

Rapport Project Waterplantenbeheer

# Waterplantenbeheer met graskarper



# Statuspagina

Titel Waterplantenbeheer met graskarper  
Samenstelling Sportvisserij Nederland  
Postbus 162  
3720 AD BILTHOVEN  
E-mail info@sportvisserij nederland.nl  
Homepage www.sportvisserij nederland.nl

Auteur(s) J.S. Peters & W.A.M. van Emmerik  
E-mailadres emmerik@sportvisserij nederland.nl  
Aantal pagina's 102  
Trefwoorden graskarper, waterplantenbeheer

Versie definitief

Datum 4 oktober 2016

Bibliografische referentie:  
J.S. Peters & W.A.M. van Emmerik, 2016. Waterplantenbeheer met graskarper.  
Sportvisserij Nederland, Bilthoven. Project Waterplantenbeheer.

Foto voorzijde: W. Kolvoort

## © 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.

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



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

---

## Samenvatting

### Waterplantenproblematiek

De laatste jaren wordt in een groot aantal wateren een woekering van waterplanten geconstateerd. Een te dicht waterplantendek kan echter tot problemen leiden voor het ecosysteem, het waterbeheer, de scheepvaart en de waterrecreatie. Ook voor de visstand en de sportvisserij kan een extreme plantengroei negatieve gevolgen hebben. Een hoge biomassa aan waterplanten neemt 's nachts veel zuurstof op, wat in de ochtend kan leiden tot zuurstofloosheid en visflauwte of vissterfte. Daarnaast heeft een dicht plantendek negatieve gevolgen voor de bevisbaarheid van het water voor de sportvisserij.

Overmatige waterplantengroei wordt over het algemeen bestreden door maaien. Maaien kan echter negatieve gevolgen hebben voor de visstand en de overige fauna. Een andere beheermogelijkheid is het uitzetten van graskarper.

### Geïntroduceerde soort voor het beheer van waterplanten

De graskarper (*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)) is een uitheemse planteneter die oorspronkelijk afkomstig is uit China. De graskarper is in een groot aantal landen ingezet voor het beheer van waterplanten. Bij watertemperaturen tussen de 20 en 30 °C kan de graskarper per dag tot meer dan 100% van zijn eigen lichaamsgewicht aan waterplanten eten. Hij geeft hierbij de voorkeur aan zachtere ondergedoken waterplanten. Afgezien van de heel specifieke voortplantingseisen (een hoge temperatuur, stromend water met vloedvlaktes, een lange rivier en een snelle peilstijging) heeft de graskarper een grote tolerantie voor milieufactoren.

### De toepasbaarheid van de graskarper: waar wel en waar niet?

Voor het antwoord of de inzet van graskarper een geschikte methode is voor waterplantenbeheer, is het van belang te kijken naar het type water, de beheerdoelstelling, de functie en de inrichting van het water. In de volgende typen wateren kan de graskarper een rol vervullen bij het waterplantenbeheer:

- specifieke visvijvers;
- andere wateren met een belangrijke hengelsportfunctie, zoals veel stadswateren en wedstrijdwateren;
- wateren met exotische waterplanten, kroos of draadalgen;
- wateren die slecht bereikbaar zijn voor onderhoud door de waterbeheerder.
- poldersystemen met zowel diepere hoofdwatgangen als ondiepere zijsloten; graskarpers houden de diepere watgangen schoon maar laten ondiepe zijsloten met rust.

Graskarper mag niet uitgezet worden in natuurgebieden met een hoge natuurdoelstelling of in stromend water. KRW-wateren zijn in het algemeen niet geschikt voor de inzet van graskarper, uitzonderingen daargelaten, zoals wateren die overwoekerd worden met exotische waterplanten. Graskarper mag alleen uitgezet worden in geïsoleerd water of water dat met gaashekken is afgesloten van omringend water. Uitzetting

---

is bovendien alleen toegestaan met toestemming van de visrecht-  
hebbenden en de eigenaar van het water.

### **Variabel effect**

Uit literatuuronderzoek naar de toepassing van de graskarper in binnen-  
en buitenland is geen éénduidige relatie gevonden gebleken tussen de  
toegepaste dichtheid aan graskarpers en de mate van waterplanten-  
verwijdering. Het effect van de graskarper op de waterplantenbedekking  
is meestal óf erg groot, óf juist zeer klein. Het is zelden mogelijk gebleken  
om het beheer van waterplanten met de graskarper zo te sturen dat een  
deel van de ondergedoken waterplanten blijft staan.

Effecten van de graskarper op andere fauna, de waterkwaliteit of het eco-  
systeem in bredere zin hangen vooral samen met de mate van ver-  
wijdering van de waterplanten. Bij een gehele verwijdering treden vaak  
negatieve effecten op op de waterkwaliteit, visstand, macrofauna, overige  
soorten, habitats en ecosysteem. Wanneer de waterplanten gedeeltelijk  
worden verwijderd zijn de effecten over het algemeen positief of gering.

### **Afwegen effecten graskarper en ander beheer**

Neveneffecten van een graskarperuitzet moeten worden afgewogen tegen  
de negatieve effecten van geen beheer of maaibeheer. Maaien levert vaak  
veel problemen op voor het onderwatermilieu. Vooral wanneer alle  
waterplanten worden weggemaaid, leidt dit tot een ernstige verstoring  
van het watermilieu. Er treedt directe schade op aan individuele vissen en  
er is vaak een sterke daling van het zuurstofgehalte. Maar mechanisch  
schonen leidt ook tot een ecologische 'shock' omdat een helder,  
plantenrijk water plotseling verandert in een troebel, kaal water. In  
wateren waaraan regelmatig een dergelijke 'shock' wordt toegediend, kan  
zich geen evenwichtige visstand ontwikkelen.

Het uitzetten van graskarper is in vergelijking met andere waterplanten-  
beheermethoden vijf tot meer dan tien maal goedkoper. Graskarpers  
beginnen bovendien al aan het begin van het seizoen met het eten van  
waterplanten, terwijl maaien dan nog niet toegestaan is vanwege de  
gedragscode.

Het achterwege blijven van beheer leidt in veel wateren tot een  
overmatige bedekking met waterplanten (>60-70% van het oppervlak).  
Dit kan ook leiden tot problemen voor de visstand (bijvoorbeeld minder  
leefruimte en minder biomassa) en het hele systeem door grote  
fluctuaties in het zuurstofgehalte.

### **Aanbevelingen**

Bij het uitzetten dient te worden uitgegaan van een aantal graskarpers  
per begroeide hectare (stuks/ha veg), in plaats van kilogrammen per  
hectare (kg/ha).

Afhankelijk van het doel van de waterplantenbestrijding, het soort  
waterplant en de snelheid waarmee men dit doel wil bereiken, worden  
adviezen gegeven voor graskarperdichtheden variërend van 20-30  
stuks/ha veg (bestrijding draadalgen) tot 100-150 stuks/ha veg  
(bestrijding niet-voorkeursplanten).

Kies liever een te lage dichtheid dan een te hoge dichtheid, omdat  
bijzetten van graskarper eenvoudiger is dan verwijderen.

---

Bij waterplantenbeheer met behulp van de graskarper duurt het één tot drie jaar na uitzetting voordat het effect van de graskarper zichtbaar wordt. Na de uitzetting van graskarper is over meerdere jaren monitoring en een actief beheer nodig. Bij onvoldoende effect kan extra graskarper uitgezet worden. Wanneer er de vegetatie geheel dreigt te worden weggegeten is het nodig om een deel van de graskarper te verwijderen.

### **Aanvullende maatregelen**

Bij het uitzetten van graskarper moet er rekening mee worden gehouden dat mogelijk alle ondergedoken waterplanten worden verwijderd. Het is echter belangrijk dat in minder of meerdere mate paai- en opgroeigebied voor andere vissoorten aanwezig is. Het uitzetten van graskarper kan daarom het beste gecombineerd worden met aanvullende maatregelen als het aanbrengen van extra beschutting door aanplant van oever- en drijfbladplanten (die minder of niet gegeten worden door graskarper) of het plaatsen van bijvoorbeeld takkenbossen in het water. Ook kan een deel van de ondergedoken vegetatie met gaaswerk worden afgeschermd voor het grazen van graskarpers.

### **Risico's**

In deze deskstudie is ook gekeken naar de mogelijke risico's van de graskarper in Nederland, namelijk het risico van de insleep van ziektes en het risico van voortplanting. In de afgelopen 40 jaar waarin graskarpers zijn uitgezet, zijn ziektes nog nooit aantoonbaar een probleem geweest. Om de kans op de insleep van ziektes te minimaliseren adviseert Sportvisserij Nederland om vis te betrekken van gecertificeerde viskweekbedrijven die een gezondheidsverklaring kunnen leveren voor de uit te zetten vis.

Gezien de hoge, zeer specifieke voortplantingseisen van de graskarper wordt in de Nederlandse situatie de kans van succesvolle voortplanting verwaarloosbaar geacht. Het kan niet geheel uitgesloten worden dat ooit onder uitzonderlijke omstandigheden incidenteel voortplanting zou kunnen plaatsvinden. De kans dat dit tot een populatie-ontwikkeling en actieve verbreiding van de graskarper in Nederland zou kunnen leiden is echter nihil.

