sommige soorten, zoals bij brasem, kunnen hierin eenvoudig jaarklassen worden onderscheiden in verschillende pieken. Een gezonde populatie wordt gekenmerkt door een groot aantal 0+ vissen en een afname van het aantal vissen per jaar-klasse naar mate de lengte dichter bij het maximum van een soort komt.



In de visserijkundige onderzoeken van Sportvisserij Nederland is gekeken naar de lengte-frequentie verdeling van veel voorkomende soorten als brasem, blankvoorn en baars (Figuur 4.3 t/m 4.5).



**Figuur 4.3** Lengte-frequentie verdeling voor baars in de diepe plassen van > 10 ha (boven) en <10 ha (onder) uitgedrukt als percentage van het totale aantal baarzen per plas. De zwarte lijn is de mediaan van de hele serie.

Om een vergelijking mogelijk te maken tussen de verschillende plassen is de frequentie uitgedrukt als relatief aandeel per lengte (%) ten opzichte van het totale aantal van de betreffende soort op een plas.

$$\text{relatief aandeel per lengte (\%)} = \frac{\text{aantal per lengte klasse}}{\text{totale aantal vis}} \times 100$$

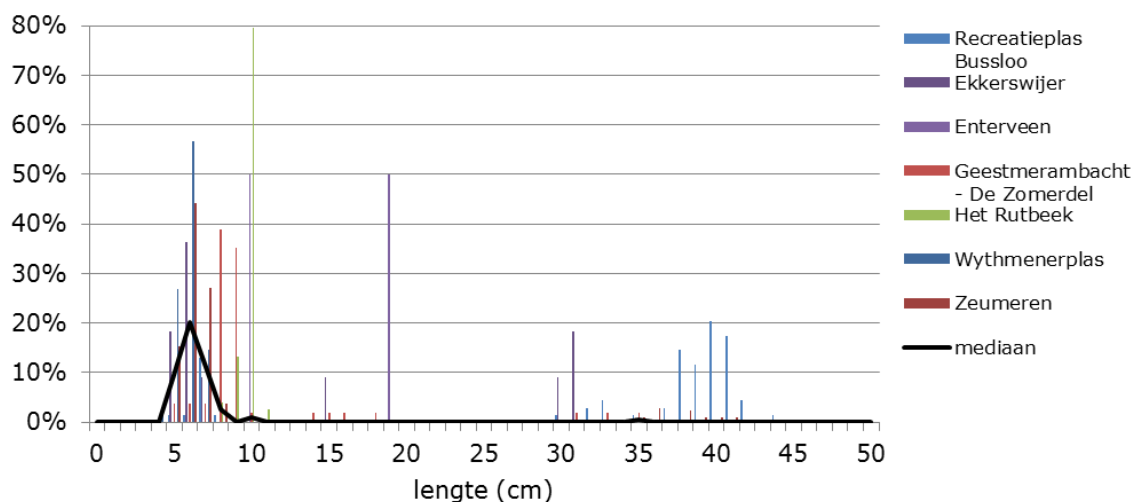
Uit de relatieve lengte-frequentie verdeling voor deze soorten, blijkt dat van baars (Figuur 4.3) op de diepe plassen vooral dieren van een klein formaat worden aangetroffen (<20 cm).

Zoals in hoofdstuk 3 al beschreven leeft in de diepe plassen veel kleine baars die foerageert op zoöplankton en macrofauna, en waarvan slechts een klein aandeel de overgang naar een piscivore (visetende) leefwijze kan maken en doorgroeit. De hier weergegeven LF sluit goed aan bij deze verklaring. Deze slechte overleving van jonge baars kan ook doorwerken in (bijna) ontbrekende jaarklassen in een LF (zie ook 3.5.2).

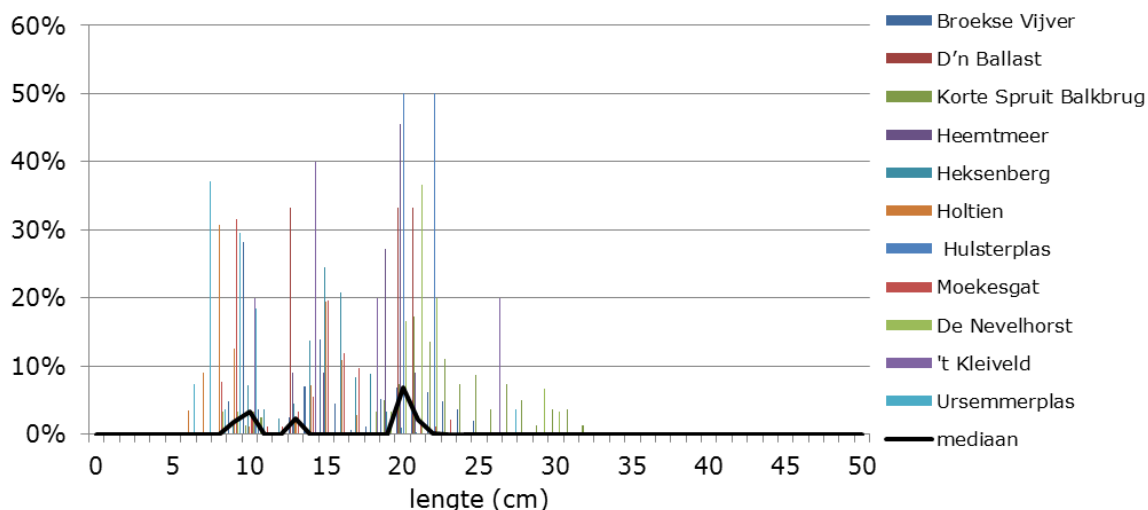
In de LF van blankvoorn (Figuur 4.4) valt het op dat in plassen <10 ha een groter aandeel van de lengte tussen de 15 en 25 cm aanwezig is dan in de plassen > 10 ha. Dit 'gat' in de LF (in de plassen > 10 ha) zou ook kunnen wijzen op aalscholverpredatie (zie kader op blz. 36).

Het ontbreken van een dergelijk gat in de plassen < 10 ha zou weer kunnen worden verklaard doordat in dergelijke plassen de gaten in de LF worden opgevuld door vis uit te zetten.

**Aandeel lengteklasse op het totaal aantal blankvoorn (plas > 10 ha)**



**Aandeel lengteklasse op de totale aantal blankvoorn (plas < 10 ha)**

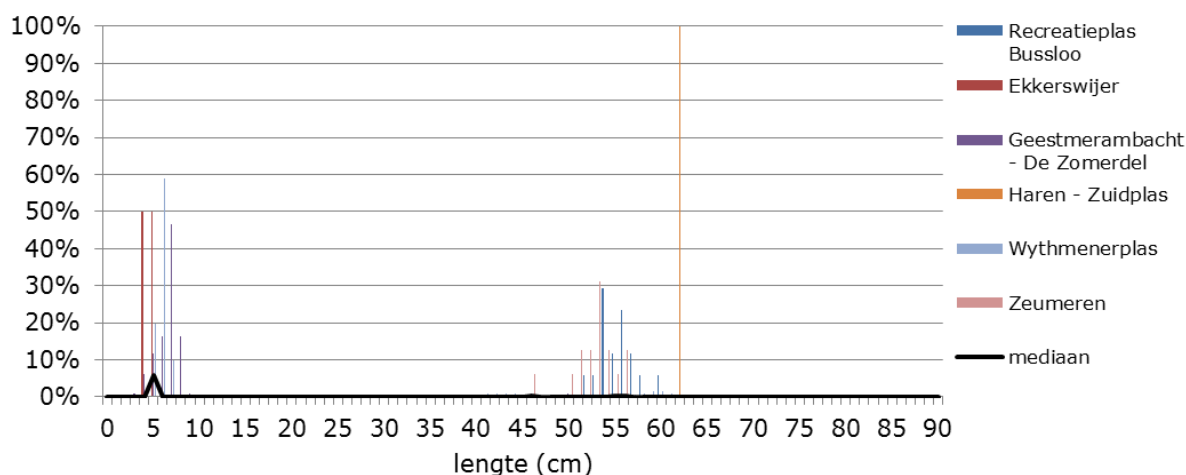


**Figuur 4.4** Lengte-frequentie verdeling voor blankvoorn in de diepe plassen van > 10 ha (boven) en <10 ha (onder) uitgedrukt als percentage van het totale aantal blankvoorns per plas. De zwarte lijn is de mediaan van de serie.

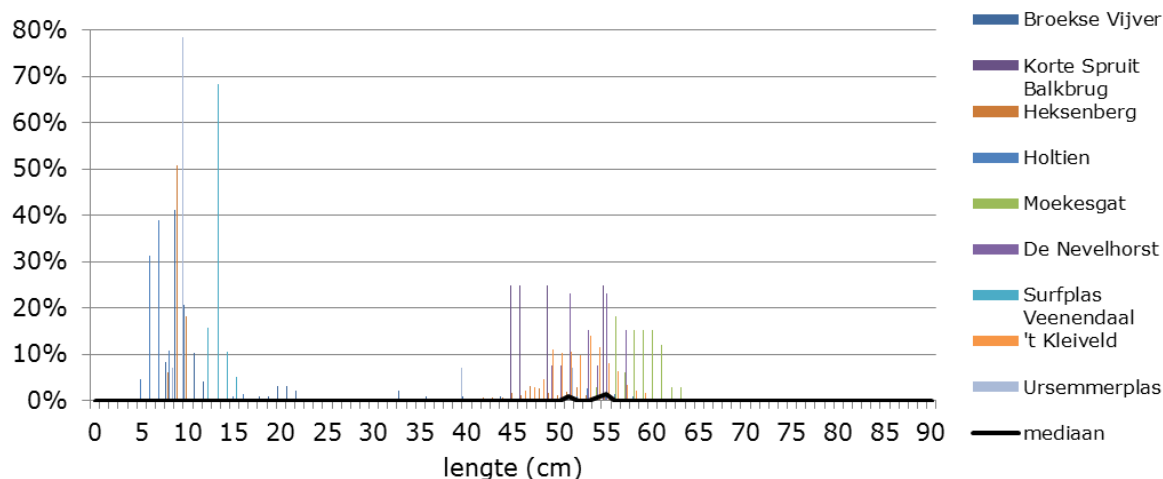
De informatie over de intensiteit van aalscholverpredatie en mate van visuitzetting op de onderzochte plassen is echter te beperkt om dergelijke beweringen goed te kunnen te onderbouwen.

Een andere mogelijke verklaring zou het verschil in leeftijd van de plassen kunnen zijn, volgens persoonlijke communicatie met G. de Laak en G. van Eck (veldmedwerkers van Sportvisserij Nederland) wordt er wel vaker gesignaleerd dat in oudere plassen meer blankvoorn voorkomt. De kleine plassen die onderzocht zijn door Sportvisserij Nederland zijn doorgaans ouder dan de grotere plassen. Verdere informatie over verschillen in macrofaunasamenstelling en waterkwaliteit ontbreken echter om tot een goed onderbouwde verklaring te komen.

#### Aandeel lengteklasse op het totaal aantal brasem (plas >10 ha)



#### Aandeel lengteklasse op het totaal aantal brasem (<10 ha)



**Figuur 4.5** Lengte-frequentie verdeling voor brasem in de diepe plassen van > 10 ha (boven) en <10 ha (onder) uitgedrukt als percentage van het totale aantal brasems per plas. De zwarte lijn is de mediaan van de serie.

### **Aalscholver**

De laatste decennia heeft de aalscholver in Nederland een sterke ontwikkeling doorgemaakt (refs. in o.a. De Laak & Aarts, 2008). Door voedselgebrek in de oorspronkelijke foerageergebieden zijn de kolonies meer verspreid geraakt. Behalve op de grote wateren zoals het IJsselmeer wordt de soort meer en meer op kleinere wateren aangetroffen. Vooral heldere recreatie- en visplassen die zijn ontstaan na zand- en kleiwinning in de nabijheid van grotere wateren (IJsselmeer, merengebieden, grote rivieren en Delta) worden nogal eens bezocht. Over de gevolgen van aalscholvers voor de visstand en de visserij loopt de discussie soms hoog op.

Door de visrechthebbenden wordt op de door Sportvisserij Nederland onderzochte diepe wateren de aalscholver ook vaak genoemd als knelpunt. De aalscholver wordt dan vaak (in groepen) al vissend waargenomen op wateren. Daarnaast wordt er door sportvissers vaak slecht gevangen, en uit de combinatie hiervan wordt vaak geconcludeerd dat de aalscholver het probleem is.

Dat de aalscholver ook zeer waarschijnlijk daadwerkelijk invloed heeft op de visstand is duidelijk geworden na een vergelijkend onderzoek door De Laak & Aarts (2008). In dit onderzoek werd de brasemstand in een aantal (diepe en ondiepe, grotere en kleinere) wateren waar aalscholvers werden waargenomen vergeleken met de situatie waar (nog) geen aalscholvers aanwezig waren. De brasem heeft in wateren met aalscholver een sterk verstoorde populatieopbouw: de vissen van een lengte van 15-40 cm ontbreken grotendeels. Het overgrote deel van de tussenliggende lengtes lijkt weg gegeten te zijn.

De zorg is dat over een aantal jaar, als de brasem van meer dan 40 cm door natuurlijke dood is verdwenen, er behalve van visjes kleiner dan 15 cm niets meer over zal blijven van de brasem-populatie.

Ontbrekende jaarklassen kunnen ook andere, natuurlijke oorzaken hebben, zoals een gering voortplantingssucces door koude weersomstandigheden in het voorjaar. Een direct verband van de afname van het visbestand door aalscholverpredatie is moeilijk vast te stellen. Wel wordt in veel gevallen geconstateerd dat de (berekende) visbiomassa lager is dan de theoretische draagkracht van een water.

Een ander teken van optredende aalscholverpredatie is dat onder grotere vissen (groter dan  $\pm$  40 cm, lengte waarbij dit optreedt is afhankelijk van de lichaamsvorm: hoogruggig of slank) regelmatig typische beschadigingen zijn te constateren. Langgerekte wonden aan weerszijden van de niet-'behapbare' vissen zijn bijna zeker het spoor van aalscholvers die hun prooi niet hebben kunnen overmeesteren.

Achterliggende oorzaken dat de aalscholver succesvol is in deze wateren zijn het helder water en het gebrek aan vegetatie en structuren waar de vis kan schuilen.



**Aalscholver**



**Brasem met aalscholverschade**

In de lengte-frequentie verdeling van brasem in zowel grote als kleine plassen valt op dat er een gat in de opbouw van lengte klassen aanwezig is. De brasempopulatie bestond vooral uit kleine vissen tussen de 0 en 20 cm en grote vissen van 45 tot 65 cm, de tussenmaten werd in zeer beperkte aantallen aangetroffen.

Een verklaring hiervoor is dat de predatie door aalscholvers (zie ook De Laak en Aarts, 2008), mede ook aangezien aalscholvers door de lokale sportvissers werden waargenomen op 15 van de 16 plassen waar brasem werd gevangen.

Dat het verschijnsel bij brasem beter zichtbaar is dan bij blankvoorn, zou kunnen worden verklaard doordat brasem meer een soort is van het open water en daardoor gevoeliger is voor predatie door aalscholver. Of mogelijk treedt een verschuiving van de dag-nacht ritmiek op bij blankvoorn en niet bij brasem.

Het is niet bekend of bijvoorbeeld meer blankvoorn dan brasem wordt uitgezet, waardoor de LF van blankvoorn in kleine plassen geen gat vertoont en die van brasem wel.