---

# Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	8
1.1 Waterproblematiek door de jaren heen.....	8
1.2 Belang van waterplanten .....	9
1.3 Risico's van overmatige plantengroei .....	9
1.4 Beheer waterplanten.....	11
1.5 Waterplantenbeheer en graskarper .....	11
1.6 Vraag-/doelstelling .....	12
1.7 Leeswijzer .....	12
2 Beleid en regelgeving.....	13
2.1 Inleiding.....	13
2.2 Europese Kaderrichtlijn Water .....	13
2.3 Visserijwet.....	13
2.4 Flora- en faunawet.....	15
3 Biologie.....	16
3.1 Geografische verspreiding.....	16
3.2 Verplaatsing en migratie.....	17
3.3 Voortplanting .....	19
3.4 Ontwikkeling .....	21
3.5 Groei .....	23
3.6 Voedsel .....	25
3.7 Milieueisen.....	29
3.8 Predatie .....	30
3.9 Ziektes/parasieten .....	31
3.10 Gedrag/bijzonderheden .....	31
4 Graskarperteelt.....	33
4.1 Inleiding.....	33
4.2 Graskarperkweek in Nederland.....	35
5 Waterplantenbeheer met graskarpers .....	37
5.1 Inleiding.....	37
5.2 Nederland.....	37
5.3 Europa .....	47
5.4 Canada .....	49
5.5 Verenigde Staten.....	49
5.6 Nieuw Zeeland .....	53
5.7 Discussie .....	56
6 Effecten op het ecosysteem .....	62
6.1 Inleiding.....	62
6.2 Effecten op de waterkwaliteit .....	62
6.3 Effecten op andere vissoorten en de visstand.....	66
6.4 Effecten op waterplanten.....	69
6.5 Effecten op overige soorten .....	70

---

6.6	Effecten op het ecosysteem .....	73
6.7	Effecten van graskarper versus andere methoden voor plantenbeheer .....	74
6.8	Discussie en conclusies .....	76
7	Synthese .....	78
7.1	Conclusies .....	78
7.2	Beantwoording onderzoeksvragen .....	80
7.3	Graskarpers en beheerdoelstellingen .....	81
7.4	Kosten waterplantenbeheer .....	83
7.5	Waar kan graskarper worden uitgezet?.....	83
7.6	Toe te passen graskarperdichtheden .....	85
7.7	Overige aanbevelingen voor het beheer met graskarper .....	86
	Woordenlijst .....	89
	Verwerkte literatuur .....	90
	Bijlage: Voedselvoorkeur.....	98

# 1 Inleiding

## 1.1 Waterproblematiek door de jaren heen

Vanaf de jaren 50 van de twintigste eeuw werden de Nederlandse binnenwateren steeds voedselrijker. In de periode 1970-1980 bereikten de stikstof- en fosfaatconcentraties de hoogste waarden. Dit kwam in eerste instantie tot uiting in een dichte waterplantenmassa. Deze ontwikkeling van waterplanten nam zodanige vormen aan dat er problemen ontstonden met de waterhuishouding. De waterplanten werden bestreden door maaien of zelfs met chemische bestrijdingsmiddelen. Toen maaien niet altijd even effectief bleek en de toepassing van herbiciden onacceptabel werd, werd op veel plaatsen de graskarper voor het waterplantenbeheer ingezet door onder andere waterschappen en gemeentes. De nutriëntenbelasting leidde er in de loop van de jaren 80 en 90 verder toe dat veel wateren troebel werden door een toenemende algenbloei, en in samenhang hiermee, weer afnemende waterplantenbegroeiing.



**Links: Maaiboot in het Naardermeer in de jaren vijftig van de 20<sup>e</sup> eeuw. Rechts: waterplantenbestrijding met diuron.**

De laatste tientallen jaren is de nutriëntenbelasting in de Nederlandse wateren weer afgenomen, door de zuivering van afvalwater en vermindering van emissies vanuit de industrie. In samenhang met de afname van de nutriënten is het doorzicht van het water weer toegenomen. De laatste jaren is de afname van fosfaat ongeveer tot stilstand gekomen, maar het doorzicht neemt nog wel steeds toe (CBS, PBL, Wageningen UR, 2012). Hoewel de nutriënten in het water sterk zijn afgenomen bevatten veel waterbodems nog wel veel voedingsstoffen.

Als gevolg van dit toegenomen doorzicht en de aanwezigheid van voedingsstoffen in de waterbodem, kunnen waterplanten zich weer beter ontwikkelen. Er wordt dan ook een grote toename van de waterplanten geconstateerd, met name van de ondergedoken waterplanten die afhankelijk zijn van een goed doorzicht. Doordat het aantal met waterplanten dichtgegroeide wateren sterk toeneemt, wordt de noodzaak van beheer weer groter.



## 1.2 Belang van waterplanten

Waterplanten spelen een belangrijke rol in het functioneren van aquatische ecosystemen en kunnen op verschillende manieren invloed uitoefenen. Waterplanten leggen bodemmateriaal en zwevende deeltjes vast, nemen voedingsstoffen op en concurreren met algen door licht en voedingsstoffen te gebruiken, die dan niet beschikbaar zijn voor (plaag)-algen. Ondergedoken waterplanten zorgen voor enkele positieve feedback mechanismen die de begroeide toestand behouden (onder andere Van de Bund & Van Donk, 2004; refs. in Dibble & Kovalenko, 2009). Bij een overschrijding van een 'kritische belasting' van nutriënten kan een situatie van helder water omslaan in een alternatieve stabiele situatie met troebel water zonder waterplanten (Scheffer et al., 2001).



**Belang van waterplanten voor vis. Links: jonge vis schuilt en foerageert bij waterplanten. Rechts: hangend snoekbroed aan waterplanten.**

Belangrijk zijn ook de interacties met aquatische organismen, waaronder vissen. Watervegetatie vormt voor vissen paaisubstraat, schuilgelegenheid voor jonge vis en voedsel, dan wel het substraat waarop allerlei voedselorganismen leven. In het algemeen blijkt een (totaal) bedekkingspercentage van 20 tot 60% optimaal te zijn voor de vissoortendiversiteit (snoek-blankvoorn-viswatertype, Zoetemeyer & Lucas, 2007).

### *Typen water- en oeverplanten*

Waterplanten of macrofyten worden door koppeling aan de gelaagdheid van de watervegetatie ingedeeld in zes hoofdgroepen: submerse waterplanten (ondergedoken), drijfbladwaterplanten, emerse waterplanten (waterplanten die gedeeltelijk boven het wateroppervlak uitsteken), draadalgen, kroos en oeverplanten (bij de bedekking worden alleen de oeverplanten meegenomen die in het water staan).

## 1.3 Risico's van overmatige plantengroei

De terugkeer van waterplanten in voorheen niet of nauwelijks begroeide wateren kan een teken zijn van (gedeeltelijk) ecologisch herstel. De laatste jaren wordt echter in een groot aantal wateren een woekering van waterplanten geconstateerd.

Een dicht waterplantendek kan tot verschillende problemen leiden bijvoorbeeld stremming van de wateraan- en afvoer (met overstromingen tot gevolg), hinder voor scheepvaart (de doorvaart wordt beperkt) en de waterrecreatie (tot zelfs gevaarlijke situaties voor zwemmers, duikers en de recreatievaart). Bij het afsterven van grote massa's waterplanten kan stank voor de omwonenden optreden.

Een grote dichtheid aan onderwatervegetatie kan ook leiden tot zwemmersjeuk. Zwemmersjeuk is een huidirritatie die wordt veroorzaakt door het larvale stadium van een platworm. De poelslak die op onderwatervegetatie voorkomt is gastheer voor deze platworm.

Ook voor de visstand en de sportvisserij kan een extreme plantengroei negatieve gevolgen hebben. Een hoge biomassa aan waterplanten neemt 's nachts veel zuurstof op, wat in de ochtend kan leiden tot zuurstofloosheid en visflauwte of vissterfte. De beperkte leefruimte leidt tot een andere vissoortensamenstelling en een lagere biomassa. Daarnaast heeft een dicht plantendek negatieve gevolgen voor de bevisbaarheid van het water voor de meeste vormen van sportvisserij.



**Linksboven: Water dichtgegroeid met waterwaaier (*Cabomba caroliniana*; Tienhovense Plassen). Rechtsboven: Reddingsboot van de KNRM die is vastgelopen in de waterplanten in het Gooimeer (bron: <http://www.watersportmanak.nl>). Linksonder: Overlast voor duikers/zwemmers/. Rechtsonder: overlast voor sportvisser.**

Vanuit het oogpunt van de sportvisser bestaat een goed viswater voornamelijk uit open water en is 's zomers een gedeelte begroeid met waterplanten. De sportvisser heeft dus met het oog op de bevisbaarheid belang

bij het terugdringen van een overmatige waterplantenbedekking. In het algemeen kan gesteld worden dat een totale plantenbedekking van 10 tot 40% optimaal is voor de sportvisser, hoewel de wensen kunnen variëren per type sportvisserij.

## **1.4 Beheer waterplanten**

Indien de waterplanten een te groot gedeelte van de leefruimte voor vis in beslag nemen, is het verwijderen van een gedeelte van die vegetatie gewenst vanuit het oogpunt van de vis en visserij. Overmatige waterplantengroei is op verschillende manieren te bestrijden, zowel mechanisch als biologisch, elk met een verschillende effectiviteit. Het mechanisch maaien van waterplanten wordt veelvuldig door waterbeheerders gebruikt als beheermethode. Maaien kan echter negatieve gevolgen hebben voor de visstand en de overige fauna. Maaien zorgt voor tijdelijk habitatverlies. Daarnaast leidt het maaien regelmatig tot visschade en vissterftes door directe beschadiging door maaimessen, sterke zuurstofdalingen en predatie door vogels bij visflauwtes. Vooral wanneer alle waterplanten in een keer worden verwijderd is dit een ecologische schok met een negatief effect op de visstand.

Het uitzetten van graskarper is een biologische vorm van beheer. De graskarper is namelijk in staat grote hoeveelheden waterplanten te eten om in zijn energiebehoefte te voorzien.

## **1.5 Waterplantenbeheer en graskarper**

Naar aanleiding van klachten van sportvissers over de overlast van waterplanten is Sportvisserij Nederland in 2013 het project Waterplantenbeheer gestart. Met het project Waterplantenbeheer wil Sportvisserij Nederland een aanzet geven tot het bewuster en effectiever inzetten van de waterplantenbestrijding ten behoeve van de visstand en van de sportvisserij. Eén van de onderdelen van het project is het inventariseren van de mogelijkheden om de graskarper in te zetten voor waterplantenbeheer. Het gaat hierbij grotendeels om het actualiseren van de bestaande kennis over de graskarper die in het verleden door onder meer de OVB, voorganger van Sportvisserij Nederland, is opgedaan, een raadpleging van de internationale wetenschappelijke literatuur en grijze literatuur in de vorm van rapporten.

Omdat de graskarper als exotische vissoort wordt gezien als potentieel risico in Nederland is ook aandacht besteed aan dit aspect.

## 1.6 Vraag-/doelstelling

Aan voorliggend onderzoeksrapport liggen de volgende vragen ten grondslag:

1. Wat is de optimale graskarperdichtheid voor het beheer van onderwaterplanten in Nederland?
2. Wat zijn de effecten van het uitzetten van graskarper op andere vissoorten, de waterkwaliteit en het verdere ecosysteem?
3. Vormt de graskarper een potentieel risico in Nederland?
4. Wat zijn de mogelijkheden voor waterplantenbeheer met graskarper in de toekomst?

## 1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden beleid en regelgeving op een rij gezet.

In hoofdstuk 3 komen de verspreiding en de biologische kenmerken van de graskarper aan de orde.

Hoofdstuk 4 handelt over de teelt van de graskarper en de historie hiervan.

In hoofdstuk 5 wordt het waterplantenbeheer met graskarpers besproken, de experimenten die zijn uitgevoerd in Nederland en in de rest van de wereld en een discussie over beheeraspecten.

In hoofdstuk 6 volgen de effecten van het uitzetten van graskarper op de waterkwaliteit, de overige organismen en het ecosysteem.

Hoofdstuk 7 sluit af met de beantwoording van de onderzoeksvragen en een blik naar de toekomst.

## **2**      **Beleid en regelgeving**

### **2.1**      **Inleiding**

De graskarper maakt onderdeel uit van verschillende soorten beleid, wetten en regelgeving. In de volgende paragrafen wordt dit op een rij gezet. Onderdeel van deze beschrijving zijn de voorwaarden voor het mogen uitzetten van graskarper, als ook de regelgeving ná een uitzetting.

### **2.2**      **Europese Kaderrichtlijn Water**

In 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) in werking getreden. Deze heeft als doel de bescherming van grond- en oppervlaktewater en de verbetering van de kwaliteit ervan. Voor wateren behorend tot een KRW-waterlichaam zijn KRW-doelstellingen vastgesteld. De doelstellingen worden gemeten aan de hand van vooraf vastgestelde maatlatten per kwaliteitselement. De KRW-doelstellingen hebben onder meer betrekking op de kwaliteitselementen vissen en waterplanten.

Voor de visstand worden per watertype eisen gesteld aan de soorten-samenstelling, de abundantie en soms ook de leeftijdsopbouw van vissoorten. Voor het watertype 'zoete gebufferde meren' is de abundantie gekoppeld aan vissoorten behorend tot bepaalde visgilden. Voor zoete meren valt de graskarper onder het visgilde 'exoten', voor kleine rivieren onder het visgilde 'migratie regionaal/zee' (Van der Molen et al., 2012). Als exoot is de graskarper alleen bij de kleine ondiepe zwak gebufferde plassen (vennen) een negatieve indicator binnen de maatlat.

Omdat de graskarper waterplanten als hoofdvoedsel heeft kan de graskarper ook invloed uitoefenen op de scores op de maatlat waterplanten. Met betrekking tot waterplanten worden per watertype eisen gesteld aan de bedekking van ondergedoken vegetatie, drijvende & drijfbladvegetatie, emerse vegetatie en flab & kroos in waterlichamen. Daarnaast is er een deelmaatlat voor de soortensamenstelling (Evers et al., 2012; Van der Molen et al., 2012).

### **2.3**      **Visserijwet**

Sinds 1 oktober 2012 valt de graskarper onder de werking van de Visserijwet 1963. De soort is opgenomen in bijlage 1 van de 'Uitvoeringsregeling visserij'. Er is sinds 1 oktober 2012 geen vergunning meer nodig van de minister van Economische Zaken voor het uitzetten van graskarpers. Wel is voor het uitzetten van vis altijd de toestemming nodig van de visrechthebbende op grond van art. 17 van de Visserijwet 1963. Ook is toestemming van de eigenaar van het water nodig.

### **Uitzetverbod en uitzonderingen**

Graskarper mag nooit worden uitgezet in beken, rivieren en gebieden die in een bestemmingsplan zijn aangewezen als natuurgebied of op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn aangewezen als (voorlopig) natuurmonument of als Natura 2000-gebied. Artikel 62 van de Uitvoeringsregeling visserij bepaalt dat er onder voorwaarden wel een vrijstelling geldt voor de 'overige wateren'. Bijgaand kader verwoordt de regelgeving van de uitvoeringsregeling hieromtrent.

#### **Uitvoeringsregeling visserij; Uitzetverbod graskarper en uitzonderingen**

##### Uitzetverbod

Artikel 28 van de Uitvoeringsregeling visserij zegt:

*Het uitzetten van graskarpers is verboden in:*

- a. beken en rivieren;
- b. wateren die geheel dan wel ten dele zijn gelegen in gebieden als bedoeld in artikel 10, 10a en 12 van de Natuurbeschermingswet 1998;
- c. wateren die geheel dan wel ten dele zijn gelegen op percelen die als natuurgebied zijn aangewezen in een bestemmingsplan als bedoeld in artikel 3.1 van de Wet ruimtelijke ordening, en
- d. overige wateren.

##### Uitzondering uitzetverbod "overige wateren"

1. *In afwijking van het verbod van artikel 28, onderdeel d, is het uitzetten van graskarpers toegestaan indien:*
  - a. *de eigenaar van het water waarin de graskarper wordt uitgezet hiermee instemt, en*
  - b. *het uitzetten van de graskarper plaatsvindt in een water dat:*
    - i. *niet in enige open verbinding staat met andere wateren dan wel;*
    - ii. *van andere wateren is gescheiden door een hekwerk, bestaande uit een spijlenhek met een onderlinge afstand tussen de spijlen van ten hoogste 3 cm of een gaashek, gegalvaniseerd en gelast met vierkante mazen van ten hoogste 2,5 cm.*
2. *Het hekwerk, bedoeld in het eerste lid, moet:*
  - a. *in bodem en talud zijn ingegraven;*
  - b. *voorzien zijn van een springflap van circa 50 cm schuin omhoog geplaatst onder een hoek van circa 45 graden in de richting van het water waarin de graskarper wordt uitgezet;*
  - c. *met inbegrip van de in onderdeel b, bedoelde springflap bij de hoogste waterstand ten minste 50 cm boven water uitsteken, en*
  - d. *aanwezig blijven en in deugdelijke staat te worden gehouden zolang de graskarper in het water dat met het hekwerk wordt afgesloten, aanwezig is*

### **Conclusie met betrekking tot uitzetten graskarper:**

Het uitzetten van graskarper is alleen in de "overige wateren" toegestaan onder de volgende voorwaarden:

- met een schriftelijke toestemming van de visrechthebbende én;
- met toestemming van de eigenaar van het water. En;
- als het water niet in verbinding staat met ander water dan wel het water met het water van een ander is gescheiden door een hekwerk dat aan bovengenoemde eisen voldoet.