### **Oorzaken onevenwichtig opgebouwde visstand en geringe biomassa**

In diepe plassen wordt vaak een visstand aangetroffen met een geringe biomassa, een gering aantal soorten en een populatieopbouw waarin een aantal leeftijds-/ lengteklassen ontbreken.

Een van de mogelijke verklaringen zou kunnen zijn dat bij het visserijkundig onderzoek geen volledig beeld wordt verkregen van de visstand, doordat bepaalde delen van het water onvoldoende zouden worden bemonsterd. Zoals al eerder besproken zijn diepe plassen moeilijk te bemonsteren. Maar er wordt vanuit gegaan dat de visstandbemonsteringen een redelijk beeld geven van de voorkomende visstand. Er zijn ook andere mogelijke verklaringen, deze worden hieronder nog eens opgesomd:

- door steile taluds is er gebrek aan paai-, opgroei-, schuil- en foerageergebied;
- bij een geïsoleerde plas heeft de vis ook geen toegang tot andere (begroeide) ondiepere wateren die wel gelegenheid bieden voor paaien, opgroeien, schuilen en foerageren;
- geringe habitatdiversiteit;
- weinig (beschikbaar) voedsel – door sedimentatie van deeltjes en dode organismen naar hypolimnion – kan leiden tot een verstoorde concurrentiepositie van vissoorten onderling (zie ook paragraaf 3.5.2);
- de verhouding oeverlengte (oeverzone) : oppervlak is heel klein. Buiten de oeverzone is de diepe plas in feite een soort 'woestijn'. De verhouding diep : ondiep is vaak groot – een relatief groot deel van het water – het hypolimnion – is niet of nauwelijks geschikt als leefgebied voor de meeste vissoorten;
- in het voorjaar kan het vaak lang duren voor het water opwarmt, dit heeft soms gevolgen voor het voortplantingssucces van sommige soorten en kan leiden tot ontbrekende jaarklassen;
- door een gebrek aan schuilgelegenheid en helder water kunnen aalscholvers ook nog bijdragen aan de onevenwichtige populatieopbouw doordat bij alle vissen van < 40 cm worden weggevangen.

### *Resumé*

Uit het visserijkundige onderzoek op de diepe plassen kwam naar voren dat de biomassa vaak laag is in verhouding tot de theoretische draagkracht. De visstand in de diepe wateren is meestal soortenarm; slechts een klein aantal soorten bepaalt het grootste deel van de biomassa en de aantallen. Baars en blankvoorn domineren in aantallen, terwijl karper, paling en brasem samen de biomassa domineren.

Van de meest voorkomende soorten zijn de meeste exemplaren klein (met name baars), bij brasem komen ook grote exemplaren maar ontbreekt de middenmaat grotendeels.

In wateren <10 ha lijkt er een groter aandeel grote vissen voor te komen dan in de plassen > 10 ha.

## **4.2 Viswater(kwaliteit)**

In de onderzoeken die worden uitgevoerd door Sportvisserij Nederland worden behalve doorzicht geen waterkwaliteitsparameters bepaald. Wel wordt een inschatting gemaakt van de vegetatiebedekking met onderwaterplanten, drijfbladplanten en bovenwaterplanten. Deze data wordt in tegenstelling tot de visstandgegevens wel in de zomer verzameld.

Daarnaast wordt de visrechthebbende gevraagd om informatie te leveren over eventueel optreden van algenbloei en vissterfte, bodemsamenstelling en steilte van het talud. Het is niet altijd duidelijk wat de waarde is van de informatie die wordt verkregen van visrechthebbenden. Deze gegevens lijken niet altijd voort te komen uit metingen in het veld, maar zijn soms globale inschattingen (bijvoorbeeld aard en omvang van algenbloei). Daarnaast zijn niet altijd alle benodigde gegevens bekend of ingevuld. In deze paragraaf wordt met de beperkte beschikbare data getracht toch een beeld te schetsen van de viswaterkwaliteit van de onderzocht diepe plassen.

De onderzochte diepe plassen worden vooral gekenmerkt door een bodem van zand of een combinatie van zand met klei/leem/veen of grind (>90% van de onderzochte wateren). De maximale diepte varieert tussen de 5 en 27 meter en is gemiddeld 17 meter voor plassen groter dan 10 hectare en 8 m voor kleine plassen.

Het water was doorgaans helder tot soms 5 meter doorzicht, maar in een aantal (vooral kleinere) plassen was het minder dan 1 meter. De gemiddelde zichtdiepte ligt rond de 1 meter voor kleine en 2 meter voor grote diepe plassen. Wel moet vermeld worden dat het daarbij gaat om een momentopname.

De hoeveelheid vegetatie in de onderzochte wateren was vaak zeer gering. Voor het beperkte aantal plassen waarvoor vegetatiegegevens beschikbaar waren, bleek dat de bedekking met onderwaterplanten voor respectievelijk grote en kleine plassen gemiddeld op de 1 en 5% van het oppervlak ligt, het aandeel drijfplanten op 0,5 en 3% en dat van bovenwaterplanten op 3 en 10%.



**Meting doorzicht met Secchi schijf**



**Nemen van een watermonster**

In de helft van de rapporten werd als oorzaak van de lage vegetatiebedekking het beperkte aandeel ondiepe zones in deze plassen genoemd. Dit hangt weer samen met de zeer steile taluds die vaak voorkomen in deze plassen.

De visrechthebbenden meldden vissterfte voor vier van de onderzochte plassen van in totaal 32 plassen waarvan stratificatie bekend was. Opvallend is dat het daarbij alleen om kleine plassen ging. Vissterfte kan het gevolg zijn van zuurstofgebrek en chemische reacties die daarbij optreden waarbij onder andere zwavelwaterstof en ammoniak kunnen ontstaan. Deze verschijnselen zijn bekend uit bijvoorbeeld het Heemmeer en de Ursemmerplas.

In sommige gevallen wordt vissterfte veroorzaakt door een visziekte (bijv. bij karpers) of door overbezetting met vis (meer visbiomassa dan de theoretische draagkracht). Een oorzaak van overbezetting met vis kan uitzetting van vis zijn. Een hogere visbiomassa dan de draagkracht kan leiden tot slechte groeiende vis met een slechte conditie, waardoor het risico ook groter is. Incidenteel wordt door hengelsportverenigingen veel vis uitgezet en dit zou een oorzaak van vissterfte kunnen zijn. Sportvisserij Nederland adviseert terughoudendheid met het uitzetten van vis en onder de draagkracht te blijven.

Door de visrechthebbenden werd diverse malen (8 van 34 plassen) als knelpunt aangegeven dat het water zeer helder is en dus wel (te) voedselarm zal zijn. Er zijn echter over het algemeen geen gegevens voor handen over de nutriëntgehalten van deze wateren omdat deze niet bepaald worden bij het visserijkundig onderzoek.

Het (periodiek) optredende grote doorzicht van het water, kan een aanwijzing zijn voor voedselarm water, maar kan ook een gevolg zijn van de nutriëntental die optreedt in diep water; alle zich niet actief naar boven bewegende fytoplanktonsoorten incl. dood materiaal zakken naar het hypolimnion en blijven daar omdat het water vanwege de stratificatie niet gemengd wordt. Daardoor vindt in de gestratificeerde periode een afname plaats van nutriënten in het epilimnion. Dit maakt dat het

epilimnion helder kan zijn, terwijl er toch relatief veel voedingsstoffen in de plas als geheel aanwezig zijn.

Pas in het najaar als door temperatuurdaling in het epilimnion en grotere windwerking een menging van de verschillende lagen plaatsvindt, wordt soms duidelijk dat het water toch voedselrijk is doordat bijvoorbeeld algenbloei optreedt.

De visrechthebbenden gaven voor drie plassen aan dat er overlast door algenbloei optrad (Ursummerplas, Heemtmeer en Wythemenerplas). Voor 13 plassen was bij de visrechthebbenden geen informatie voor handen over de algenbloei.

Om eerder genoemde redenen, is niet met zekerheid te zeggen of het gescoorde aandeel plassen met algenbloei het werkelijk aandeel plassen met algenproblemen weergeeft. De indruk bestaat dat algenbloei in meer diepe plassen aan de orde is. Van het Rutbeek is bijvoorbeeld ook bekend dat er drijfslagen met de (mogelijk toxische) blauwalg *Anabaena* optreden (Bijkerk *et al.*, 2010).

#### *Algenbloei en voedselrijkdom*

Of de waargenomen algenbloei verband houdt met afwijkende hoeveelheden nutriënten en zuurstofgehalten, kan door de beperkte gegevens in de rapporten niet worden bepaald.

Er zijn sommige (blauw)algen die floreren in voedselarm water, maar over het algemeen wordt algenbloei veroorzaakt doordat een overmaat van voedingsstoffen in het water aanwezig is, hoewel er ook een aantal soorten zijn die groeien onder minder voedselrijke omstandigheden.

Er zijn veel soorten die elk hun eigen groeikarakteristieken hebben (zie ook paragraaf 3.5.3). Het is belangrijk eerst te weten welke soort(en) bloei(t/en), om een diagnose te kunnen stellen wat de oorzaak is van de algenbloei en welke maatregelen effectief kunnen zijn. Daarnaast is het belangrijk een aantal waterkwaliteitsgegevens op een rij te hebben om de diagnose juist te kunnen stellen (P, N, O<sub>2</sub>, chlorofyl gedurende hele jaar). Naast de meer algemene bronnen van nutriëntenbelasting zoals grondwater, inlaat van oppervlakte water, afstroming van oevers e.d. en neerslag kunnen ook watervogels en zwemmers (in plassen met een zwemfunctie) een aanzienlijke bijdrage leveren. Voorbeelden hiervan zijn de overwinterende watervogels op de Ouderkerkerplas die (in toenemende mate) een bijdrage aan de fosfaatbelasting tot circa 30% kunnen leveren (Rip & Schep, 2010- presentatie) en de bijdrage van de zwemmers in Geestmerambacht (DHV, 2011).

Het Rutbeek is bijvoorbeeld een plas waar in sommige jaren drijfslagen van blauwalg (met name de soort *Anabaena*) voorkomen, terwijl de fosfaatconcentratie laag is (Bijkerk *et al.*, 2010).

#### *Bagger*

In geen van de plassen wordt de baggerlaag als knelpunt gezien voor de ontwikkeling van waterplanten en (mede daardoor) voor vis.

Bagger lijkt hiermee geen belangrijke rol te spelen, waarschijnlijk door het geringe volume ten opzichte van het watervolume. Toch is het in theorie mogelijk dat in kleinere en minder diepe putten een dikke bladlaag op de bodem ontstaat door aan de oever staande bomen.

Bij zuurstofloosheid kunnen dan nutriënten vrijkomen uit de bagger



(zogenaamde 'nalevering') die tijdens de opheffing van de stratificatie tot algenbloei kan leiden.

## 4.3 Sportvisserij

### *Bereikbaarheid en bevisbaarheid*

De bereikbaarheid en bevisbaarheid van de door Sportvisserij Nederland onderzochte diepe plassen was over het algemeen goed en slechts in enkele gevallen werd er melding gemaakt van beperkte bevisbaarheid van de oever door bomen en/of hoge rietkragen.

#### **Verskil tussen bereikbaarheid en bevisbaarheid**

De bereikbaarheid gaat over de weg die een sportvisser moet afleggen tot aan de oever waar gevist wordt, bijvoorbeeld vanaf de parkeerplaats tot aan de waterkant.

De bevisbaarheid heeft betrekking op de te bevissen oever en het te bevissen water.

In enkele diepe plassen zijn de taluds zo steil dat afkalving optreedt, waardoor gevaarlijke situaties kunnen ontstaan voor sportvissers of andere recreanten.

Soms ontbreekt een trailerhelling in plassen waar men met een boot zou willen vissen.

Ook werd er diverse malen melding gemaakt van een lage visbezetting en slechte vangsten.

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste knelpunten nog eens op een rij gezet.

**Tabel 4.3** **Overzicht van de belangrijkste knelpunten in diepe wateren, zoals vermeld in de rapporten voor de 34 door Sportvisserij Nederland onderzochte plassen.**

<b>Knelpunten</b>	<b>&gt;10 ha (n=17)</b>	<b>&lt;10 ha (n=17)</b>
aalscholver*	59%	55%
gering aandeel ondiepe zones	47%	59%
weinig soortdiversiteit (<8 soorten)	35%	47%
lage visbezetting	35%	12%
onvoldoende vegetatie	29%	53%
onevenwichtige LF	24%	29%
voedselarm	24%	24%
weinig structuren	18%	18%
slechte bereikbaarheid en /of bevisbaarheid	24%	6%
algenbloei	6%	12%
vissterfte	0%	24%

\*het wegvangen van vis door aalscholven wordt vaak door hengelsportverenigingen genoemd als knelpunt, maar het is niet altijd duidelijk welke omvang dit probleem heeft.

## 5 Beschikbare maatregelen en maatregelkeuze

*In dit hoofdstuk worden de beschikbare maatregelen ingedeeld in een aantal type. Vervolgens komt de keuze van de meest geschikte maatregel(en) aan de orde en welke analyses en afwegingen daarbij gemaakt worden. Er wordt ingezoomd op de maatregelen verondiepen en beluchten.*

### 5.1 Typen maatregelen

In dit hoofdstuk wordt een aantal maatregelen besproken, die kunnen worden ingedeeld in een aantal typen:

- maatregelen die gericht zijn op het wegnemen van de oorzaak (brongerichte maatregelen);
- maatregelen die gericht zijn op het bestrijden van de effecten (effectgerichte maatregelen of symptoombestrijding);
- en inrichtingsmaatregelen (zijn soms ook effectgerichte maatregelen).

Hieronder volgt een lijst van maatregelen, ingedeeld naar type. Een aantal maatregelen is niet uitsluitend onder een type te vatten.

Er is gefocust op maatregelen die in min of meerdere mate (direct of indirect) te maken hebben met visstand en visserij. Niet alle mogelijke maatregelen worden hier uitputtend opgesomd. Voor een overzicht van nog meer maatregelen die blauwalgen kunnen bestrijden wordt ook verwezen naar Koolmees (2007), voor een overzicht van nog meer maatregelen die eutrofiëring kunnen bestrijden naar Osté *et al.* (2010).

#### **Bronmaatregelen**

- isoleren van een water om inlaat van voedselrijk water of water van een andere chemische samenstelling tegen te gaan;
- beperken inlaat (voedselrijk) water (en toestaan peilfluctuatie);
- saneren overstorten / afkoppelen (agrarische) polders (om nutriënteninput tegen te gaan);
- beperken uitwisseling grondwater;
- beperken overige inkomende nutriëntenstromen (bijv. bladval, uitwerpselen van vogels, honden, mensen);
- baggeren.

#### *Toelichting beperken inlaat en toestaan peilfluctuatie*

Door Stroom *et al.* is in 2010 een studie gedaan naar de mogelijkheden om de nutriëntenbelasting te verlagen door het beperken van de inlaat van water en het toelaten van peilfluctuatie in de Ouderkerkerplas. Hierbij is veel aandacht gegeven aan de diverse effecten die de maatregel kan hebben op het water(eco)systeem en de omgeving.

Conclusie was dat het haalbaar is, een positief resultaat wordt verwacht en dat het bovendien duurzaam en goedkoop is.

Verwacht wordt dat de nutriëntenbelasting naar beneden gaat, en dat door het flexibel peil de watervegetatie begroeiing positief wordt beïnvloed.

### **Effectgerichte maatregelen**

- vastleggen fosfaat in de bodem met Phoslock<sup>®</sup>, ijzer of aluminium;
- bagger - behandeling met coccolietenkrijt;
- afdekken (fosfaatrijk) sediment;
- doorspoelen met water/ verkorten verblijftijd;
- lokaal verdiepen ten behoeve van slibvang;
- hypolimnische retractie (afvoer van voedselrijk, zuurstofarm water uit hypolimnion);
- vis wegvangen - Actief Biologisch Beheer of beheervisserijen (eenmalig of periodiek wegvangen van bodemwoelende witvis);
- vis uitzetten;
- behandeling met waterstofperoxide ter bestrijding van blauwalgen;
- uitzetten driehoeksmosselen te bestrijding van blauwalgen;
- kunstmatige diepe menging of beluchting om stratificatie tegen te gaan, blauwalgenbloei te voorkomen en zuurstofloosheid hypolimnion te voorkomen (en door aëratie bodem tevens vastlegging fosfaat) Op deze maatregel wordt in paragraaf 5.2 verder ingegaan.

#### *Toelichting vastleggen fosfaat in de bodem met Phoslock<sup>®</sup>, ijzer of aluminium*

Phoslock<sup>®</sup> is een bentoniet (kleisoort) in de vorm van droge korrels waar het metaal lanthaan aan is toegevoegd. Lanthaan kan fosfaat onomkeerbaar binden (stabiel bij variatie in pH en zuurstofconcentratie). Phoslock kan over het wateroppervlak worden verspreid waarbij het naar de bodem zakt en tot 95% van het aanwezige fosfaat gebonden kan worden. Door Wageningen Universiteit is een methode ontwikkeld waarbij Phoslock<sup>®</sup> wordt gecombineerd met een vlokmiddel: de methode wordt Flock & Lock genoemd (o.a. Lurling & Van Oosterhout, 2009). De behandeling met Flock & Lock is uitgevoerd in de zwemplas Rauwbraken bij Tilburg en wordt momenteel in de praktijk onderzocht bij het Groene Eiland bij de Gouden Ham. De lange termijn effecten zijn nog niet bekend. Ook aluminium- of ijzerverbindingen worden gebruikt om fosfaat te binden. Dit zijn over het algemeen behandelingen die de symptomen van eutrofiering bestrijden en na verloop van tijd herhaald moeten worden. Mogelijke toxische effecten van hogere concentraties van lanthaan, aluminium (lage pH) en ijzer op vissen en andere organismen zijn nog onvoldoende onderzocht. Toedienen van zware metalen aan een watersysteem om eutrofiëring te bestrijden lijkt kwaad met kwaad bestrijden.

#### *Toelichting afdekken sediment*

Het afdekken van een bodem die veel fosfaat nalevert met bijvoorbeeld zand, wordt soms uitgevoerd als goedkoper alternatief dan baggeren. Het vormt een fysieke barrière voor het sediment. De methode is in Nederland toegepast in de ondiepe Bergse Achterplas bij Rotterdam en heeft geleid tot het helder worden van de plas. De effecten op lange termijn zijn nog niet zeker.

#### *Toelichting behandeling met coccolietenkrijt*

Bekrijten is een methode waarbij het water wordt behandeld met poreus krijt (calciumcarbonaat), afkomstig van micro-fossiele skeletjes van afgestorven mariene algen (genus Coccolithus), die zich hebben opgehoopt op de zeebodem.

Het krijt fungeert als substraat voor bacteriën die de baggerlaag afbreken, De zeer lage oplosbaarheid (0,96 %) zorgt er tevens ook voor dat het substraat intact blijft. De pH van de bodem wordt licht verhoogd zodat het milieu beter geschikt wordt voor aerobe bacteriën. Het oppervlak waarop de bacteriën zich kunnen hechten wordt vergroot, waardoor de microbiële activiteit wordt gestimuleerd. Het krijt dringt ook door in de bodem, tot ca. 15 cm, waardoor de afbraak van slib nog meer wordt verhoogd. Voor een goede werking moet wel voldoende zuurstof aanwezig zijn, toepassing in het voorjaar (voordat de onderlaag zuurstofloos is geworden na stratificatie) is het meest geschikt. Soms wordt een lucht-pomp ingeschakeld.

Deze methode is toegepast in een aantal Belgische (vis)vijvers en heeft daar geleid tot een flinke afname van de baggerlaag (Breine & Coussement, 1998). Op dit moment wordt deze methode uitgetest in een aantal kleine visvijvers (kasteelgracht te Limbricht en Blekven te Moergestel) in Nederland) waar een dikke baggerlaag ligt. De methode lijkt alleen toepasbaar bij kleinere vijvers. Ook bij deze methode zijn de lange termijn effecten niet bekend.

#### *Toelichting behandeling met waterstofperoxide*

Bij deze maatregelen wordt de plas behandeld met waterstofperoxide ( $H_2O_2$ ). Waterstofperoxide is een oxidator die het fotosyntheseapparaat van de blauwalgen verstoort, waardoor de algen doodgaan. Een bijkomend voordeel is dat waterstofperoxide ook de toxische stof microcystine, die door sommige algen wordt geproduceerd, afbreekt. Andere organismen schijnen geen of geen blijvende effecten van waterstofperoxide ondervinden. Watervlooien en bodembacteriën zijn de meest gevoelige groepen; de toegepaste concentratie waterstofperoxide ligt dicht bij de gerapporteerde EC50 en LC50 van enkele soorten. De methode wordt momenteel in de praktijk onderzocht (Hazenoot *et al.*, 2010) in de Veerplas in Spaarnwoude, de vijver Aldenhof in Born en in de Koetshuisplas in Veendam (alle drie ondiepe wateren). De toegepaste concentratie waterstofperoxide wordt daarbij niet vermeld. Het is niet duidelijk of de methode ook geschikt is voor diepere plassen.

Het waterstofperoxide is maar kort in het water aanwezig, het valt binnen een paar uur volledig uiteen in water en zuurstof, er blijven geen stoffen achter in het water. Bij de afbraak van de algenmassa kunnen mogelijke wel tijdelijk meer toxische stoffen in het water vrijkomen.

Toepassing van waterstofperoxide is een maatregel die maar kort werkzaam is. In sommige gevallen is het mogelijk toepasbaar om het watersysteem net over de drempel (van algenprobleem naar geen algenprobleem) te helpen.

#### *Toelichting hypolimnische retractie*

Bij hypolimnische retractie wordt water uit de onderste laag van de plas (met hoge fosfaat- en lage zuurstofgehalten) verwijderd via een sifon of door middel van een pomp. Tijdens deze retractie moet destratificatie

worden vermeden, omdat anders het transport van nutriëntenrijk en zuurstofloos water naar het epilimnion toeneemt. Deze techniek kan alleen worden toegepast als er voldoende instroomwater van goede kwaliteit is en als men het afgevoerde water kan vervangen in verband met peilhandhaving van de plas (ref. in Osté *et al.*, 2010). De techniek schijnt alleen toepasbaar te zijn bij kleinere plassen (<12ha).



**Kruiskarper kan de attractiviteit van een water verhogen en is 'aalscholverproof'**



**Herinrichting – afvlakken oever talud**

*Toelichting Actief Biologisch Beheer of beheervisserijen (eenmalig of periodiek wegvangen van bodemwoelende witvis)*

Maatregelen als Actief Biologisch Beheer en beheervisserijen liggen niet voor de hand omdat de visstand over het algemeen al zeer gering is in diepe plassen. Het zijn bovendien maatregelen die pas in zicht komen wanneer het hele ecosysteem op orde is en alle andere mogelijke maatregelen al genomen zijn (V&W, 2010).

*Toelichting vis uitzetten*

Sportvisserij Nederland adviseert terughoudendheid met het uitzetten van vis. Redenen hiervoor zijn onder meer:

- het uitzetten van veel vissoorten heeft weinig zin als er aalscholverproblematiek op een water is;
- uitzetting leidt soms tot vissterfte door een visziekte (bijv. bij karpers);
- teveel vis uitzetten kan leiden tot overbezetting met vis, wat vissterfte tot gevolg kan hebben;
- voor het uitzetten van vis wordt vaak vis aangekocht, die afkomstig is van de zegenvisserij op pootvis, zoals brasem en blankvoorn. Er is een geringe overleving van deze vis, doordat de vis wordt overgezet naar een ander habitat. Bovendien betekent dit dat de sportvisserij in het water waar de vis vandaan komt er onder te leiden kan hebben. Vis kan het beste wordt gekocht bij kwekers, bij wie een goede controle op de kwaliteit is.

Bij een visbiomassa die lager is dan de draagkracht kan worden gedacht aan het uitzetten van vis. Zeker ook omdat het gaat om een voor

Nederland onnatuurlijk watertype. Doel is daarbij de sportvisserijmogelijkheden te verbeteren. Bij de keuze van de vissoort(en) die uitgezet wordt / worden, is het van belang rekening te houden met het viswatertype en de functie(s) van het betreffende water.

Voor plassen die helder, koel en voedselarm zijn kan gedacht worden aan:

- houtingachtigen - sommige diepe plassen hebben nl. veel weg van het coregonen diepwatertype;
- forel (gewone forel of regenboogforel) – in plassen (zoet of brak) van het baars-blankvoorn type of coregonen diepwatertype is ook het uitzetten van forel mogelijk. Omdat het hierbij gaat om een roofvis, zal het uitzetten van forel gepaard kunnen gaan met een afname van de abundantie van de andere soorten. Als er forel wordt uitgezet wordt dit meestal voor de sportvisserij gedaan. Mogelijk treedt hierbij wel snel zgn. 'dressuur' op, waarbij eenmaal gehaakte forellen, daarna voor langere tijd onvangbaar zijn.

Er zijn nog een aantal mogelijkheden:

- uitzetten van bij het viswatertype passende soorten om de biomassa te vergroten, bijv. cypriniden. Nadeel is over het algemeen in wateren waar de aalscholver aanwezig is, dat de vis tot ca. 40 cm snel weer verdwenen is. Soorten die goed bestand zijn tegen aalscholvervraat zijn karper en ook de hybride kruiskarper (kruising tussen een gibel en een karper). Hiervoor geldt ook dat geen vis < 35-40 cm moet worden uitgezet. Bij de uit te zetten hoeveelheid dient rekening worden gehouden met de groei en de uiteindelijke biomassa die bereikt zal worden. De kruiskarper wordt niet zo groot als een gewone karper, waardoor hij ook interessant is voor de recreatievisser, die niet met gespecialiseerd vismateriaal vist. De recreatievisser hoeft geen recordvis te vangen, maar wil wel regelmatig iets vangen. Voor veel kleine diepe wateren vormen recreatievissers de grootste doelgroep.



**Recreatievisser**



**Structuur in de oever, in de vorm van takken**

Veel waterbeheerders staan niet positief tegenover het uitzetten van exotische vissoorten. Bij het uitzetten van exoten, en ook van andere niet van nature in de plas voorkomende soorten, is het belangrijk dat aan een aantal voorwaarden wordt voldaan:

- de vis zich niet kan voortplanten in het betreffende water;

- de vis alleen wordt uitgezet in geïsoleerd water, zodat de vissen zich niet kunnen verspreiden;
- de vis in een bescheiden concentratie wordt uitgezet, zodat voorkomen wordt dat ze het ecosysteem te veel beïnvloeden;
- de vis wordt alleen uitgezet in water met uitsluitend een visserijfunctie óf in gevallen dat het water ook ander functie heeft, maar dan wel in overleg met de beheerder/eigenaar van het water of VBC (visstand-beheercommissie).

Voor zowel de forellen, de houting en de (kruis)karper geldt dat de soorten zich niet voortplanten in de diepe plassen, maar dat zij wel een welkome aanvulling kunnen vormen voor de sportvisserij.



Laten afzinken van gazen kooien



Toepassing coccolietenkrijt

#### **Inrichtingsmaatregelen - Maatregelen die afhankelijk van de situatie kunnen vallen onder bron- of effectmaatregelen**

- isolatie opheffen / verbinding maken met ondiepe wateren, bijv. petgaten of moeras – om habitats voor vis meer divers te maken;
- verondiepen – o.a. om stratificatie te verminderen. Op deze maatregel wordt in paragraaf 5.3 verder ingegaan;
- creëren ondiepe zones / gedeeltelijk verondiepen / minder steil maken taluds – om het begroeibaar areaal voor waterplanten en o.a. daarmee paai- opgroei- en foerageerhabitat voor vis te vergroten. Er zijn ook overgangsvormen tussen deze maatregel en de vorige;
- aanleggen (kunstmatige) structuren om daarmee paai- opgroei- en schuilgelegenheid voor vis te vergroten;
- aanplanten waterplanten.

#### *Toelichting isolatie opheffen*

Veel zandwinputten zijn geïsoleerd. Het in verbinding stellen van geïsoleerde zandwinputten met omringend ondiep water kan een mogelijkheid vormen de visstand te verbeteren. Door open verbindingen vindt er uitwisseling plaats en het water buiten de zandwinput kan gebruikt worden als paai- en opgroeigebied voor vis.

De waterkwaliteit van het omringende water mag echter niet te veel verschillen van het water in de zandwinput, om eutrofiëring van de plas te voorkomen. In sommige diepe plassen is juist gekozen voor meer isolatie om eutrofiëring terug te dringen (bijvoorbeeld Geestmerambacht). Dit is afhankelijk van de water- en stoffenbalans.

*Ad creëren ondiepe zones om begroeiing met waterplanten te stimuleren en aanplanten waterplanten.*

Ondiepe oeverzones kunnen worden aangelegd, door verflauwing van de bestaande oevers, door de (terrestrische) oever af te graven. De keuze is afhankelijk van hoeveel ruimte en grond materiaal voor handen is. Voor een glooiend talud wordt vaak een verhouding van 1:4 of meer aangehouden.

Lastig bij een kale zandbodem is dat waterplanten vaak niet goed aanslaan. Wanneer met waterplanten gaat aanplanten kan men deze met een kruit van vruchtbare grond (bijeengehouden door gaas) plaatsen.

Eventueel is het mogelijk de oppervlaktelaag bij de oever plaatselijk licht met humus, klei of met bagger uit dezelfde plas te verrijken. Dit laatste wordt alleen geadviseerd voor wateren die uitsluitend een visserijfunctie hebben.

Als men er overigens in slaagt de oevers te verflauwen en de waterplanten aan te laten slaan dan zal men er nog zelden of nooit in slagen de huidige KRW doelen voor diepe wateren te behalen. In de KRW maatlatten zijn de doelen voor macrofyten gebaseerd op het begroeibaar areaal (er wordt uitgegaan dat de zone tot 4,5 meter diepte is). De visdoelen die gesteld zijn, zijn gebaseerd op de genoemde bedekkingspercentages macrofyten, maar dan voor het totale oppervlak van de plas. Deze bedekkingspercentages op het totale oppervlak zijn bij diepe plassen niet haalbaar (zie ook Bijlage II).

*Toelichting (kunstmatige structuren)*

In een natuurlijke situatie zorgt de natuur over het algemeen zelf voor variatie en dynamiek in een ecosysteem. In natuurlijke meren bestaan structuren hoofdzakelijk uit vegetatie en houtige structuren die in de oeverzone liggen of door de wind ergens anders zijn heen gedreven en daar tot zinken zijn gekomen. Hier raken deze begroeid met bijvoorbeeld driehoeksmosselen. Verder trekken deze structuren vis aan voor beschutting, omdat harde substraten in open water vaak schaars zijn in grote meren. Structuren zorgen voor variatie onder water en bieden voor vis paai-, foerageer-, en beschuttingsmogelijkheden.