## **Terugzetplicht?**

### *Sportvissers*

Er geldt geen wettelijke terugzetplicht voor graskarpers. In de Gezamenlijke Lijst van Nederlandse Viswateren (Sportvisserij Nederland, 2016) is wel een meeneemverbod voor graskarper opgenomen: *'Graskarper moet vanwege zijn speciale functie altijd worden teruggezet. Deze vissoort wordt uitgezet om overtollige waterplanten in het water te beteugelen'.*



**Links: Vangst van een graskarper door een jeugdige sportvisser. Rechts: Uitzetting van graskarper.**

### *Beroepsvissers*

Als een beroepsvisser op een water het volledige visrecht heeft, dan wel het schubvis-visrecht, en hij vangt graskarpers dan mag hij deze in principe meenemen, ook als die graskarpers zijn uitgezet door de sportvisserij. De beroepsvisser is immers niet gehouden aan de voorwaarden van de VISpas maar alleen aan de wettelijke regels en de voorwaarden in zijn huurovereenkomst. Voor graskarper gelden geen wettelijke minimummaten en er is ook geen gesloten tijd voor graskarper. Vist de beroepsvisser op basis van een huurovereenkomst dan kan hierin worden opgenomen dat gevangen graskarper direct moet worden teruggezet om te borgen dat graskarpers de plantengroei beteugelen.

## **2.4 Flora- en faunawet**

De Flora- en faunawet verbiedt het uitzetten van dieren in de vrije natuur. Dit verbod geldt volgens het vierde lid van artikel 14 van de Flora- en faunawet echter niet voor het uitzetten van de vissoorten waarop de Visserijwet 1963 van toepassing is verklaard door middel van een algemene maatregel van bestuur. Deze algemene maatregel van bestuur is de 'Uitvoeringsregeling visserij'.

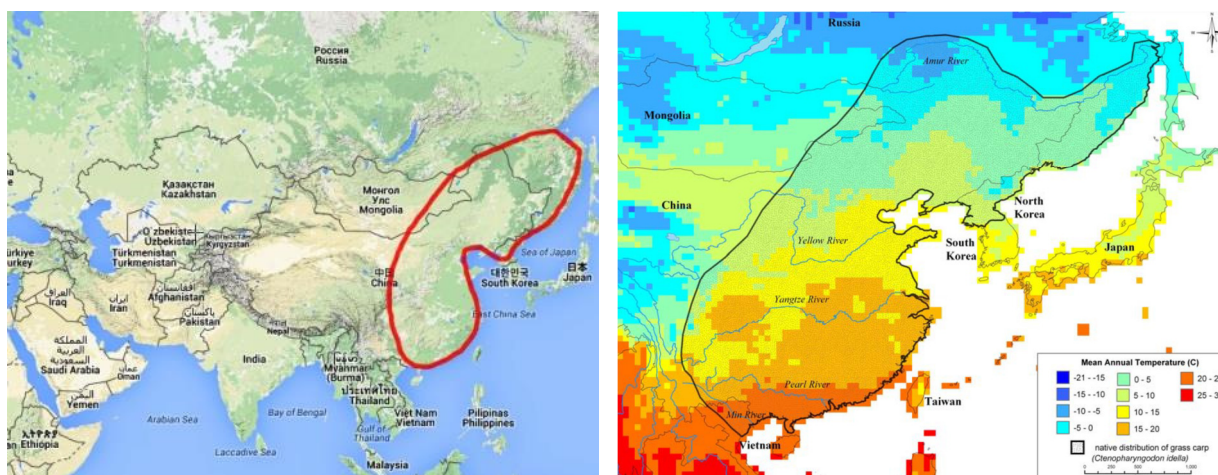
De graskarper staat sinds 1 oktober 2012 in bijlage 1 van deze regeling genoemd onder nummer 24a (zie paragraaf 2.3). Het uitzetverbod in de Flora- en faunawet is dus niet van toepassing op de graskarper.

## 3 Biologie

### 3.1 Geografische verspreiding

De graskarper komt van oorsprong voor in de midden- en benedenstroomse delen van enkele grote rivieren in Oost-China en het daaraan grenzende deel van Rusland (zie Figuur 3.1). Zijn oorspronkelijke areaal is niet meer precies vast te stellen. Omdat de vis al ongeveer 1000 jaar voor de consumptie wordt gekweekt is de graskarper overal naar toe getransporteerd.

Tegenwoordig is de graskarper door de mens verspreid over alle continenten en is geïntroduceerd in meer dan 40 landen (FAO, geen jaartal). In de meeste landen is de soort alleen aanwezig dankzij uitzettingen door de mens. In een klein aantal landen is sprake van natuurlijke voortplanting.



**Figuur 3.1** Oorspronkelijk verspreidingsgebied van de graskarper (links met behulp van Scribblemaps.com), rechts bron: Cudmore & Mandrak, 2004). In het rechterkaartje is naast de verspreiding ook de jaargemiddelde luchttemperatuur weergegeven.

De temperatuurgrenzen voor de natuurlijke voorplanting liggen bij een jaargemiddelde luchtisotherm van 10 °C; dit is in Oost-Europa bij ongeveer 45° noorderbreedte en in West-Europa bij 50° (Opuszyński & Shireman, 1995 in Pípalová, 2006).

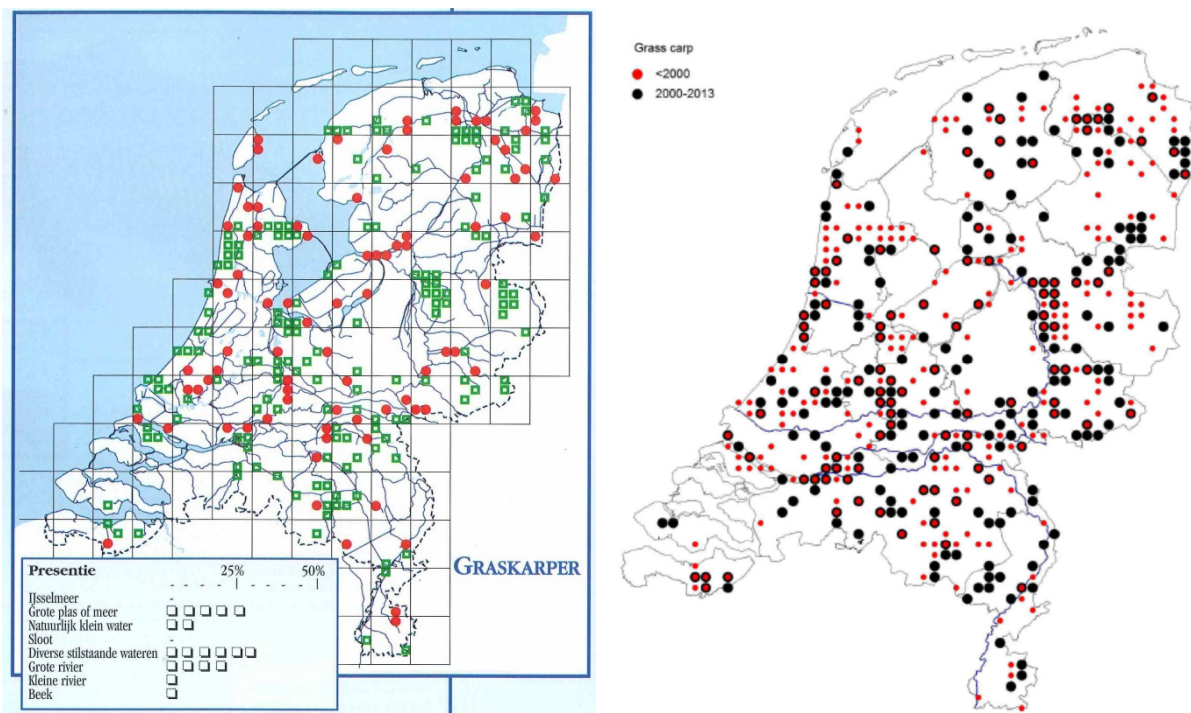
#### Nederland

In Nederland is de graskarper in 1966 ingevoerd. De soort is hier niet geïntroduceerd als consumptievís, maar als bestrijder van overmatige waterplantengroei. Tegenwoordig komt de graskarper verspreid over Nederland in veel verschillende wateren voor (zie Figuur 3.2). Het gaat hierbij vooral om afgesloten wateren, waar de vis bewust is uitgezet als 'natuurlijke waterplantenbeheerder'. Maar ook in open systemen als de



grote rivieren en het IJsselmeer wordt de graskarper (in lage dichtheden) aangetroffen.

De Nie (1997) meldt meldingen (uit de periode van vóór 1995) uit de Biesbosch en het Ketelmeer. Dit is te verklaren door het feit dat de Organisatie te Verbetering van de Binnenvisserij (OVB) in het verleden graskarpers opkweekte in netten in het warme koelwater van de Amercentrale en de Flevocentrale. Het kwam voor dat vissen uit deze netten ontsnapten.



**Figuur 3.2** Graskarper verspreiding in Nederland. Links: bron De Nie, 1997, groene symbolen - ter plaatse uitgezet tussen 1970 en 1995, rode symbolen - minstens eenmaal waargenomen tussen 1970 en 1995. Rechts: RAVON/ NDFB data, bron: Schiphouwer et al., 2014. Rode stippen - aanwezig vóór 2000, zwarte stippen - aanwezig na 2000, gecombineerde zwart met rode stippen - aanwezig in beide periodes.

## 3.2 Verplaatsing en migratie

### *Natuurlijk verspreidingsgebied*

In hun natuurlijke habitat in de rivier de Amur vertonen jonge graskarpers relatief weinig migratie totdat ze geslachtsrijp worden. Dan beginnen ze een periode van stroomopwaartse migratie tot ze de paaigronden hebben bereikt (Gorbach & Krykthin, 1988 in Cassani et al., 2008).

Na de paai trekken de dieren vanuit de rivieren naar rustiger gebied zoals meren en ondergelopen land. Om te overwinteren trekken ze naar diepere delen van de rivier.

Uit onderzoek in de Verenigde Staten is bekend dat de graskarper migratieafstanden tot 1700 km kan afleggen (ref. in Cassani et al., 1996).

### **Introductiegebied**

Hoewel de uitgezette graskarpers niet hun natuurlijke trekgedrag kunnen volgen, vertonen ze wel verplaatsingen. Er is veel geschreven over de verplaatsingen van graskarpers. Over het algemeen kan gesteld worden dat graskarpers perioden van rust afwisselen met perioden van (zwem)-activiteit of 'treklust'.

Nixon & Miller (1979) hebben laten zien dat graskarpers gedurende het etmaal perioden van rust afwisselen met perioden van beweging. Uit zenderonderzoek bleek dat zwemsnelheden variëren van 1,4-5,3 km/uur. Volgens de Werkgroep Graskarper<sup>1</sup> (1984) worden per dag afstanden afgelegd van 0,4-8,3 km.

Uit ander onderzoek kwam naar voren dat graskarpers soms ook lange tijd (tot maanden) op vrijwel dezelfde locatie verblijven, om daarna ineens over grote afstanden te migreren. De reden hiervan kon niet worden vastgesteld. De migratie leek niet het gevolg te zijn van het voedselaanbod, omdat de vissen soms weken lang bleven 'hangen' op plaatsen waar vrijwel geen voedsel aanwezig was (Hoogenboom, 1987).

Uitgezette graskarpers blijken zich niet gelijkmatig te verspreiden over het gebied dat ze ter beschikking hebben. Dit is deels te verklaren door dat ze gebonden zijn aan vegetatie en een afkeer hebben van ondiep water. Daarnaast worden hun verplaatsingen ook bepaald door hun leeftijd – jonge graskarpers hebben een kleinere *home range* dan oudere graskarpers -, temperatuur en tijdsduur sinds uitzetting (refs. in Cassani et al., 2008; Chilton & Muoneke, 1992).

### **Passeren barrières**

Uit Nederlands onderzoek naar het migratiegedrag van uitgezette graskarpers bleek dat ze goed duikers (geteste lengte 15 m, diameter 1 m) kunnen passeren (Hoogenboom, 1987).

Bij hoog water, wanneer er veel water over een stuw stroomt, kunnen zij deze ook met de stroom mee passeren (Schaap, 1980). Passage van stuwen tegen de stroom in werd ook waargenomen door Hoogenboom (1987) bij stroomsnelheden tot 1-1,5 m/s.

Driessen & Van der Meer (1981) vonden dat de meerderheid van de graskarpers van 30-40 cm duikers van 25 en 40 cm doorsnee en een lengte van 6-7 m konden passeren. Bij tegenstroom was het aandeel dat de duiker passeert lager dan bij stroom mee, of geen stroming.

Hoewel de graskarper onder normale omstandigheden zelden boven het water uitspringt, kan hij dit wel doen in noodsituaties, zoals bij schrikken of afvissen met netten. Exacte gegevens over de springhoogte variëren, geschat wordt dat dit 1,5 tot 2 maal zijn lichaamslengte bedraagt (refs. in

---

<sup>1</sup> De Werkgroep Graskarper werd opgericht in 1973. In de werkgroep waren een aantal instanties vertegenwoordigd die destijds werkzaam waren op het gebied van waterkwaliteits- en waterkwantiteitsbeheer, visserij en natuurbeheer (Landbouwhogeschool Wageningen, Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek, Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Ministerie van Landbouw en Visserij, Staatsbosbeheer, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Waterschappen, de Unie van waterschappen en de Nederlandse Vereniging van Sportvisserfederaties). Een van de belangrijke producten van de werkgroep is het rapport 'Graskarper in Nederland' uit 1984.

Werkgroep Graskarper, 1984). Volgens Beck (1996 *in* Cudmore & Mandrak, 2004) springen ze tot 1 meter hoogte.



De graskarper.

### 3.3 Voortplanting

#### Natuurlijk verspreidingsgebied

In het natuurlijk voortplantingsgebied in China is de leeftijd waarop graskarpers geslachtsrijp worden globaal 4 jaar bij een gewicht van 4,5 kilo. Onder minder warme omstandigheden in het Russische deel van de Amur worden de graskarper pas geslachtsrijp als ze 8-9 jaar zijn bij een lengte van ca. 65 cm (Chilton & Muoneke, 1992).

In de paaitijd migreren groepen graskarpers, bij een watertemperatuur van ongeveer 15 tot 17 °C, vanuit de plantenrijke, benedenstroomse zones van de rivier naar meer stroomopwaarts gelegen snelstromende riviergedeelten.

De paai vindt plaats op plaatsen waar de waterbodem bestaat uit rotsen, grind of zand. Woelig, stromend water is een levensvoorwaarde, omdat de eitjes de eerste 30 tot 45 minuten een gering drijfvermogen hebben en toch moeten blijven zweven (Stanley et al., 1978; refs. in Pierce, 1983). In langzamer stromend water zinken de eitjes naar de bodem, waarna ze bedekt raken met slib en afsterven.

Voor een succesvolle paai is het van belang dat de watertemperatuur hoog is. Als minimale temperatuur wordt 17 tot 22 °C genoemd, maar een temperatuur tussen de 22 en 29 °C is ideaal (refs. *in* Werkgroep Graskarper, 1984), volgens Pierce (1983) 26-30 °C.

Volgens Stanley et al. (1978, voormalige Sovjet-Unie) is de temperatuur die vereist is voor bereiken geslachtsrijpheid, eistadium en overleving van de jonge dieren 19 tot 30 °C, met een optimum van ongeveer 23 °C. In China vindt de paai plaats bij 26 tot 30°C (Lin, 1935 *in* Chilton & Muoneke, 1992).

De paai wordt getriggerd door een stijging van het waterpeil, een toename van de stroomsnelheid of ermee samenhangende veranderingen in de watersamenstelling (Stanley et al., 1978). Lin, 1935 en Avault, 1990 *in*

Chilton & Muoneke (1992) stelden dat een plotselinge waterpeilstijging van 1,2 m binnen 12 uur tijd, in combinatie met een toename van de troebelheid nodig is voor de paai. Als er geen waterpeilstijging is kunnen vrouwtjes namelijk ook een deel van de eitjes (onbevruucht) loslaten (Gorbach, 1970 *in* Chilton & Muoneke, 1992).

Succesvolle paai vindt alleen plaats in grote, lange rivieren waar de stroomsnelheid groter is dan 0,8 m/sec en het debiet van ongeveer 400 m<sup>3</sup>/sec. De eitjes worden 50 tot 180 km meegevoerd, afhankelijk van de watertemperatuur en de stroomsnelheid (Stanley et al., 1978).

### **Andere gebieden**

De graskarper kan zich dus alleen voortplanten onder zeer specifieke omstandigheden. Deze combinatie van met elkaar samenhangende factoren maken dat de vis zich buiten zijn oorspronkelijke leefgebied in de meeste gevallen niet op natuurlijke wijze kan voortplanten (Stanley et al., 1978). Ook in Nederland is nog nooit succesvolle natuurlijke voortplanting van de graskarper vastgesteld. Dit betekent echter niet dat de vissen geen kuit vormen. In Nederland worden regelmatig graskarpers met kuit aangetroffen, maar door het ontbreken van de vereiste omstandigheden vindt geen rijping van de eitjes plaats (Werkgroep Graskarper, 1985).

Nezdoly & Mitrofanov (1975 *in* Chilton & Muoneke, 1992) vonden echter ook een toename van stroomafwaartse driftende eitjes bij een waterpeilstijging van 20 cm, in combinatie met een toename van de troebelheid. Door Chilton en Muoneke (1992) wordt dit geïnterpreteerd als een toegenomen paaiactiviteit. In de tekst wordt niet vermeld of het gaat om bevruchte eitjes.

In een tiental gebieden buiten het oorspronkelijke verspreidingsgebied is wel spontane natuurlijke voortplanting vastgesteld. Dit is het geval in Mexico, Japan, het gebied van de voormalige Sovjet-Unie, Taiwan en de Verenigde Staten. Er zijn echter ook onderzoekers die menen dat de gevonden graskarperlarven in deze gevallen niet van natuurlijke herkomst waren, maar afkomstig uit viskwekerijen of dat het ging om larven van andere vissoorten. In de zuidelijke Verenigde Staten plant de graskarper zich wel met zekerheid in het wild voort (refs. *in* Pípalová, 2006; ref. *in* Werkgroep Graskarper, 1984). De paai vindt plaats bij een temperatuur van 20 tot 25,5 °C (Arkansas, VS; Bailey & Boyd, 1971).