Doordat deze structuren niet altijd door natuurlijke processen ontstaan, kan er voor gekozen worden om deze aan te leggen. Bij een keuze voor een bepaalde structuur is het belangrijk dat er gekeken wordt naar de habitateisen van de doelsoorten. Voorbeelden hiervan zijn gaaskooien (Kamman, 2010) of kerstbomen (Kamman, 2010). Deze worden met name in visvijvers toegepast waar veel aalscholvers worden gesignaleerd, waarvan wordt vermoed dat zij de visstand negatief beïnvloeden.

Door Niemeijer (2010) is op een rij gezet wat er voor typen habitatstructuren voor handen zijn. Naast eerdergenoemde voorbeelden gaat het daarbij ook om 'kunstmatige riffen', opgebouwd uit pvc buizen, holle betonblokken of -ballen, houtstructuren of takkenbundels of kunstbomen, 'hoela's' – een soort touwrokjes die om pontons of palen worden bevestigd en meer. Uit dit onderzoek is ook gebleken dat dergelijke structuren in de Nederlandse binnenwateren nog niet veel worden toegepast. In de Verenigde Staten zijn positieve resultaten geboekt in wateren waar beschutting een beperkende factor is voor



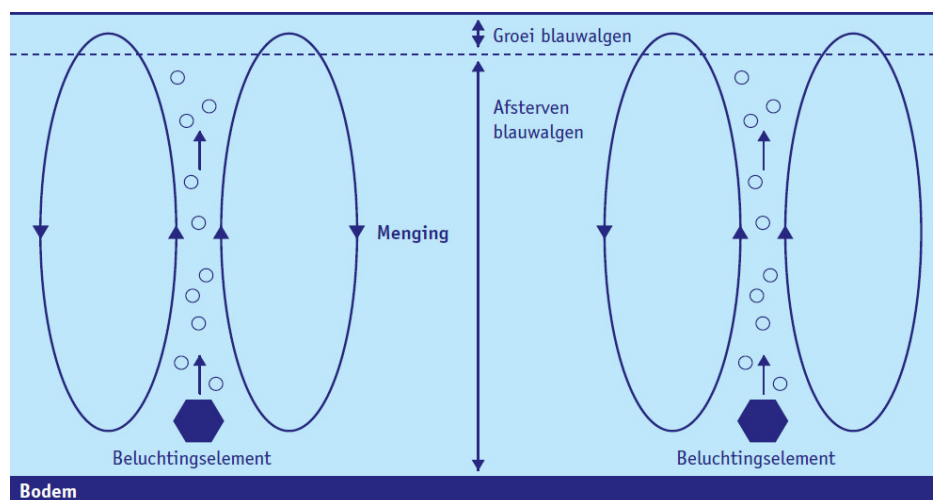
visproductie. Aspecten die een rol spelen bij succes zijn onder meer de locatie van de structuren (zoals diepte, afstand tot de oever, nabijheid van ander belangrijk habitat), de aanwezige vissoorten, predator/prooi-interacties en de mate van natuurlijkheid van de structuren (Kroes *et al.*, 2011).

Voor een nog meer uitgebreide opsomming van maatregelen wordt verwezen naar Osté *et al.* (2010; tegengaan eutrofiëring/verbeteren ecologie), Koolmees (2007; beheermaatregelen tegen cyanobacteriën). Twee maatregelen zullen nog in de volgende paragrafen verder worden toegelicht, nl. beluchting en verondieping.

## 5.2 Diepe menging/beluchting

### 5.2.1 Toelichting

Zoals eerder in dit rapport besproken treedt in veel diepe plassen stratificatie op onder invloed van temperatuurverschillen. Door bezinking van organisch materiaal en de hierop volgende afbraakprocessen, kan er in de onderste waterlaag een accumulatie van nutriënten en zuurstofloosheid op treden. Deze diepe delen zijn daarmee ongeschikt voor veel organismen en kunnen tijdens een mogelijk optredende najaarsomkering of opheffing van de stratificatie tot een snelle daling van het zuurstofgehalte en ongewenste algenbloei (van een aantal soorten) leiden. Hoewel er vanuit de aquacultuur en buitenlandse onderzoeken al het nodige bekend is over de effectiviteit van beluchting om de stratificatie te doorbreken, is de toepassing van beluchtungs- en menginstallaties op grotere plassen in Nederland nog maar zeer beperkt.



**Figuur 5.1 Diepe menging door beluchting. Bron: Osté *et al.* (2010).**

Door deze beluchtungsinstallaties wordt lucht tot op grote diepte in het meer gepompt, zodat de stijgende luchtbellen een verticale opwaartse stroming van koud zuurstofarm water veroorzaken. Dit water spreidt zich horizontaal langs het oppervlak uit, om vervolgens terug te zakken naar diepten van gelijke dichtheid. Hierdoor ontstaat er een circulaire stroming

die de verschillende waterlagen mixt en tegelijkertijd van zuurstof voorziet, door zowel de beluchtingen als het contact met de atmosfeer (zie Figuur 5.1). De diverse voor- en nadelen van beluchting op meren zijn hieronder weergegeven.

Voordelen:

- de toename in zuurstofgehalte kan leiden tot een afname van de anaërobe afbraak en afgifte van nutriënten vanuit de bodem;
- de kans op vissterfte door lage zuurstofgehalten neemt af;
- het leefbaar areaal voor organismen neemt toe en hiermee ook de productie;
- er treedt een verschuiving in algenpopulaties op en een afname in de hoeveelheid blauwalgen;
- de totale temperatuur van de plas kan afnemen (afhankelijk van volume water onder en boven de spronglaag) en hiermee ook de verdamping in de zomer;
- doorzicht neemt (op termijn) toe;
- er treedt oxidatie van organische en anorganische materialen in het water op, waarmee het optreden van kwalijke geuren kan worden verminderd;
- in een gestratificeerde plas, waar het hypolimnion een lagere pH heeft dan het epilimnion, kan menging leiden tot een verlaging van de pH in de hogere waterlagen. Dit proces kan eveneens ondersteuning bieden aan de verschuiving in algenpopulaties (ten koste van blauwalgen).

Nadelen:

- een toename in de warmte-uitwisseling van het meer (met atmosfeer) kan betekenen dat de watertemperatuur van de plas als geheel kan toenemen (afhankelijk van volume water onder en boven de spronglaag);
- er kan een tijdelijke toename in troebelheid optreden door suspensie van bodemmateriaal;
- er kan schuimvorming optreden door beluchting;
- de suspensie van bodemmateriaal kan tijdelijk resulteren in een afname in zuurstofconcentraties (door een toename in aerobe afbraak processen) en mogelijke vissterfte;
- kunstmatige menging kan in wateren waar het hypolimnion rijk is aan voedingsstoffen leiden tot verhoogde nutriëntgehalten in de hogere waterlagen en daardoor ook een toename van algengroei veroorzaken;
- een toename van de temperatuur kan leiden tot een versnelde afbraak van materiaal, waarbij nutriënten versneld vrijkomen in het water (versnelling cyclus);
- door menging van zuurstofloos (uit hypolimnion) en zuurstofrijk water kan het zuurstofgehalte in de bovenste waterlaag iets zakken ten opzichte van de gestratificeerde situatie;

(Kothandraman & Evans, 1982; Koolmees, 2007; Osté *et al.*, 2010).

Diepe menging is geen duurzame oplossing (symptoombestrijding): deze maatregel moet continu blijven plaatsvinden. Vooral voor diepe plassen waar algenoverlast en vissterfte optreedt lijkt de methode voordelen te bieden.

## 5.2.2 Beluchtingsinstallaties in Nederland.

In Nederland zijn nog slechts op beperkte schaal experimenten met beluchtingsinstallaties uitgevoerd. In het Nieuwe Meer bij Amsterdam wordt beluchting al sinds de jaren 1990 toegepast. Hier worden drijfslagen van *Microcystis* efficiënt mee bestreden (Jungo *et al.*, 2001). Daarnaast zijn er ook succesvol experimenten uitgevoerd in de Bosplas en de Zegerplas (beheergebied Hoogheemraadschap van Rijnland) met permanente installaties, bestaande uit op de oever aangebrachte luchtcompressors en een reeks buizen en bruisbuizen of -tegels op de bodem van de plas.

Uit een recent rapport van Jaarsma (2011) in opdracht van hoogheemraadschap van Rijnland, blijkt dat deze mengingsinstallaties effectief zijn in de bestrijding van blauwalgen en dat de temperatuur en zuurstofhuishouding in de zomerperiode over de gehele waterkolom vrijwel gelijk blijven. Blauwalgenconcentraties namen door diepe menging sterk af, ten gunste van niet-overlast veroorzakende soorten, en het doorzicht nam toe door algehele afname in de dichtheid van de algen. Jaarsma (2011) vermeldt dat luchtmenging kan leiden tot een toename van het beschikbare areaal voor vis en hiermee komen hun bevindingen sterk overeen met wat er door Kothandraman & Evans (1982) al werd gemeld. Jaarsma (2011) plaatst echter wel kanttekeningen bij verwachte toename van bodemwoelende vis, zoals brasem, aangezien deze soort door de KRW maatlaten negatief wordt beoordeeld. Uit metingen is echter nog niet gebleken dat bodemwoelende vissoorten als gevolg van beluchting een groter areaal leefgebied gebruiken en is er vooralsnog geen direct bewijs voor deze hypothese.

Hoewel de resultaten van bovengenoemde experimenten met beluchting positief bleken, wordt niet overal het beoogde effect bereikt. Zo functioneert de menging in de Vlietlanden niet optimaal en ontstaan verschillen in temperatuur en zuurstof over de diepte. In deze plas is in 2009 een luchtmenginstallatie in gebruik genomen, maar lijkt deze minder effect te hebben door invloed van boezemwateren en de lagere capaciteit van de menginstallatie. Ondanks deze resultaten is ook hier het gemiddelde chlorofyl-a gehalte gedurende de zomer afgenomen. Uit verdere experimenten door Hoogheemraadschap van Rijnland (onder andere mobiele menginstallaties), lijken relatief kleine en lokale installaties wisselend succes te hebben in de bestrijding van blauwalgen (mondelijke mededeling J. Oosterbaan).

Ook door Waterschap Brabantse Delta is de maatregel menging toegepast, in zwemplas De Kuil (Bijkerk *et al.*, 2005). In deze plas werden echter de aanwezige blauwalgen na menging vervangen voor andere soorten. Voor de ingreep was er vooral overlast van *Planktothrix rubescens*, een soort van gestratificeerde meren, welke een roodverkleuring van het water veroorzaakt. Na het plaatsen van windmolens vormden zich zo nu en dan drijfslagen van *Microcystis*, een soort die niet gebonden is aan gestratificeerde meren en later ook soorten uit het geslacht *Anabaena*. Dit zijn soorten die ook niet gebonden zijn aan gestratificeerde meren, maar in tegenstelling tot *Microcystis* in staat zijn om stikstof uit de lucht te binden. Hierbij speelden mogelijk vele

factoren een rol waarbij onder andere een veranderende N : P ratio. Omdat het mengen niet goed werkte (bij te weinig wind) en niet het gewenste resultaat opleverde is het experiment stopgezet.

Ook Recreatieschap Westfriesland experimenteert met beluchtingsinstallaties. Sinds juli 2011 vindt er in de Ursummerplas een experiment plaats met een aangepast mengsysteem om blauwalgen te bestrijden. In samenwerking met de firma FishFlow Innovations is er een 'airlift' in het meer geplaatst, waarmee de onderste koude zuurstofarme waterlaag met de bovenste warme zuurstofrijke waterlaag wordt gemengd. De 'airlift' bestaat uit een drijver, een buis met bruisbuizen en een luchtpomp waarmee de lucht onderin de plas wordt gepompt. De stijgende lucht creëert een stroming naar de oppervlakte die ervoor zorgt dat de koude zuurstofloze waterlaag van de bodem vermengt met water aan het oppervlak. Het systeem gebruikt 3 kW. Deze manier van beluchten en watermenging wordt vele malen effectiever geschat (+90 %), dan het systeem met beluchters zoals bijv. in de Nieuwe Meer. Volgens Fishflow Innovations tonen de voorlopige resultaten aan dat behalve de blauwalg ook de groenalg verdween en er kiezelwier voor in de plaats kwam. Momenteel worden de resultaten van dit systeem gemonitord.

In het buitenland, is de afgelopen jaren meer expertise opgedaan met (goedkopere) mengsystemen die worden aangedreven door elektro- of dieselmotoren, of zelfs gebruikmaken van zonne- of windenergie. Met betrekking tot het gebruik van zon of windenergie, moet rekening worden gehouden met het feit dat deze beperkt functioneren op beschutte plekken en tijdens windstille of dichtbewolkte dagen. Resultaten met dergelijke systemen zijn momenteel nog zeer beperkt beschreven en leverden variabele resultaten, soms succesvol terwijl het in andere situaties geen complete menging kon worden bereikt als gevolg van een geringere compressie capaciteit. Het grote voordeel van dergelijke systemen is dat de kosten voor het gebruik van wind- of zonne-energie veel lager uitvalt dan die van elektrische of diesel-aangedreven compressors voor meren onder de 10 ha (Ashley, 1987). In Bijlage V wordt ingegaan op de kosten en efficiëntie van beluchtungs- en menginstallaties.

## **5.3 Verondiepen**

### **5.3.1 Toelichting**

Uit het voorgaande is gebleken dat diepe wateren een groot aantal kenmerken hebben die problemen kunnen opleveren voor de visstand en de sportvisserij.

Een maatregel die met een groot aantal van de knelpunten afreken, is het (gedeeltelijk) verondiepen van de plas (zie ook Tabel 5.1). Dit is een maatregel die de laatste tijd veel aandacht heeft gekregen.

Het Besluit Bodemkwaliteit biedt de mogelijkheid om de gewenste ontwikkeling van diepe plassen op efficiënte en verantwoorde wijze met (schone en herbruikbare) grond en baggerspecie uit te voeren. Hiermee worden twee knelpunten in Nederland opgelost: diepe plassen kunnen

worden verbeterd en goed herbruikbare grond en baggerspecie kunnen een nuttige bestemming krijgen (Handreiking voor het herinrichten van diepe plassen, 2010; Circulaire herinrichting van diepe plassen, 2010). Bij een goede uitwerking kunnen de kosten voor verondieping hiermee vaak grotendeels of geheel worden gedekt.

In genoemde handreiking worden richtlijnen gegeven voor het proces, en er worden een aantal voorwaarden en eisen genoemd. Eén daarvan is bijvoorbeeld dat de herinrichting moet bijdragen aan de ontwikkeling van de plas en het gebied (het moet nuttig en functioneel zijn).

Er worden bijvoorbeeld regels gesteld voor de hoeveelheid nutriënten en vervuilende stoffen die de bagger/grond mag bevatten. Voor wat betreft de KRW geldt dat bepaalde lokale of tijdelijke verslechtering onder voorwaarden is toegestaan als het waterlichaam als geheel maar in dezelfde beoordelingsklasse blijft. Voor de verdere richtlijnen wordt verwezen naar de Handreiking.

### **5.3.2 Verwachte effecten verondieping**

Jaarsma (2008) heeft een studie uitgevoerd naar de (mogelijke) effecten van het aanbrengen van grond/bagger en het verondiepen van diepe plassen. Het verondiepen kan een heel scala aan effecten opleveren. Dit is om te beginnen afhankelijk van de wijze van storten en hoeveel uitwisseling daarbij plaatsvindt met het water. Daarnaast spelen de aard en mate van verontreiniging en/of gehalten aan eutrofiërende stoffen een rol en vanzelfsprekend ook de hoeveelheid bagger of grond die toegepast wordt.

Het verontreinigend of eutrofiërend effect hoeft niet altijd heel groot te zijn; doordat de bagger snel naar de bodem zinkt, is het contact met het water kort en eenmaal op de bodem, heeft de specie naar verwachting niet meer zoveel invloed op de waterkwaliteit. Een deklaag (verplicht) zorgt voor een afname van de nutriënten-uitwisseling tussen bodem en water.

Ook of de bagger nat is of ingedroogd, kan de effecten van de stort sterk beïnvloeden; bij natte bagger komt de aanwezige fosfaat vaak direct beschikbaar in het water. Bagger die een tijd gerijpt heeft (lees: geoxideerd is), heeft vaak een lager vochtgehalte, het aanwezige ijzer is geoxideerd en de fosfaat is meer gebonden. Soms kan deze bagger bij storting zelfs nog fosfaat uit het water opnemen.

Bij verondiepingen kunnen veranderingen optreden in de zuurstofhuishouding, de nutriëntenhuishouding en het doorzicht. De bodemlevensgemeenschap zal een nadelig effect kunnen ondervinden, hoewel verwacht wordt dat er snel rekolonisatie uit andere delen van de plas zal plaatsvinden.

Sommige van bovengenoemde effecten spelen waarschijnlijk vooral tijdens de verondieping, de effecten op langere termijn zijn moeilijk met zekerheid te voorspellen.

Verder kan de hydrologie van een plas veranderen, door de slibstort kan evt. optredende kwel of wegzijging afnemen. Bij niet-geïsoleerde plassen verandert daarmee ook de invloed van wateren die in open verbinding met de plas staan. Daarom is de hydrologische situatie ter plaatse van de

plas een van de zaken die van tevoren worden onderzocht. Om een nutriëntenval te behouden, is het nuttig om bij de stort een dieper deel te behouden. De grootte en benodigde diepte is afhankelijk van karakteristieken van de plas na verondieping. Er moet rekening mee worden gehouden dat een verondieping wel enige jaren tot maximaal 10 jaar in beslag kan nemen. Gedurende deze periode zullen de plas en de oevers mogelijk niet of minder toegankelijk zijn en de sportvisserijmogelijkheden (tijdelijk) verslechteren. Tijdens de verondieping zelf kunnen ook overlast op het gebied van geur en geluid optreden voor de omgeving.

Of verondieping van de plas een verbetering van de visstand oplevert, is afhankelijk van de specifieke omstandigheden van de plas zelf, maar daarnaast zeker ook van de kwaliteit van de gebruikte (bagger)specie voor verondieping. Om een goede inschatting te kunnen maken van de geschiktheid van een plas voor verondieping, dient een grondige analyse van de bodem, (geo)hydrologie, waterbalans, waterkwaliteit (stoffenbalans) en de voorkomende flora en fauna gemaakt te worden. Daarnaast zal ook de kwaliteit van de toe te passen baggerspecie onderzocht moeten worden op geschiktheid. De voorwaarden en criteria zijn uitvoerig beschreven in de Handreiking voor het herinrichten van diepe plassen en de Circulaire herinrichting van diepe plassen.

Ook zal een inschatting dienen te worden gemaakt van de kosten van het project van de verondieping en moeten worden gekeken of deze kunnen worden gedekt door de baten die het hergebruik van grond en bagger opleveren. En *last but not least* is het van belang de verschillende functies van het water mee te nemen in de afweging en het draagvlak voor de ingreep te bepalen. Dit wordt voor een deel bepaald door de (ernst van de) situatie vóór verondiepen. Nut en functionaliteit is geregeld via de Handreiking. Wat vooral ook van belang is, is communicatie en het in een vroeg stadium bij het proces betrekken van de diverse belanghebbenden.

Het verondiepen van diepe putten is een vrij nieuwe ontwikkeling, waar nog een aantal onzekerheden kleeft. Het is van belang bij projecten die worden uitgevoerd om de nulsituatie in kaart te brengen en tijdens en na het storten te (blijven) monitoren.

Naast een geheel of bijna geheel verondieping van een plas, is het natuurlijk ook mogelijk alleen een kleiner gedeelte van de plas te verondiepen of meer geleidelijke oevers aan te leggen. Dit zal met name bij plassen met een zeer steil talud een nuttige maatregel kunnen zijn. Hiervan zullen flora en fauna, waaronder de vissen kunnen profiteren.

### **5.3.3 Verondiepingen en sportvisserij**

Tijdens dit onderzoek is een aantal vragen met betrekking tot verondieping voorgelegd aan de sportvisserijfederaties in de verschillende regio's (zie ook Bijlage III). Hieruit kwam naar voren dat de meeste federaties niet op de hoogte zijn

van geplande of uitgevoerde verondiepingen in hun gebied, ook als die er soms wel zijn. Vaak wordt de sportvisserij niet of pas in een laat stadium betrokken bij het project. Dan is het vaak te laat om nog invloed uit te oefenen op de uitvoering.

Men is niet per definitie vóór of tegen verondieping van plassen. Er is vaak sprake van een tijdelijke verslechtering van de sportvisserij-mogelijkheden (kan soms wel jaren duren), maar het kan uiteindelijk wel positief uitpakken voor een water en de visstand. Men wil als visrecht-hebbende wel in een vroeg stadium meepraten over de plannen, de keuze van de te verondiepen plassen en de wijze van uitvoering.

Van goede viswateren kan men beter afblijven, maar als de waterkwaliteit en de visstand in een water nu slecht zijn, valt verondieping te overwegen, omdat dit een verbetering kan opleveren.

De hengelsportfederaties staan dus niet per se afwijzend tegenover verondieping. Lokaal staat men soms wel wantrouwend ten opzichte van de verondieping of is men ronduit tegen. Volgens sommigen kan verondieping negatief zijn voor bepaalde typen visserij (zoals de karpervisserij). Of men vreest dat de verondieping wordt uitgevoerd met vervuilde grond en bagger. Men is niet op de hoogte van de strikte richtlijnen die er zijn.

Door wantrouwen van belanghebbenden zijn al enkele verondiegingsprojecten niet doorgestaan of stopgezet. Het is daarom belangrijk dat men de belanghebbenden vanaf het begin goede voorlichting geeft en betreft bij de keuzen die worden gemaakt en de bij uitvoering.

#### *Verondieping onder voorwaarden*

- bij de keuze van de locatie van verondieping dienen de belanghebbenden betrokken te worden;
- verondieping dient behalve voor de stort van slib of grond ook voor een natuurontwikkeling te zorgen;
- vóór de verondieping dienen de hydrologie, de chemie, de bodem en nulsituatie van de ecologische aspecten in kaart gebracht te worden, alsmede de te verwachten effecten van verondieping;
- verondieping vergezeld dient te gaan van een inrichtingsplan, waarbij de belanghebbenden vanaf het begin betrokken worden;
- de inrichting dient gericht te zijn op het opheffen van knelpunten voor vis zoals vissterfte, gebrek aan paaigebied, gebrek aan schuilgebied en waarbij tevens aandacht dient te zijn voor de sportvisserijfunctie d.m.v. treffen van specifieke voorzieningen;
- bij het vaststellen van de kwaliteit van de te gebruiken bagger dient ook bemonstering plaats te vinden naar voor vis schadelijke stoffen, ook als deze stoffen niet in het standaard bemonsteringspakket zijn opgenomen;
- toepassen van technieken die geen problemen opleveren voor de visstand;
- voorkómen dat milieuvreemde voorwerpen zoals winkelwagentjes, plastic of drijvende veenresten in het water terecht komen (in bovenste laag geen bodemvreemd materiaal toestaan);
- ook zouden er normen aangedragen kunnen worden bijvoorbeeld over minimale en maximale diepte na verondieping;

- en men zou grenzen kunnen stellen aan de maximale duur van het proces van verondieping (wettelijke maximum duur is 10 jaar); Kortom verondiepen moet leiden tot een duidelijke verbetering en is dan pas acceptabel. De meeste van de bovengenoemde voorwaarden zijn overigens al onderdeel van het vigerend beleid.

### 5.3.4 Verondiepingen in Nederland

Er lopen op dit moment veel verondiepingsprojecten in Nederland, voor zover bekend is nog geen project voltooid. Wat op de lange termijn de effecten zijn is dan ook niet zeker. Hieronder wordt een voorbeeld van een dergelijk project besproken.

#### *Verondieping Hooge Kampse Plas (Groenekan)*

De Hooge Kampse Plas is eind jaren 1970 gegraven voor zandwinning ten behoeve van de aanleg van de snelweg. De plas heeft een oppervlak van ca. 30 ha en een maximale diepte van 13 m. Na de zandwinning is er afval en bagger gestort, maar ondanks dat heeft de plas nu een natuurfunctie. Er is geen visrecht uitgegeven op deze plas, wel worden enkele vergunningen uitgegeven aan individuele karpervissers.

Utrechts Landschap is eigenaar van de plas stond positief tegenover herinrichting van de plas. Sinds enkele jaren is een bedrijf bezig met verondieping en natuurontwikkeling op deze plas. De verondieping wordt gerealiseerd met grond en baggerspecie uit de regio. Deze grond en bagger moeten aan de normen voldoen. Storting van de grond /bagger vindt plaats met een stortkoker zodat het probleem van vertroebeling en fosfaatverrijking van het water nauwelijks plaatsvindt.

Met zandige specie worden langgerekte eilanden en daartussen kreken gerealiseerd met een diepte van 1,5 tot 2 meter. In de tweede fase wordt de bodem van het resterende diepe deel van de plas verondiept tot ca. 8 meter. Daarmee zullen de paai-, opgroei, en foerageermogelijkheden van vissen naar verwachting verbeteren.

Gedurende het project vindt voortdurend monitoring van de kwaliteit van het oppervlaktewater plaats. Het monitoringsrapport van 2011 gaf geen toename van nutriënten te zien. Het gehele project is gestart in 2010 en loopt naar verwachting tot 2016. Voorafgaand aan de verondieping zijn omwonenden en andere belanghebbenden en hun inbreng betrokken bij de opzet en uitvoering van het project.

## 5.4 Keuze van de meest geschikte maatregel, aanbevelingen en overwegingen

Een keuze maken voor de meest geschikte en ook haalbare maatregel is niet altijd even eenvoudig. Het vergt een afweging van de knelpunten, de wensen en de belangen die spelen.

Voor wat betreft de sportvisserij zijn de wensen op diepe plassen over het algemeen:

- meer visbiomassa (en een meer evenwichtige leeftijdsopbouw);
- meer grote vis;
- en/of een betere bevisbaarheid.



De wensen ten aanzien van de visbiomassa moeten natuurlijk wel reëel zijn, waarbij men zich moet realiseren dat de draagkracht van diepe wateren altijd lager is dan van ondiepe wateren.

Om de wensen van de sportvisserij te vervullen is naast visserijbeheer vaak ook nodig om het water zelf, de hydromorfologie en de inrichting, aan te pakken.

Afhankelijk van het feit of het water behalve sportvisserij nog andere functies heeft bijv. zwemwater, natuur, overige recreatie, drinkwater etc. zal moeten worden afgewogen welke ingrepen haalbaar en betaalbaar zijn en wie partners kunnen zijn van de sportvisserij om deze maatregelen te kunnen nemen.

In Tabel 5.1 zijn de knelpunten uitgezet tegen mogelijk te nemen maatregelen. Deze kan worden gebruikt bij de afweging van de verschillende mogelijke ingrepen.

Hiervoor is het vaak wel nodig een uitgebreide analyse van het watersysteem te maken. Men moet een goed beeld hebben van de visstand en de bedekking met waterplanten, maar daarnaast ook van de fysische en chemische kenmerken (N,P, doorzicht, chlorofyl, stratificatie, mate van isolatie, zuurstofhuishouding), (blauw)algenbloei en de hydromorfologie. Bij voorkeur wordt ook een water- en stoffenbalans opgesteld en informatie verzameld over watervogels, macrofauna en fytoplankton. Zonder een compleet beeld, is de keuze van de juiste maatregelen niet of minder goed mogelijk.

De sportvisserijwensen voor diepe plassen wringen soms met die van waterbeheerders die het water graag extreem helder en voedselarm zien om aan de KRW doelen te voldoen. Het zou goed zijn als men zich afvraagt of de KRW maatregelen wel realistisch zijn en of het streven naar de gestelde doelen niet inhoudt dat er nauwelijks nog voedsel voor het ecosysteem en daarmee vis overblijft in de diepe plassen.

**Tabel 5.1 Knelpunten en maatregelen voor diepe wateren**

Knelpunten →	steil talud	weinig ondiepe oeverzone	geringe bedekking macrofyten	gebrek aan structuren	geringe biomassa vis	onevenwichtige opbouw vis-populatie	gering aantal vissoorten	aalscholvers	vissterfte	najaars-omkering	Zuurstof-loosheid	algenbloei	externe eutrofiëring	interne eutrofiëring	bagger
maatregelen↓															
effect op↓															
isoleren													+		
beperken inlaat (voedselrijk) water												+	+		+
natuurlijke peilfluctuatie			+		+	+	+					+?			
saneren overstorten / afkoppelen polders												+	+		
beperken uitwisseling grondwater													+		
beperken overige inkomende nutriëntenstromen												+	+		
baggeren – om slib en nutriënten te verwijderen; vastleggen fosfaat in de bodem met Phoslock, ijzer of aluminium									+		+	+		+	+
doorspoelen met water/ verkorten verblijftijd												+			
lokaal verdiepen															+
hypolimnische retractie										+	+	+		+	
kunstmatige diepe menging									+	+	+	+		+	
Actief Biologisch Beheer of beheervisserijen														+	
uitzetten vis					+		+	+							
behandeling met waterstofperoxide												+			
uitzetten driehoeksmosselen												+			
kunstmatige beluchting					+				+	+	+	+		+	
verbinding maken met ondiepe (begroeide) wateren, bijv. petgaten of moeras		+	+	+	+	+	+	+	+						
(deels) verondiepen – om stratificatie te verminderen	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	
creëren ondiepe zones - minder steil maken taluds	+	+	+	+	+	+	+	+							
aanleggen (kunstmatige) structuren	+	+	+	+	+	+	+	+							

## 6 Vervolgonderzoek / pilots

In hoofdstuk 4 is op een rij gezet welke knelpunten aan de orde zijn in diepe plassen en wat achterliggende oorzaken zijn. Vervolgens zijn in hoofdstuk 5 mogelijke maatregelen genoemd en is een analyse gemaakt van geschikte maatregelen in verschillende situaties.

Een aantal van de mogelijke maatregelen zoals besproken in hoofdstuk 5 kunnen alleen door de waterbeheerder en/of eigenaar genomen worden en zijn door de sportvisserij moeilijk te beïnvloeden (de meeste brongerichte maatregelen).

Wat kan Sportvisserij Nederland dan wel doen om de visstand en sportvisserij te verbeteren op diepe wateren? Een aantal maatregelen zoals kunstmatige structuren (gaaskooien), behandeling met coccolietenkrijt – worden op dit moment al uitgetest door Sportvisserij Nederland.

Daarnaast wordt voor de maatregelen verondieping en beluchting een voorstel uitgewerkt om deze in vervolgonderzoeken uit te testen. In dit hoofdstuk volgt alvast een eerste aanzet daartoe.