Er is een melding van mogelijke natuurlijke voortplanting in de Elbe in de uitzonderlijke warme zomer van 1976 (Ladiges & Vogt, 1979), maar deze is anekdotisch van aard. In de Donau in Servië werden in 1991 veel jonge graskarpers en zilverkarpers van ongeveer 10 cm gevangen en nam de hoeveelheid Aziatische herbivore karpers sterk toe in de jaren negentig. Deze aanwijzingen leidden bij de auteur tot de conclusie dat er natuurlijke voortplanting plaatsvindt (Jankovic, 1998). Het kan hierbij echter ook gaan om ontsnappingen uit kwekerijen.

Hölcík (1976) vond paarijpe dieren in de Donau en voor paai geschikte omstandigheden en achtte de kans dat voortplanting kon plaatsvinden realistisch. Milardi et al. (2015) vonden sterke aanwijzingen voor natuurlijke voortplanting in het gebied van de Po in Italië.

Door deze meldingen denken sommige auteurs dat een (verdere) klimaatverandering tot gevolg kan hebben dat de graskarper zich ook in de Nederlandse rivieren gaat voorplanten. Aan andere eisen voor de voortplanting (stroomsnelheid, sterke peilstijging) wordt echter niet voldaan in de rivieren in Nederland en omliggende landen. Mocht er al een snelle sterke peilstijging optreden in de Rijn dan zal dat altijd zijn van relatief koud water, waardoor het geen trigger zal vormen voor de voortplanting van de graskarper.

## 3.4 Ontwikkeling

### **Eistadium**

Voor een succesvolle ontwikkeling van de eitjes is een minimale watertemperatuur van 19 tot 20 °C nodig. Ze komen uit na ongeveer 35 daggraden (Huisman, 1979). In tegenstelling tot de eieren van veel andere vissoorten, zijn graskarpereitjes niet kleverig en blijven dus niet aan plantenmateriaal of ander materiaal kleven.

De eitjes worden afgezet in de bovenloop van een rivier. Ze zijn in het begin vrij compact en hebben de neiging te zinken. Binnen een dag zwellen ze echter sterk op en krijgen meer drijfvermogen. Ze zweven dan in het stromende water en worden stroomafwaarts meegevoerd. Om de eitjes zwevende te houden, is een minimale stroomsnelheid van 0,6 tot 1,5 km/uur nodig (Lin, 1935; Nezdoly & Mitrofanov, 1975; Stanley et al., 1978; Werkgroep Graskarper, 1984). In stilstand of te langzaam stromende water zullen de eitjes naar de bodem zakken en als gevolg van zuurstofgebrek sterven (Werkgroep Graskarper, 1984).

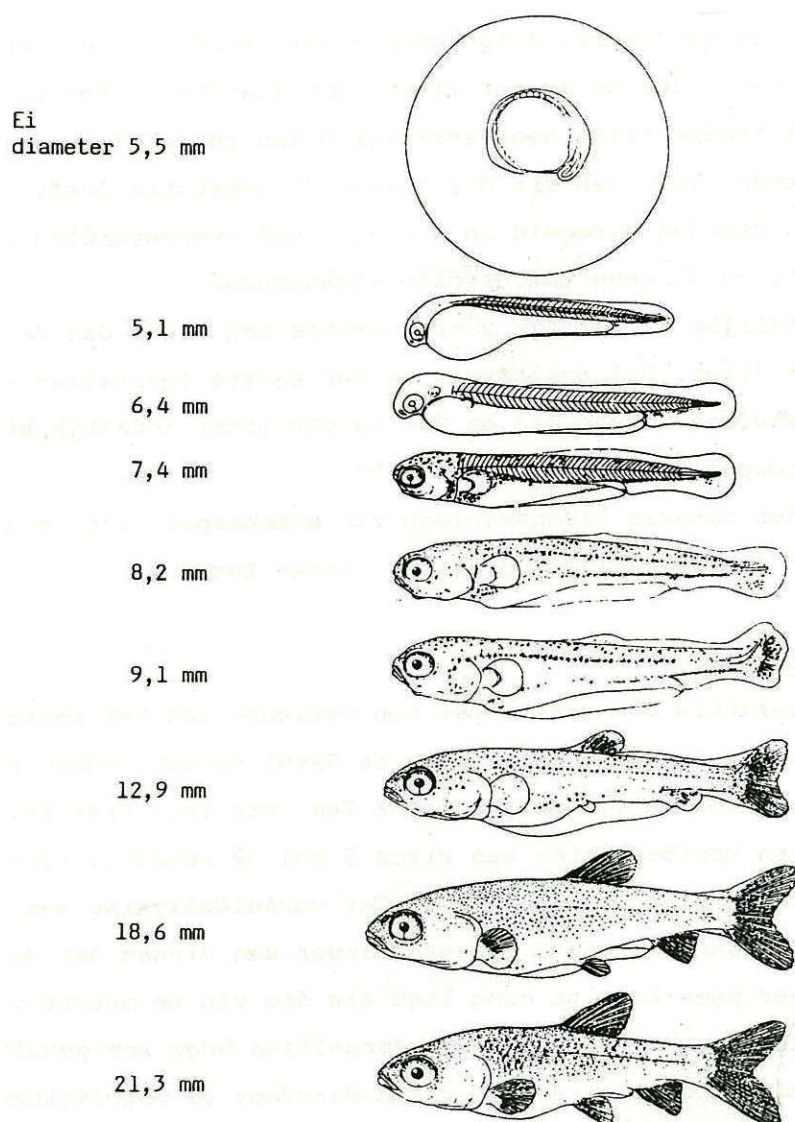
### **Embryonale en larvale stadium**

De eerste dagen laten de embryo's zich meedrijven door de stroming en is er nog geen sprake van actief zwemgedrag. Het embryo wordt gevoed door middel van de dooierzak. Na enkele dagen ontwikkelt het embryo zich tot een vrij zwemmende, voedselzoekende larve.

#### *Lengte rivier*

In de periode van ongeveer 4½ dag leggen de eitjes en (pro)larven bij een (minimaal geachte) stroomsnelheid van 0,6 m/s (=2,2 km/uur) een afstand af van 237 kilometer (Huisman, 1979; Werkgroep Graskarper, 1984). Volgens Stanley et al., (1978) is theoretisch bij een gemiddelde stroomsnelheid van 1,2 m/s en een temperatuur van 20 °C een rivierlengte van 180 km voldoende en bij een stroomsnelheid van 0,8 m/s en een temperatuur van 28 °C een lengte van 50 km.

Als de afstand tot het opgroeigebied (met minder stroming) te groot is gaan de eitjes te gronde, als de afstand te klein is zullen de eitjes zinken en ook doodgaan (Stanley et al., 1978).



**Figuur 3.3** Ontwikkeling van de graskarper van ei tot juveniel (bron: OVB, 1988)



**Figuur 3.4** Ontwikkeling van graskarper. Links: uitkomende eitjes. Foto's: Sportvisserij Nederland. Rechts: juveniele graskarper (met dank aan de US Geological Survey).

#### Juvenile stadium

Als bij een lengte van 2 tot 2,5 cm het juveniele stadium wordt bereikt, schakelt de graskarper steeds meer over van de consumptie van zoöplankton naar de consumptie van plantaardig voedsel. Het aandeel van

dierlijk plankton neemt steeds verder af. Boven een lengte van 3,5 cm leeft de graskarper voornamelijk herbivoor en bij een lengte vanaf 10 cm is de vis volledig vegetarisch (OVB, 1988).

#### **Adulte stadium**

Afhankelijk van de omstandigheden is een graskarper in zijn natuurlijke verspreidingsareaal na 3 tot 10 jaar geslachtsrijp, bij een lengte vanaf 65 cm. In de warme wateren van China worden de dieren na 3 tot 4 jaar geslachtsrijp. Onder meer tropische omstandigheden komt het voor dat de vissen op jongere leeftijd en bij kleinere lengte geslachtsrijp worden. Als het adulte stadium is bereikt, gaan de graskarpers paaimigratiegedrag vertonen.

#### **Levensduur**

In het Amurbekken wordt de wilde graskarper over het algemeen 5 tot 11 jaar oud, soms wordt een leeftijd van 15 -20 jaar bereikt (refs. in Shireman & Smith, 1983). In Amerika is een exemplaar van 33 jaar oud gerapporteerd (refs. in Cudmore & Mandrak, 2004). Door de OVB (1988) wordt vermeld dat de graskarper gemiddeld 15 tot 20 jaar kan worden. Incidenteel kan een graskarper een leeftijd van meer dan 30 jaar bereiken.

## **3.5 Groei**

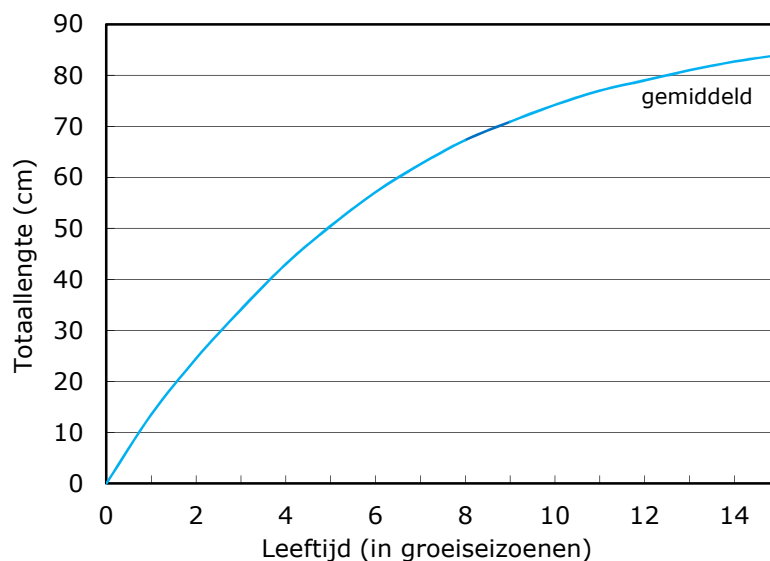
#### **Lengtegroei**

De groeisnelheid van de graskarper hangt in belangrijke mate af van de temperatuur en de voedselbeschikbaarheid. Naarmate de watertemperatuur hoger wordt, neemt de stofwisseling en de voedselopname toe, resulterend in een snellere groei. Bij 20 °C kan de graskarper dagelijks tot 50% van zijn lichaamsgewicht aan voedsel opnemen, bij 22-23 °C kan dit oplopen tot 100-160% (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984).

In tropische gebieden kunnen graskarpers in één jaar een lengte van 90 cm bereiken. In het noordelijke deel van zijn natuurlijke verspreidingsgebied en meer gematigde streken, zoals Nederland, verloopt de groei veel minder snel. In Figuur 3.5 is de gemiddelde groei van graskarper in Nederland weergegeven (OVB, 1986).

#### **Gewicht**

Voor het gewicht van de graskarper geldt net als voor de lengte dat dit veel sneller kan toenemen in warme gebieden dan in gematigde gebieden. In de tropen kan de graskarper in één jaar een gewicht tot 8,5 kilo bereiken (Vietmeyer, 1976 in Werkgroep Graskarper, 1984). In het noordelijk deel van het natuurlijke verspreidingsgebied bereikt de graskarper pas na 5 jaar een gewicht van 2 kg. Graskarpers van 9 jaar wegen daar gemiddeld ruim 6 kg. Volgens onderzoek van Stich et al., (2013) in de Verenigde Staten bleek dat graskarpers in gewicht blijven toenemen tot (in ieder geval) hun 16e levensjaar.



**Figuur 3.5 De gemiddelde lengtegroei van de graskarper in Nederland (OVb, 1986).**

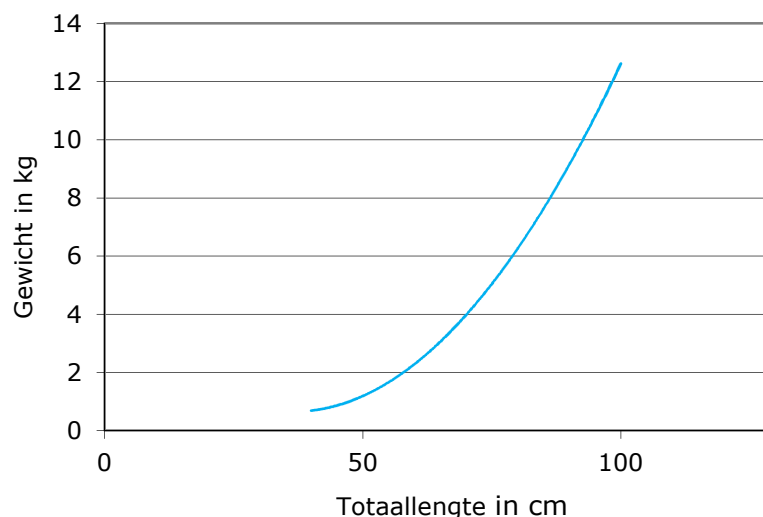
### Lengte-gewicht relatie

Klein Breteler & De Laak (2003) hebben de lengte-gewicht relatie bepaald voor de (volwassen) graskarper in Nederland (d.m.v. functionele regressie):

$$G=0,003202*(TL)^{3,3029}$$

waarin G = gewicht in gram en TL= totaallengte in cm)

De relatie is gebaseerd op data van 204 vissen met een lengte tussen 43 en 96 cm TL ( $r^2 = 0,9829$ ). De lengte-gewichtrelatie is ook weergegeven in Figuur 3.6.



**Figuur 3.6 Lengte-gewicht relatie voor de (volwassen) graskarper (Klein Breteler & De Laak, 2003).**



### **Maximale lengte en gewicht**

In de grote Chinese rivieren kan de graskarper een lengte van ongeveer 140 cm bereiken bij een gewicht van 50 kilo. In Nederland kunnen de dieren tot ca. 120 cm worden bij een gewicht van ca. 30 kilo. Vissen met een dergelijke lengte en gewicht vormen echter een uitzondering.

## **3.6 Voedsel**

### **Temperatuur**

Tijdens de koude periode eet de graskarper niet (Werkgroep Graskarper, 1984). De graskarper begint te eten bij minimaal 7-8 °C en pas bij een temperatuur van 20 °C of meer wordt er veel gegeten (Cudmore & Mandrak, 2004).

### **Hoeveelheid voedsel**

Bij 20 °C eet de graskarper ongeveer 50% van zijn lichaamsgewicht per dag. Tussen 22 en 33 °C wordt maximaal 100 tot 160% van het lichaamsgewicht geconsumeerd (Opuszyński, 1972 *in* Chilton & Muoneke, 1992; refs. *in* Werkgroep Graskarper, 1984). De hoeveelheid die gegeten wordt is ook afhankelijk van de plantensoort.

Oudere graskarpers eten minder: graskarper van meer dan 6 kg eten 25-28% van hun lichaamsgewicht (Shireman & Maceina, 1981 *in* Chilton & Muoneke, 1992).

Volgens Stich et al., (2013) blijven graskarpers tot minstens hun 16e levensjaar aanzienlijk bijdragen aan het weg eten van waterplanten.

Volgens Osborne & Sassic (1981) neemt de consumptie van de graskarper lineair af met de toename van het gewicht.

### **Kauwen en spijsvertering**

De graskarper snijdt het plantenmateriaal met zijn keeltanden in kleine stukjes en door de ribbels op de tanden wordt het materiaal fijngekauwd. De bladnerven en vezels blijven daarbij grotendeels intact. De graskarper bezit geen echte maag. Het maagdarmkanaal is overal even breed en ligt in enkele kronkels onder in de lichaamsholte. De lengte ervan is 2 tot 3x zo lang als het lichaam van de vis. Deze darmlengte is relatief kort voor een herbivoor (is meestal 5x zo lang) en zou beter passen bij een omnivoor (Werkgroep Graskarper, 1984).

Door zijn korte darmen verteert de graskarper maar ongeveer de helft van het plantenmateriaal dat hij eet (ref. *in* Cudmore & Mandrak, 2004).

### **Dierlijk en plantaardig voedsel**

Larven en juveniele graskarpers voeden zich meestal met dierlijk plankton, soms met muggenlarven of plantaardig plankton. Vanaf een lengte van 2 cm neemt het aandeel dierlijk plankton af en worden meer muggenlarven gegeten en ook planten. Vanaf een lengte van 3,5 cm leeft de graskarper voornamelijk vegetarisch (Werkgroep Graskarper, 1984); Clugston & Shireman (1987) noemen een lengte van ongeveer 10 cm. Volgens Chilton & Muoneke (1992) eten jonge graskarpers tot 1,5 cm muggenlarven, watervlooien, raderdiertjes en roeipootkreeftjes.

Als er weinig plantaardig voedsel voor handen is kan de graskarper in het eerste levensjaar weer overschakelen naar dierlijk voedsel zoals larven

van haften, steenvliegen en muggen en borstelwormen, vlokreeften en visbroed.

Soms wordt verondersteld dat grotere graskarper ook of zelfs bij voorkeur dierlijk voedsel eet. Volgens Lewis (1978 in Cudmore & Mandrak, 2004) eet de graskarper (van 1-2 kilo) ook bodemdierpjes zoals rivierkreeften en kleine mosseltjes, als de vegetatie geheel is weggegeten. Ook Vinogradov & Zolotova (1974) vonden dat de graskarper kan overstappen op dierlijk voedsel wanneer er weinig waterplanten aanwezig zijn en daarmee kan concurreren met inheemse soorten.

Recent onderzoek van Dorenbosch & Bakker (2013) liet zien dat graskarpers naast waterplanten ook aanzienlijke hoeveelheden dierlijk voedsel tot zich nemen. Het ging hier echter voornamelijk om graskarpers met een lengte van slechts 9-11 cm. Ook vonden Dorenbosch & Bakker (2012) dat graskarpers van ca. 10-14 cm bij aanbod van een smakelijke waterplant (schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*)) en een zoetwatervlokreeft kozen voor de dierlijke prooi.