### 6.1 Verondieping

Verondieping kan een kansrijke maatregel zijn voor diepe wateren waar problemen zijn op het gebied van voedselrijkdom, algenbloei, zuurstofloosheid en vissterfte. Uit de wateren die zijn onderzocht door Sportvisserij Nederland is een selectie gemaakt van wateren waar deze problematiek speelt. Belangrijk bij de selectie was ook dat het water behalve sportvisserij niet veel andere functies heeft zoals zwemmen, duiken of natuur. Daarnaast is ingeschat wat een verondieping betekent voor het betreffende water en wat de kansen zijn op verbetering van het systeem. Verder moet het water niet te klein zijn, er moet minimaal ca. 300.000 m<sup>3</sup> grond en/of slib geborgen kunnen worden om verondieping kostenefficiënt te kunnen uitvoeren;

Er zijn twee wateren uit de selectie naar voren gekomen. Geschiktheid, draagvlak en haalbaarheid van verondieping van deze wateren worden verder onderzocht in samenwerking met Adviesbureau Waterschakel en K3Delta, een bedrijf dat gespecialiseerd is in o.a. verantwoorde berging van baggerspecie en verondieping samengaand met natuurontwikkeling. Omdat er veel grond en veel bergruimte beschikbaar is, kan verondieping mogelijk met 'gesloten beurzen' worden uitgevoerd.

Daarna zijn gesprekken gevoerd met de eigenaren en beheerders (waterschap, gemeente) van de plassen om te peilen wat het draagvlak is. Ook de visrechthebbenden zijn geïnformeerd over de plannen en zijn staan er positief tegenover. Voor één van de plassen wordt in het voorjaar van 2012 een vervolgstap worden gemaakt met het uitvoeren van vooronderzoek. Bij de andere plas is het nog niet zo ver, maar de gesprekken zullen hier nog worden voortgezet. De verondiegings-pilot zal in een vervolgproject worden uitgewerkt.

## 6.2 Beluchting

Een aanzienlijk aantal diepe plassen heeft het probleem van geringe visserijmogelijkheden en /of een gering visbestand. Het uitzetten van vis is niet altijd een mogelijkheid (wordt soms verboden door eigenaren), vanwege de vrees voor (blauw)algenbloei bij hogere visbezetting. Er is gebleken uit een aantal onderzoeken dat een beluchtungs- of menginstallatie de stratificatieproblematiek kan voorkomen. Daarom is het interessant te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor het uitzetten van vis in combinatie met een beluchtungsinstallatie. Een andere mogelijkheid is het bestrijden van (blauw)algenbloei die samenhangt met stratificatie.

Gezien de positieve resultaten en relatief lage kosten van menginstallaties zoals beschreven door Kothandraman & Evans (1982), lijkt het in de praktijk goed mogelijk te zijn om problemen als gevolg van stratificatie met relatief lage kosten te bestrijden. Momenteel ontbreekt echter nog de nodige kennis over de toepasbaarheid en de huidige kosten voor het ontwerp en aanleg in Nederlandse plassen. In een vervolgproject zullen deze kosten in kaart moeten worden gebracht en zal er voorafgaand een studie naar de geschiktheid van plassen voor de plaatsing van een mengsysteem moeten plaatsvinden. Afhankelijk van recreatieve functie (zwemwater en/of sportvisserij) kan er voor gekozen worden om samenwerking met het andere instanties, zoals een waterschap, aan te gaan en zo de kosten voor de organisatie te beperken.

Voor een vervolgonderzoek verdient het de aanbeveling zich in eerste instantie te beperken tot kleine plassen (<10ha), die geïsoleerd zijn, steile taluds hebben en jaarlijks terugkerende zichtbare problemen (vissterfte en/of algenbloei) hebben als gevolg van een spronglaag. In dergelijke plassen kan een geringe mengcapaciteit al volstaan om de stratificatie te doorbreken en zullen de resultaten eenvoudig aantoonbaar zijn voor het publiek. Voor de aanvang van een vervolg onderzoek zal wel eerst een inventarisatie van mogelijk geschikte plassen moeten worden gemaakt. Hierbij moeten het volume, de voedselrijkdom en zuurstofgehalten van het hypolimnion en de aanwezigheid van slib of bagger op de bodem in kaart worden gebracht, om problemen met algenbloei, vertroebeling of zelfs vissterfte als gevolg van de menging te voorkomen.

## Verklarende woordenlijst

<b>term</b>	<b>omschrijving</b>
bentoniet	een natuurlijke kleisoort met deeltjes die zo klein zijn dat ze de grond waterdicht kunnen maken (wordt ook wel zwelklei genoemd)
coregonen	houtingachtigen
endosymbiont	een organisme dat leeft in het lichaam van een ander organisme (de gastheer) als onderdeel van een symbiotische relatie
epilimnion	relatief warme waterzone boven de spronglaag (zie ook stratificatie)
flagel	zweephaar, een organel dat dient voor de voortbeweging van een eencellig organisme of een voortplantingscel
flock & lock	methode om blauwalgen te bestrijden, door een combinatie van het gebruik van een vlokmiddel en Phoslock®
hypolimnion	relatief koude waterzone onder de spronglaag (zie ook stratificatie)
interne (nutriënten) belasting	vrijkomen van gebonden fosfaat uit de waterbodem in het water onder zuurstofarme condities
lanthaan	een metaal dat fosfaat sterk bindt, wordt gebruikt bij de flock & lock methode
litoraal	(in) de oeverzone
macrofyten	met het blote oog waarneembare, meercellige planten
metalimnion	spronglaag, zie aldaar
nutriëntental	verschijnsel in diepe wateren waarbij nutriënten naar de bodem zakken en door de stratificatie niet meer circuleren naar de bovenste waterlagen
pelagisch	levend in het open water / in de waterkolom
spronglaag	relatief smalle waterlaag tussen epilimnion en hypolimnion, waarin de temperatuur snelt daalt (zie ook stratificatie)
stratificatie	temperatuursgelaagdheid van diepe wateren in de zomer. Het water bestaat uit een epilimnion (warme bovenlaag), spronglaag (laag waar de temperatuur snelt daalt) en een hypolimnion (koude onderlaag)
strijklengte	de afstand waarover de wind vrij invloed uit kan oefenen op een plas
symbiose	het samenleven van twee levensvormen. De beide partners heten symbionten. De grootste partner wordt ook wel gastheer genoemd. De term wordt in plaats van overkoepelend voor alle vormen van samenleving, ook wel gebruikt als tegenstelling tot parasitisme

## Verwerkte literatuur

- Ashley, K.I., 1987. Artificial circulation in British Columbia: Review and evaluation Fisheries Technical Circular, no. 78.
- Beers, M.C. e.a., 2010. Handboek hydrobiologie: biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. STOWA-rapport 2010-28. ISBN 978.90.5773.490.8.
- Bijkerk, R., G.H. Bonhof, H. Boonstra, M.J. van Herk & G. Mulderij. 2010. Nader onderzoek zwemwateren Twente ter bestrijding van blauwalgoverlast: Het Rutbeek. Rapport 2010-043. Koeman en Bijkerk bv, Haren.
- Breine, J.J. & M. Coussement, 1998. Modder in vijvers en het gebruik van coccolithenkrijt. Groencontact 24(5):19-24.
- De Laak, G.A.J. & T.W.P.M. Aarts, 2008. Effecten van Aalscholvers op visbestanden. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Den Oudendammer, T.T., A.J. Osté, J.J. Schrande. 2007. Prioritering Blauwalgenoverlast en Luchtmenginstallaties, Hoogheemraadschap van Rijnland.
- DHV, 2011. Zwemwaterprofiel Geestmerambacht 2007 t/m 2010. Actualisatie van zwemwaterprofiel 2006 In opdracht van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
- Hahn, S., S. Bauer, M. Klaassen, 2008. Quantification of allochthonous nutrient input into freshwater bodies by herbivorous waterbirds. *Freshwater Biology* 53 (2): 181-193.
- Hazenoot, C., B. Reeze, H. Matthijs, J. Meeuwse E., 2010. Effectiviteit bestrijding blauwalgen met waterstofperoxide. *H2O* 43 (21): 31-34.
- Hoogheemraadschap van Rijnland, 2000. Beleid Diepe putten.
- Jaarsma, N., M. Klinge & L. Lamers, 2008. Van helder naar troebel... en weer terug. STOWA. STOWA-rapport 2008-04.
- Jaarsma, N.G., 2008. Slibstort in diepe plassen in het beheersgebied van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Witteveen + Bos i.o.v. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
- Jaarsma, N.G., 2011. Onderzoek neveneffecten luchtmenginstallaties op diepe plassen. Witteveen + Bos i.o.v. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- Jirgen, M & Volker, M., 2002. The free jet as a means to improve water quality: Destratification and oxygen enrichment., *Limnologica* 32, 329-337.
- Jungo, E., P.M. Visser, J. Stroom and L.R. Mur. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years experience. *Water Science and Technology: Water Supply*, 1: 17-23.
- Kamman, J.H., 2010. Aalscholverproject: Deelrapport kunstmatige structuren - situatie na één jaar. Sportvisserij Nederland.
- Klinge, M., 2008. Bureaustudie invloed aalscholvers IJsselmeer en Markermeer op visstand en beroepvisserij.
- Klinge, M., G. Hensens, A. Brenninkmeijer & L. Nagelkerke, 2003. Handboek Visstandbemonstering, voorbereiding, bemonstering, beoordeling; STOWA / OVB. STOWA-rapport 2002-07.
- Koolmees, E.H., 2007. Beheermaatregelen ter bestrijding van cyanobacteriënoverlast. Onderzoek naar effectiviteit en haalbaarheid. Literatuurstudie. DHV, Amersfoort / Rijkswaterstaat.
- Kothandaraman, V. & R.L. Evans, 1982. Aeration-Destratification of Lake Eureka Using A Low Energy Destratifier. ISWS/CIR-155/82. Circular 155. Dept. of natural resources, State of Illinois.
- Kroes, M.J., B. Bakker, P. de Kwaadsteniet, 2011. Een pleidooi voor verbetering van de vishabitat. *H2O* 44 (8): 22 -23.
- Lurling, M., 2009. De biologie en risico's van cyanobacteriën. Blauwalgen: Giftig Groen. Wageningen Universiteit / STOWA. STOWA -rapportnummer 2009-43.

- Lurling, M. & J.F.X. van Oosterhout, 2009. Flock & Lock in De Rauwbraken. Strandbad en Onderwaterpark. Rapportnummer M347 Leerstoelgroep Aquatische Ecologie & Waterkwaliteitsbeheer, WUR.
- Michele, J. & Michele, V. 2002. The free jet as a means to improve water quality: Destratification and oxygen enrichment. *Limnologica* 32: 329-337.
- Ministeries van VROM, V&W & LNV. 2007. Besluit Bodemkwaliteit.
- Ministeries van V&W, VROM, LNV, Rijkswaterstaat, provincies, waterschappen, grondbranche, gemeenten & Agentschap NL/Bodem+. 2010. Handreiking voor het herinrichten van diepe plassen. Werkgroep van het Implementatieteam Besluit Bodemkwaliteit.  
[http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/sn\\_bijlagen/handreiking\\_voor\\_het\\_herinrichten\\_van\\_diepe\\_plassen\\_december\\_2010-24-319537.pdf](http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/sn_bijlagen/handreiking_voor_het_herinrichten_van_diepe_plassen_december_2010-24-319537.pdf)
- Ministerie van Infrastructuur & Milieu. 2010. Circulaire herinrichting van diepe plassen. Staatscourant Nr. 2012824 december 2010.  
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2010-20128.html>
- Niemeijer, B., 2010. Habitatstructuren voor vis. Studentenscriptie. Tauw / Hogeschool van Hall-Larenstein.
- Nijburg, J. & L. Verhoeven, 1999. Effecten van stratificatie in ontgrondingsplassen op de waterkwaliteit. Spookbeeld of te controleren natuurverschijnsel? Adviesburo De Meent.
- Osté, A.J., N. Jaarsma & F. van Oosterhout, 2010. Een heldere kijk op diepe plassen: kennisdocument diepe meren en plassen: ecologische systeem-analyse, diagnose en maatregelen. STOWA (STOWA-rapport ; 2010-38).
- Padisak J., L. O. Crossetti & L. Naselli-Flores, 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- Quak, J. & A. van der Spiegel (red.), 1992. Cursus visstandbeheer en integraal waterbeheer. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Reynolds C.S., 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 535 pp.
- Rip, W. & S. Schep, 2010. Spelen watervogels een rol in de fosfaatbelasting van meren? gebaseerd op werk van Steffen Hahn en Marcel Klaassen. Lezing Platform Ecologisch Herstel Meren en Plassen 25 maart 2010. Zie: [http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/overlegkaders/platform\\_meren/lezingen/@29203/lezingen-250310/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/overlegkaders/platform_meren/lezingen/@29203/lezingen-250310/)
- Stroom, J. & F. van Schaik, 2007. Beknopte evaluatie mengsystemen Bosplas en Nieuwe meer. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- Stroom, J.M., T.A.H.M. Pelsma, J.G.R. Beemster, J. Stoffels & C.A.G. Hogenes, 2010. Ouderkerkerplas: systeemanalyse en onderzoek flexibel peil. Waternet, Amsterdam.
- Van der Molen, D.T. & R. Pot (red.), 2007. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA. STOWA rapport 2007 32. RWS-WD 2007 018.
- V & W, 2010. Stand van zakenbrief motie Jacobi/Koppejan. Brief van de minister van Verkeer & Waterstaat aan de Tweede Kamer, dd. 25 augustus 2010.  
<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2010/08/25/20101071-stand-van-zakenbrief-motie-jacobi-koppejan-over-toepassing-van-actief-biologisch-beheer-strengere-nadere-voorwaarden-te-stellen.html>
- Zoetemeyer, R.B., & B.J. Lucas, 2007. Basisboek visstandbeheer. Sportvisserij Nederland. Bilthoven (Nederland).

## Rapporten Sportvisserij Nederland met visserijkundig onderzoek en advies ten aanzien van diepe plassen

### < 10 ha

- Bosman, F. & G.A.J. de Laak, 2010. Visplan Recreatieplassen Gelderland 2010 (o.a. Hambroek, Stroombroek, Hilgelo), RAL wateren. Sportvisserij Nederland i.s.m./i.o.v. HF Midden Nederland.
- De Laak, G.A.J. & M. van Breugel, 2010. Visserijkundig Onderzoek Heemtmeer te Warmenhuizen. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV De Langedijker sportvisserij e.o.
- De Laak, G.A.J., 2010. Visserijkundig Onderzoek Grote Veenderplas te Barneveld. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV Barneveld.
- De Laak, G.A.J., 2010. Visserijkundig Onderzoek Heksenberg te Heerlen. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV Heksenberg.
- Laak, G.A.J. de, 2006. Rapport visserijkundig onderzoek Visvijver Holtien te Dwingeloo. Sportvisserij Nederland.
- De Laak, G.A.J., 2010. Visserijkundig Onderzoek Hulsterplas te Nieuwleusen. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV de Voorn.
- De Laak, G.A.J., 2009. Visserijkundig Onderzoek Koffiepoel te Brunssum. Sportvisserij Nederland i.o.v. H.S.V. Brunssum.
- De Laak, G.A.J., 2009. Rapport Visserijkundig onderzoek Moekesgat te Ter Apel. Sportvisserij Nederland i.o.v. H.C. Ter Apel.
- De Laak, G.A.J., 2009. Kort Advies Stenen Kamer Plas, Rosmalen. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV "De Vrolijke Visserij" te Rosmalen.
- De Laak, G.A.J. & M. van Breugel, 2007. Visserijkundig Onderzoek Ursemmerplas te Westerkoggenland. Sportvisserij Nederland i.o.v. Federatie Noord-West Nederland.
- De Laak, G.A.J., 2007. Kort Advies IJzeren Vrouw te 's Hertogenbosch. Sportvisserij Nederland i.o.v. Federatie van Hengelsportverenigingen Zuidwest Nederland.
- Gerlach, G. & G.A.J. de Laak, 2007. Rapport Visserijkundig Onderzoek De Nevelhorst, Didam. Sportvisserij Nederland i.o.v. Hengelsportfederatie Midden-Nederland.
- Kroon, J.W., 2009. Visserijkundig Onderzoek Broekse Vijver, Aalburg. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV De Bergse Maas.
- Kroon, J.W. & P. Beelen, 2010. Visserijkundig Onderzoek Wateren Hardenberg, Gemeente Hardenberg (o.a. Korte Spruit Balkbrug). Sportvisserij Nederland i.o.v. Hengelsport Federatie Oost Nederland.
- Kroon, J.W. & G.A.J. de Laak, 2010. Visserijkundig Onderzoek 't Kleiveld, Geulle. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV Geulle.
- Van Aalderen, R.A.A., 2006. Visserijkundig onderzoek Surfplas Veenendaal. Sportvisserij Nederland.
- Van der Spiegel, A. 1989. Rapport visserijkundig onderzoek Zandgat bij Giesbeek. OVB i.o.v. Hengelsportvereniging Ons Genoegen te Giesbeek.
- Wijmans, P.A.D.M., 2006. Rapport Visserijkundig Onderzoek D'n Ballast, Alphen. Sportvisserij Nederland.

### >10 ha

- Bosman, F. & G.A.J. de Laak, 2010. Visplan Hoge Venne te Heelweg 2010. Sportvisserij Nederland i.s.m./i.o.v. HF Midden Nederland.
- De Laak, G.A.J., 2010. Sonar onderzoek De Beldert te Buren. Sportvisserij Nederland i.o.v. Eerste Algemene Tielse Hengelsportvereniging Onder Ons.
- De Laak, G.A.J. & M. van Breugel, 2007. Visserijkundig Onderzoek Geestmer-ambacht te Langedijk. Sportvisserij Nederland i.o.v. Hengelsportfederatie NoordWest Nederland.



- De Laak, G.A.J., 2009. Sonar onderzoek de Groene Heuvels, Wijchen, najaar 2008 / voorjaar 2009. Sportvisserij Nederland i.o.v. Sportvisserij Nederland / HF Midden Nederland.
- De Laak, G.A.J. & M. van Breugel, 2010. Visserijkundig Onderzoek Geestmerambacht te Langedijk, 2010. Sportvisserij Nederland, Bilthoven in opdracht van Hengelsportfederatie NoordWest Nederland.
- De Laak, G.A.J., 2008. Visserijkundig Onderzoek Noord- en Zuidplas, Haren. Sportvisserij Nederland i.o.v. Hengelaarsclub Sassenhein.
- De Laak, G.A.J., 2010. Sonar onderzoek Recreatieplassen Gelderland, 2009, RGV wateren. Sportvisserij Nederland i.o.v. HF Midden Nederland.
- De Laak, G.A.J., 2009. Sonar onderzoek Recreatieplassen Gelderland, 2009, wateren Uit@waarde BV. Sportvisserij Nederland i.o.v. HF Midden Nederland.
- De Laak, G.A.J., 2010. Visserijkundig Onderzoek Wythmenerplas te Zwolle. Sportvisserij Nederland i.o.v. Visserijvereniging "De Hengelsport".
- Gerlach, G., 2005. Inrichtings- en visstandbeheeradvies "De Brink". Uitgevoerd i.o.v. Hengelsportvereniging De Peel Projectnr. 1180-04 2005
- Kroon, J.W., 2008. Visserijkundig Onderzoek Het Enterveen, Markelo. Sportvisserij Nederland i.o.v. HSV De Rietvoorn.
- Van Aalderen, R.A.A., 2007. Visserijkundig Onderzoek Visvijver Ekkersweijer, Eindhoven. Sportvisserij Nederland i.o.v. Beheerseenheid Sportvisserij Agglomeratie Eindhoven.
- Wijmans, P.A.D.M., 2008. Recreatieplas Bussloo. Sportvisserij Nederland i.o.v. de Werkgroep Recreatieplassen.
- Wijmans, P.A.D.M. & R.J.C. Weijman, 2008. Rapport Visserijkundig Onderzoek Het Rutbeek, Enschede. Sportvisserij Nederland i.o.v. Hengelsport Federatie Oost-Nederland, Heino.
- Wijmans, P.A.D.M., 2008. Recreatieplas Zeumeren, Voorthuizen. Sportvisserij Nederland i.o.v. de Werkgroep Recreatieplassen.

## **Bijlagen**

Bijlage I	Vistuigen en – methoden.....	67
Bijlage II	Diepe wateren en KRW.....	69
Bijlage III	Vragenlijst verondiepingen.....	71
Bijlage IV	Data van de door Sportvisserij Nederland onderzochte diepe wateren.....	74
Bijlage V	Kosten en efficiëntie van meng-/ beluchtingsinstallaties .....	78

## Bijlage I Vistuigen en – methoden

### *Elektrovisserij*

Bij elektrovisserij wordt gebruik gemaakt van een aggregaat, een schepnet dat als positieve pool functioneert en een permanent in het water hangende kabel als negatieve pool. Het elektrische veld tussen deze twee polen wordt gebruikt om vis te verdoven. Grotere vissen kunnen echter het elektrische veld voelen en ervoor wegvlugten. In de praktijk kan dit ondervangen worden door het te onderzoeken traject aan beide kanten af te sluiten met een net, om de vluchtende vissen alsnog te vangen. Elektrovisserij is met name geschikt voor de ondiepe, begroeide oeverzone van een water. In diepere wateren met weinig begroeide oever zones en een steil talud is de zone waar deze methode kan worden toegepast zeer beperkt en de kans dat de vis vlucht is aanzienlijk. Voor het inschatten van de visstand in deze wateren kan elektrovisserij hoogstens een aanvulling zijn op het vissen met ander vistuigen zoals de zegen.

### *Zegen*

De zegen is een rechtopstaand net, dat aan de onderkant is verzaaid en aan de bovenkant is voorzien van drijvers, met in het midden van het net een verzamelzak. De zegen wordt in een omtrekkende beweging uitgevaren om vervolgens de aanwezige vis tijdens het binnentrekken te omsluiten en verzamelen in de verzamelzak.

Bij de onderzoeken van Sportvisserij Nederland wordt veelal gebruik gemaakt van een 160 meter zegen met een vissende hoogte van zes meter. Door de STOWA wordt de zegen voorgeschreven in wateren die breder zijn dan zes meter breed. In (delen van) wateren die dieper zijn dan zes meter, of in wateren met obstakels op de bodem (stenen, takken, kuilen, bulten of andere obstakels) is het gebruik van de zegen niet (goed) mogelijk.

### *Staan want*

Bij visserij met staan want wordt gebruik gemaakt van netten met een olopemde maaswijdte, 101 tot 160 mm is gebruikelijk. Iedere maaswijdte is soort- en lengteselectief, d.w.z. bij elke maaswijdte worden vissen van een bepaald formaat gevangen. Vissen die buiten een bepaalde lengterange vallen zullen niet of nauwelijks in het want verstrikt raken en kunnen ontsnappen. Deze selectiviteit van het vangtuig kan zorgen voor een vertekend beeld van de populatieopbouw. De passieve aard van staan want visserij (de vissen moeten zelf het want in zwemmen) zorgt er tevens voor dat deze methode weinig vis op levert in koudere perioden. En in zeer helder water zullen de vissen het vangtuig eerder waarnemen en ontwijken.

Staan want is geen kwantitatief geijkte visserijmethode volgens STOWA richtlijnen, waardoor er geen schatting van de biomassa kan worden gegeven (STOWA, 2002).

### *Fuiken*

Fuiken vormen net als staan want een passieve vorm van visserij, waarbij de vis zelf het net in moet zwemmen. Fuikvisserijen leveren veelal weinig vis op, maar kunnen vooral in het voorjaar als aanvullende bemonsteringstechniek worden gebruikt om een beeld te krijgen van de vis, die zich actief langs de taluds verplaatst. De visserij met de fuik is ook geen kwantitatief geijkte visserijmethode volgens STOWA richtlijnen.

### *Kuilvisserij*

De kuilvisserij is een methode waarmee een sleepnet met behulp van twee boten met relatief hoge snelheid door het water wordt getrokken. Deze methode is geschikt voor dieper water, maar kan sneller leiden tot beschadiging van de vis. In helder water moet kuilvisserijen 's nachts worden uitgevoerd, omdat vissen het net overdag kunnen ontwijken en er meestal niets of zeer weinig wordt gevangen. Als de bodem een grillig karakter heeft, is er een grote kans dat de kuil vastloopt. Ook de kuilvisserij is een geijkte visserijmethode volgens STOWA richtlijnen. Sportvisserij Nederland vist echter over het algemeen niet met de kuil vanwege de schade die dit oplevert aan de gevangen vis.

### *Sonaronderzoek*

Een relatief nieuwe methode is het sonaronderzoek, waar met behulp van geavanceerde sonar-apparatuur aanwezige vis wordt gelokaliseerd, de grootte verdeling van de aangetroffen vissen wordt bepaald en een schatting wordt gemaakt van de dichtheid van de vispopulatie. De sonargegevens worden opgeslagen op een computer en achteraf geanalyseerd met behulp van software, waarmee de waargenomen signalen handmatig in te delen zijn in drie lengteklassen (0-30 cm, 30-

60 cm en 60-100 cm) en het bemonsterd volume water kan worden bepaald. Op basis van het waargenomen beeld op het computerscherm, kunnen vissen groter dan 60 cm vaak ook herkend worden op soort, bij kleinere individuen is dit echter niet goed mogelijk.

De biomassa wordt geschat aan de hand van het geregistreerde aantal vissen per lengteklasse en L/G relaties van de op basis van het viswatertype ingeschatte meest belangrijke vissoort. Dit laatste heeft wel als nadeel dat wanneer een verkeerde inschatting plaats vindt van de belangrijkste vissoort, de biomassa tot 30% kan afwijken.

De sonarmethode is echter op dit moment niet voldoende geïjkt, om als enige methode voor bemonstering op diepe wateren te gebruiken. Ook is het niet mogelijk om een inzicht te krijgen in de soortdiversiteit. Op basis van trial and error wordt gewerkt aan het optimaliseren van het systeem, door middel van een ijking aan de traditionele vangtuigen.

## Bijlage II Diepe wateren en KRW

Onderstaand zijn de referenties en vis- en macrofytenmaatlaten voor de diepe gebufferde meren (M20) weergegeven.

De maatlat voor vis gaat ervan uit dat er in de ideale situatie 15-25% plantminnende vis aanwezig is in de diepe plas. Daarnaast is er een macrofytenmaatlat die de doelen alleen stelt voor het *begroeibaar areaal* (d.w.z. het water tot 4,51 m diep). Dit betekent dat ook diepe plassen met een extreem steil talud en nauwelijks ruimte voor macrofyten hoog kunnen scoren op de macrofytenmaatlat.

In de doelstelling voor vis wordt echter niet gekeken naar het areaal beschikbaar habitat voor plantminnende vis. Dit betekent dat vis slecht zal scoren, omdat dit aandeel plantminnende vis nooit gehaald zal worden in diepe wateren met steile taluds en nauwelijks vegetatiebedekking.

### Referentie en maatlat voor matig grote diepe gebufferde meren (M20)

Het gaat om (niet-lijnvormige) zoete meren (saliniteit  $\leq 3$  g Cl/l) met een diepte van  $> 3$  m, de geologie van de bodem  $> 50\%$  kiezel, een oppervlak van 0,5 -100 km<sup>2</sup> (50-10.000 ha) en een buffercapaciteit van 1-4 meq/l (van der Molen & Pot, 2007).

Hier wordt de referentie en maatlat zoals beschreven door Van der Molen & Pot (2007) beschreven weergegeven:

De visstand van diepe plassen kan verschillen afhankelijk van de trofische status, het voorkomen van waterplanten, en de zichtdiepte. De visgemeenschap in het open water van deze meren wordt gedomineerd door eurytope soorten. De ondiepe (oever)zones met aquatische vegetatie bevatten een gevarieerde visstand met een belangrijke functie als opgroeigebied voor het broed van eurytope soorten en leefgebied voor limnofiele soorten. De verhouding diep:ondiep bepaalt voor een belangrijk deel de ontwikkelingsmogelijkheden voor de vegetatie en de samenstelling van de visgemeenschap.

#### *Soortensamenstelling*

In de referentiesituatie kwam de oligotroof, heldere situatie naar verwachting het meest voor. De bijbehorende visgemeenschap is baars-blankvoorn. Gezien de matig grote afmetingen en het overwegend geïsoleerde karakter van de wateren wordt uitgegaan van een matig soortenrijke visstand. Hierbij speelt mee dat een groot deel van het oppervlak bestaat uit diep tot zeer diep water met een lage abundantie van vis; in plassen met een groter aandeel ondiep water kunnen meer plantminnende vissen worden aangetroffen. In de referentietoestand komen minimaal 12 soorten vis voor.

#### *Abundantie*

De visstand van deze plantenarme wateren wordt gekarakteriseerd door de eurytopen baars en blankvoorn en een gering aandeel plantminnende vis. De visgemeenschap in de referentietoestand is baars-blankvoorn met de volgende waarden voor de indicatoren op basis van relatieve biomassa:

- 'aandeel brasem': maximaal 15%;
- 'aandeel baars+blankvoorn in % van alle eurytopen': minimaal 45%;
- 'aandeel plantminnende vis': minimaal 15%;
- 'aandeel O<sub>2</sub>-tolerante vis': minimaal 3%.

Uitgaande van de referentie (baars-blankvoorn) zal de visgemeenschap van een meer bij een toename van de menselijke beïnvloeding (eutrofiëring) veranderen via blankvoorn-brasem naar brasem-snoekbaars. Tabel 5.5a geeft de klassengrenzen en weegfactoren weer.

De klassengrenzen zijn zoveel mogelijk gebaseerd op ecologisch relevante grenzen (overgang visgemeenschappen); expert opinion heeft hierbij echter een belangrijke rol gespeeld.

*Klassengrenzen van de deelmaatlaten voor vis*

	<b>Weging</b>	<b>Slecht</b>	<b>Ontoereikend</b>	<b>Matig</b>	<b>Goed</b>	<b>Zeer Goed</b>
Aantal soorten	0,2	0-6	6-8	8-10	10-12	12-13
Aandeel brasem (%)	0,2	60-100	45-60	25-45	15-25	5-15
BA+BV in % van alle eurytopen	0,2	0-15	15-25	25-35	35-45	45-55
Aandeel plantminnende vis (%)	0,2	0-2	2-5	5-10	10-15	15-25
Aandeel zuurstoftolerante vis (%)	0,2	0-0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-5
Beoordeling (EKR)		0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1

*Macrofyten*

*Maatlat voor abundantie van groeivormen van macrofyten (bedekkingspercentage van het begroeibaar areaal)*

	<b>Slecht</b>	<b>Ontoereikend</b>	<b>Matig</b>	<b>Goed</b>	<b>Zeer goed</b>	<b>Referentiewaarde</b>
Submerse vegetatie	0-1%	1-5%	5-25%	25-50%	50-100%	65%
Oevervegetatie	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	90%

Het begroeibaar areaal is de zone tot een diepte van 4,51 meter. De score wordt dus bepaald over deze zone en niet over het totaal oppervlak.

Naast deze deelmaatlat voor abundantie is er ook een deelmaatlat voor de soortensamenstelling (zie Van de Molen & Pot, 2007)

Zie ook opmerking in paragraaf 5.1, blz. 50.

## **Bijlage III Vragenlijst verondiepingen**

Er is een vragenlijst rondgestuurd onder de hengelsportfederaties over uitgevoerde en geplande verondiepingen en waargenomen / verwachte effecten. In de tabel zijn de uitkomsten weergegeven. Zie volgende bladzijden.

Federatie	Zijn er <b>reeds uitgevoerde verondiepingen?</b> waar/visrecht/jaar		Sportvisserij vooraf betrokken?	Effect op visstand, sportvisserijmogelijkheden, waterkwaliteit?	Opmerkingen	
Federatie Midden Nederland	Put Helsdingen Vianen (visrecht- hebbende HSV De Reiger Vianen)		2007 tot heden	Nee, alleen achteraf bij Put Helsdingen in Vianen. Bijzonder- heden Visrechten waren in het geding evenals de bereikbaarheid in de toekomst.	visstand gelijk gebleven, sportvisserijmogelijkheden (tijdelijk?) verslechterd, water- kwaliteit?	Vrijwel alle projecten lopen nog, van een aantal is niet bekend hoe ver men is. Bij de meeste projecten zijn we niet betrokken. Inspraak over de inrichting is zinnig als het vooraf gebeurt, later wordt de doelstelling niet meer bijgesteld.
	Plas van Melssen, Ewijk	??	2006 tot heden	nee	sportvisserijmogelijkheden (tijdelijk?) verslechterd, verder?	
	Plas Zetten	HSV De Steenkarper Herveld	?? tot heden	nee	sportvisserijmogelijkheden (tijdelijk?) verslechterd, verder?	
<b>Sportvisserij Limburg</b>	nog geen uitgevoerde projecten					
<b>Federatie Groningen Drenthe</b>	niets bekend over uitgevoerde of geplande verondiepingen					
<b>Sportvisserij Fryslân</b>	Wijde Ee, ten westen van Burgum	HSV 't Snoerke	gestart	Niet actief		
	Eastersanding bij Drachten	HSV Voorwaarts	gestart	Ja		
<b>Sportvisserij Zuidwest Nederland</b>	niets bekend over uitgevoerde verondiepingen					
<b>Sportvisserij Oost Nederland</b>	niets bekend over uitgevoerde of geplande verondiepingen					
<b>Sportvisserij Midwest Nederland</b>	Meerwijkplas, Haarlem	HSV Haarlem	zie KA 2010	ja		
	Grote Veender- plas, Barneveld (Mobaplas)	HSV Barneveld	is (nog) niet doorgegaan			



Federatie	zijn er <b>geplande verondiepingen?</b> waar/visrecht/jaar			Sportvisserij al bij betrokken?	Wat zijn de verwachtingen/ Actie nodig?	Opmerkingen
<b>Federatie Midden Nederland</b>	Hambroekplas Borculo	fed MN	??	nee	Hambroekplas vraagt wel onze aandacht, hier zijn wij visrecht-hebbende.	Het blijft erg lastig om een gefundeerde mening te geven over de baggerstort. Tijdelijk levert het ongemak op, maar daarna kan het positief zijn voor het water.
	Betuweplas Tiel	??	??	nee		
	Zandwinplas Giesbeek	HSV Ons Genoegen Giesbeek	2012	Alleen bij Zandwinplas Giesbeek	Vorbereidingen verondieping liepen goed, maar project is later afgeblazen.	
<b>Sportvisserij Limburg</b>	De Molengreend. Maasbracht	Limburgs Landschap, SP. LIMb machtiging	nog niet bekend	ja	Deze Maasplas is voorzien als mogelijke stortlocatie voor Maasslib. Op korte termijn (1 jaar) geen actie verwacht.	
<b>Federatie Groningen Drenthe</b>						
<b>Sportvisserij Fryslân</b>	Easterga ten noorden van Lemmer	HSV Lemmer	onbekend	Niet actief	Verder staan er in onze lijst van viswateren nog een aantal zandwinputten die bevist mogen worden door sportvissers met de VISpas. Naast deze putten zijn er ook nog een behoorlijk aantal zandwinputten in bezit van particulieren. Op de genoemde putten na hebben wij geen zicht op de ontwikkeling van visstand en of er projecten zijn deze diepe wateren op te vullen met baggerslib.	
<b>Sportvisserij Zuidwest Nederland</b>	Woelse Waard bij Gorinchem	?	uitgesteld?	?	?	
<b>Sportvisserij Oost Nederland</b>						
<b>Sportvisserij Midwest Nederland</b>	Vaartplas, Almere	HSV Ons Genoegen Almere	loopt?	ja	niet ingevuld	in open verbinding met Lage Vaart
	Heemtmeer	HSV Langedijk	is over gesproken, staat op laag pitje	ja		

## Bijlage IV Data van de door Sportvisserij Nederland onderzochte diepe wateren

<b>&gt; 10 ha</b>	<b>Locatie</b>
De Beldert	Zoelen, Gelderland
De Brink	Liessel, Noord-Brabant
Recreatieplas Bussloo	Bussloo, Gelderland
Ekkersweijer	Eindhoven, Noord-Brabant
Enterveen	Markelo, Overijssel
Geestmerambacht - De Zomerdel	Geestmerambacht, Noord-Holland
de Groene Heuvels	Wijchen, Gelderland
Het Rutbeek	Enschede, Overijssel
Haren - Zuidplas	Haren, Groningen
Recreatieplas Berendonck	Wijchen, Gelderland
Recreatieplas Rijkerswoerdse Plassen West	Elst, Gelderland
Recreatieplas Rijkerswoerdse Plassen Oost	Elst, Gelderland
Wythmenerplas	Zwolle, Overijssel
Zeumeren	Voorthuizen, Gelderland
Hoge Venne	Heelweg, Gelderland
Recreatiegebied Hilgelo	Winterswijk, Gelderland
Stroombroek	Braamt, Gelderland
<b>&lt; 10 ha</b>	
Broekse Vijver	Aalburg, Noord-Brabant
D'n Ballast	Alphen, Noord-Brabant
Giesbeek	Giesbeek, Gelderland
Grote Veenderplas	Barneveld, Gelderland
Korte Spruit Balkbrug	Balkbrug, Overijssel
Heemtmeer	Warmenhuizen, Noord-Holland
Heksenberg	Heerlen, Limburg
Holtien	Dwingeloo, Drenthe
Hulsterplas	Nieuwleusen, Overijssel
IJzeren Vrouw	's Hertogenbosch, Noord-Brabant
Moekesgat	Ter Apel, Groningen
De Nevelhorst	Didam, Gelderland
Stenen Kamer Plas	Rosmalen, Noord-Brabant
Surfplas Veenendaal	Veenendaal, Utrecht
't Kleiveld	Geulle, Limburg
Ursemmerplas	Westerkoggenland, Noord-Holland
Recreatiegebied Hambroek	Borculo, Gelderland

### Samenvattende gegevens van diepe wateren > 10 hectare.

<b>&gt;10ha</b> 17 meren												
<b>KNELPUNTEN</b>												
aalscholver	lage visbezetting	weinig soortdiversiteit (<8 soorten)	onevenwichtige lengte opbouw	weinig ondiepe oever	bepaalde vegetatie	weinig structuur	voedselarm	spronglaag / stratificatie	bagger	slechte bereikbaarheid	algenbloei	vissterfte
10	6	6	4	8	5	3	4	17	0	4	1	0
<b>VISSTAND</b>												
<b>viswater type</b>												
baars-blankvoorn	blankvoorn-brasem	brasem-snoekbaars										
11	5	1										
<b>Draagkracht (kg/ha) - van 1 plas niet bekend</b>												
0-100	100-200	200-300	>300									
1	7	7	1									
<b>biomassa - data beperkt tot 15 plassen</b>												
<100	100-200	200-300	>300									
11	1	0	1	wateren waar geen vis is uitgezet								
2	0	0	0	wel uitzetting								
<b>Aantal soorten - voor 11 plassen bekend</b>												
<5	5	6	7	8	9	10	>10					
2	0	3	1	1	0	2	2					
											aantal soorten	
											mediaan	8,5
											Q1	6
											Q3	10,25
<b>Milieue parameters</b>												
<b>Doorzicht</b>				<b>Bodem</b>				<b>Diepte (m)</b>				
mediaan 2,1				zand 15 88,2				mediaan 16,5				
q1 1,575				zand en grind 0 0,0				q1 14,25				
q3 3,05				zand en klei 1 5,9				q3 20,75				
min 1				zand en leem 1 5,9				min 8				
max 5,6				zand en veen 0 0,0				max 27				
<b>let op! beperkte hoeveelheid gegevens</b>												
<b>Vegetatie</b>		<b>Waterplanten (n=6)</b>		<b>drijfplanten (n=6)</b>		<b>bovenwaterplanten - oever (n=8)</b>						
mediaan 5,0%		0,5%		0,0%		3,3%						
q1 2,0%		0,0%		0,0%		1,0%						
q3 6,9%		1,0%		6,3%								
min 0,0%		0,0%		0,0%								
max 7,5%		1,0%		33,0%								

### Samenvattende gegevens van diepe wateren < 10 hectare.

<10ha												
17 meren												
<b>KNELPUNTEN</b>												
aalscholver	lage visbezetting	weinig soortdiversiteit (<8 soorten)	onevenwichtige lengte o	weinig ondiepe oev	beperkte vegetatie	weinig structuur	voedselarm	spronglaag / stratificatie	bagger	slechte bereikbaar	algenbloei	vissterfte
12	2	8	5	10	9	3	4	15	0	1	2	4
<b>VISSTAND</b>												
viswater type (onbekend voor 2 plassen)												
baars-blankvoorn	blankvoorn-brasem	brasem-snoekbaars										
6	6	3										
<b>Draagkracht (kg/ha) - data beperkt tot 14 plassen</b>												
<100	100-200	200-300	>300									
2	0	7	5									
<b>biomassa - data beperkt tot 16 plassen</b>												
<100	100-200	200-300	>300									
7	0	0	0	wateren waar geen vis is uitgezet								
5		2	2	wel uitzetting								
<b>Aantal soorten - voor 16 plassen bekend</b>												
<5	5	6	7	8	9	10	>10	aantal soorten				
1	0	3	4	0	2	3	3	mediaan	8			
								Q1	6,25			
								Q3	10			
<b>Milieu parameters</b>												
<b>Doorzicht</b>		bij minimale schatting	bij maximale schatting	<b>Bodem</b>			aantal	%	<b>Diepte (m)</b>			
mediaan		1	1,1	klei	1	5,9	mediaan 8					
Q1		0,8875	1	zand	10	58,8	q1 6					
Q3		1,35	1,5	zand en grind	1	5,9	q3 10					
min		0,3	0,4	zand en klei	3	17,6	min 5					
max		5	5	zand en leem	2	11,8	max 25					
<b>let op! beperkte hoeveelheid gegevens</b>												
<b>Vegetatie</b>		Onderwaterplanten (n=11)	Drijfplanten (n=11)	Bovenwaterplanten - oever (n=12)								
mediaan		1,5%	3,0%	10,0%								
q1		1,0%	0,5%	5,0%								
q3		7,5%	10,0%	14,4%								
min		0,0%	0,0%	1,0%								
max		12,5%	10,0%	95,0%								



## Bijlage V      **Kosten en efficiëntie van meng-/ beluchttingsinstallaties**

Wat betreft de efficiëntie van een beluchttingsinstallatie, speelt de vorm van een plas een grote rol (Osté *et al.*, 2010). Menging is het meest efficiënt als een plas geometrisch een 'emmer-profiel' vormt. Ondiepe zones en beschutte hoeken worden minder snel beïnvloed door de stroming die menging veroorzaakt. Rijnland hanteert een minimale diepte van 15 meter om menging als effectief te zien voor de afname van blauwalgen en stratificatie. Bij enigszins geringere diepte melden zij dat blauwalgen mogelijk in suspensie kunnen worden gehouden en drijfslagen worden voorkomen, maar er niet of nauwelijks sprake is van verminderde groei (biomassa).

In het document "Beleid Diepe putten" van Hoogheemraadschap van Rijnland staan voorbeeldberekeningen, waaruit blijkt dat er minder mengcapaciteit (uitgedrukt in kW elektraverbruik /m<sup>2</sup>) nodig is voor dieper water. Aan de hand van gegevens over het beluchttings-systeem in het Nieuwe Meer hebben zij berekend wat nodig is om dezelfde waterbeweging te bewerkstelligen bij menging op 15 meter diepte i.p.v. 25 meter diepte.

Berekening waterbeweging bij menging op 15 m diepte:

<b>Installatie</b>	<b>Lengte beluchttingsstrengen</b>	<b>Capaciteit</b>
25 m diep (huidig)	800 meter	55 kW
15 m diep	1500 meter	110 kW

Grofweg komt het er op neer dat een installatie zoals in het Nieuwe Meer bij tien meter verondieping bijna tweemaal zoveel energie en materialen verbruikt worden. De kosten zullen minder dan evenredig duurder worden, maar het zal een relevant verschil blijven. Volgens (Osté *et al.* (2010) bedragen de energiekosten van dergelijke installaties ongeveer €25.000/km<sup>2</sup> per jaar. De aanlegkosten variëren afhankelijk van het type en de capaciteit van de installatie, maar bedragen gemiddeld genomen circa €750.000/km<sup>2</sup>.

In schril contrast met deze kostenschatting staan de gerapporteerde kosten van \$700 (ca. €530) per jaar voor energie en eenmalig \$8400 (ca. €6300) voor de ontwikkeling en plaatsing van een beluchtingssysteem voor een meer van circa 14,5 hectare (ca. €47.500/km<sup>2</sup>) en maximaal 6 meter diep (Lake Eureka: Kothandraman & Evans, 1982). Voor dit meer werd er in van 6 mei tot 8 oktober 1981 gebruik gemaakt van een motor-gedreven (1,5 pk, elektrisch ca. 1-1,5 kW) schroef in een buis waarmee water vanaf de bodem naar het oppervlakte kon worden gepompt. Deze installatie was in staat de stratificatie in het meer te verwijderen en het zuurstofgehalte op minimaal 4 mg/l in de onderste waterlagen te krijgen. In hun rapport wordt zelfs melding gemaakt van vergelijkbare resultaten met dit systeem op meren tot 40 hectare en wordt ook in recentere literatuur (Michele & Michele, 2002) het gebruik hiervan aanbevolen als een kostenefficiënte methode om algenbloei en problemen door stratificatie te voorkomen.

Hoewel de kosten voor installaties zoals gerapporteerd door Kothandraman & Evans tegenwoordig hoger zullen uitvallen als gevolg van cumulatieve inflatie, blijft de prijs per vierkante kilometer een veelvoud lager dan die Osté *et al.* (2010) rapporteren. Hiermee is er reden genoeg om aan te nemen dat destratificatie en bestrijding van (blauw)algenbloei ook tegen aanzienlijk lagere kosten te realiseren zijn.





**Sportvisserij Nederland**  
Postbus 162  
3720 AD Bilthoven