Door Werkgroep Graskarper (1984) is een overzicht gegeven van laboratoriumproeven met graskarper. In aquariumexperimenten bleken jonge graskarpers van circa 10 cm geen ongewervelden te eten die zich konden verbergen en ze gingen evenmin op zoek naar dierlijk voedsel. Er werden geen eitjes van vis gegeten, wel jonge larven, ook wanneer wel planten aanwezig waren (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984). Graskarpers van circa 20 cm bleken soms karperbroed (lengte 5 cm) te eten wanneer geen planten meer aanwezig waren. Kleiner broed en kikkerlarven werden ook in aanwezigheid van planten gegeten (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984). In hongersituaties eten overigens bijna alle vissoorten visbroed.

In vijverproeven bleken graskarpers (van 20 cm of groter) zeer weinig dierlijk voedsel te eten, hoewel dat rijkelijk aanwezig was, ook bij afwezigheid van waterplanten. Het aandeel opgenomen dierlijk voedsel op het totaal was meestal 0,1% met één geval van 7% (Werkgroep Graskarper, 1984).

Grotere graskarpers eten nauwelijks insecten, zelfs wanneer de vis in gewicht achteruit gaat. De vis kan het dierlijk voedsel wel opnemen, maar gaat er niet naar op zoek en eet eerder landplanten voor zover die beschikbaar zijn, aldus de Werkgroep Graskarper (1984).

Ook bij afwezigheid van waterplanten bleek slechts 0,2‰ van de inhoud van het maagdarmkanaal uit dierlijk voedsel te bestaan, de rest bestond voornamelijk uit bodemmateriaal (ref. in Werkgroep Graskarper, 1984). Graskarpers die worden uitgezet – met een grootte van 35-40 cm of meer – nuttigen waarschijnlijk geen hoeveelheid dierlijk voedsel van enige betekenis.

### **Voedselefficiëntie**

Ongeveer 50% van de ingenomen fosfaat en nitraat worden weer uitgescheiden met de feces (Lembi et al., 1978).

Het materiaal dat wel verteerd wordt lijkt efficiënt te worden gebruikt.

Wanneer er voedselschaarste is worden echte keutels gevormd, anders bestaan de uitwerpselen uit los groen vezelig materiaal (ref. in Werkgroep Graskarper, 1984).

De voedselconversie (het aantal kg voedsel dat nodig is voor een gewichtstoename van 1 kg) is onder meer afhankelijk van het type voedsel, de temperatuur en het formaat van de vis. De voedselconversie ligt tussen de 20 en 150 maar is meestal rond de 30 (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984).

### **Voedselvoorkeur planten**

In het algemeen heeft de graskarper een voorkeur voor zachte waterplanten, kroos en draadalgen. Meer vezelige emergente planten, drijfbladplanten en planten die toxische of andere minder eetbare /smakelijke stoffen bevatten worden minder snel of niet gegeten (Pípalová, 2006). Van voorkeursplanten worden bijna alle delen gegeten. Van de minder geliefde planten zoals vederkruiden worden alleen de bladranden of jonge scheuten geconsumeerd. Ondanks het feit dat vederkruiden minder favoriet voedsel vormen worden ze wel gegeten door graskarpers. De verenigingen hebben de indruk dat vooral de jonge uitlopers worden gegeten na het maaien van de begroeiing (Peters, 2016a). Dit stemt overeen met bevindingen in de Verenigde Staten waar graskarpers bij 110 kg/per hectare begroeid water jonge spruiten van het minder smakelijke exoot parelvederkruid (*Myriophyllum aquaticum*) aten (Garner et al., 2013). Van sommige planten wordt alleen geproefd maar niet gegeten (Pípalová, 2006). Behalve waterplanten eet de graskarper ook terrestrische planten.

De hoeveelheid planten die wordt gegeten en de selectiviteit hangen af van veel factoren. Belangrijk zijn de visdichtheid, de leeftijd/grootte van de graskarpers, de watertemperatuur, de acclimatisatieperiode van de vis (sinds de uitzetting) en de hoeveelheid en kwaliteit van het beschikbare voedsel (Pípalová, 2006).

De voedselvoorkeur geldt met name voor kleinere vissen (< 40 cm), bij een lagere watertemperatuur (lager dan 20 °C) en bij een overvloed aan voedsel (Edwards, 1975; Cassani et al., 2008). De selectiviteit van de graskarper neemt af bij toenemende leeftijd en grootte (Catarino et al., 2009).

Selectie van voorkeursvoedsel door de graskarper kan er toe leiden dat onsmakelijke, ongewenste soorten zich uitbreiden totdat de voorkeursplant niet meer aanwezig is. De minder smakelijke soort wordt pas gegeten bij hoge uitzetdichtheden. De bestaande voorkeur voor bepaalde plantensoorten kan leiden tot een toename en dominantie van de niet gegeten soorten (refs. in Leslie et al., 1987; Werkgroep Graskarper, 1984).

In Tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de soorten waterplanten en de mate van voorkeur die de graskarper heeft voor deze soorten volgens een aantal literatuurbronnen.

Het kan echter zijn dat een plant als grof hoornblad in het ene water nauwelijks wordt gegeten, terwijl het in het andere water heel goed wordt

gegeten. Een verklaring is dat in het ene water ook een voorkeurssoort aanwezig is en in het andere alleen maar minder smakelijke waterplanten (Leslie et al., 1987).

Als zijn voorkeursvoedsel niet aanwezig is, eet de graskarper bijna elk ander type vegetatie (zie ook refs. in Pípalová, 2006).

#### Achtergrond van voedselvoorkeur

Uit een onderzoek met vijf soorten onderwaterplanten kwam naar voren dat de soort met de hoogste concentratie fenolen en de hoogste C:N ratio het minst goed gegeten werd (Dorenbosch & Bakker, 2011).

De waterchemie kan ook de smakelijkheid van de plant beïnvloeden. Er zijn proeven gedaan waarbij dezelfde plantensoort van verschillende locaties verschillend gegeten werd. De voedselopnamesnelheid was positief gecorreleerd met het gehalte aan calcium en lignine en negatief gecorreleerd met het gehalte aan ijzer, silicium en cellulose van de planten, welke verschillen per water. Uit statistische analyse kwam naar voren dat calcium en cellulose de belangrijkste factoren waren. De waterchemie kan de chemische samenstelling en de voedingswaarde van de plant beïnvloeden (Bonar et al., 1990).

**Tabel 3.1 Geslachten van waterplanten en oeverplanten die al dan niet bij voorkeur worden gegeten door de graskarper (uitgebreide informatie per soort en literatuurbronnen, in de bijlage).**

Geslacht	Ned. naam	Voorkeur	
Berula		+	
Cabomba	Waterwaaier		
Callitriche	Sterrenkroos		
Chara	Kransblad		
Elodea	Waterpest		
Glyceria			
Groenlandia			
Hydrilla	Hydrilla		
Oenanthe	Torkruid		
Phalaris	Rietgras		
Sium			
Cladophora	(draadalg)		overwegend +
Lemna	Eendenkroos		
Najas	Nimfkruid		
Nitella	Glanswier		
Wolffia			
Azolla	Kroosvaren	± tot +	
Eleocharis	Waterbies		
Phragmites	Riet		
Ruppia	Ruppia		
Spirodela			
Spirogyra	(draadalg)		
Utricularia	Blaasjeskruid		
Zannichellia	Zannichellia		
Crassula	Watercrassula		±
Iris	Lis		
Pontederia			
Agrostis	Fioringras	-	
Bidens	Tandzaad		

Geslacht	Ned. naam	Voorkeur	
Galium	Walstro		
Hottonia	Waterviolier		
Hydrocotyle	Waternavel		
Lysimachia	Penningkruid		
Mimulus	Maskerbloem		
Myosotis	Vergeet-mij-nietje		
Nuphar	Plomp		
Nymphaea	Waterlelie		
Nymphoides	Watergentiaan		
Ranunculus	Ranonkel		
Stratiotes	Krabbenscheer		
Carex	Zegge		variabel
Ceratophyllum	Hoornblad		
Eichornia	Waterhyacinth		
Hippuris	Lidsteng		
Hydrocharis	Kikkerbeet		
Juncus	Rus		
Lagarosiphon			
Myriophyllum	Vederkruid		
Nasturtium	Waterkers		
Polygonum	Varkensgras		
Potamogeton	Fonteinkruid		
Sagittaria	Pijlkruid		
Schoenoplectus			
Scirpus			
Sparganium	Egelskop		
Typha	Lisdodde		
Vallisneria	Vallisneria		
	Draadalgen alg.		

+	wordt goed gegeten	±	wordt matig gegeten
overweg. +	wordt overwegend goed gegeten	-	wordt slecht/niet gegeten
± tot +	wordt matig tot goed gegeten	variabel	resultaten wisselend

### 3.7 Milieueisen

De graskarper stelt buiten de paaitijd geen hoge eisen aan zijn omgeving. Hieronder wordt daar verder op ingegaan.

#### Temperatuur

De graskarper is van oorsprong een vissoort van grote, traag stromende rivieren met een temperatuur van boven de 20 °C. Bij een hoge temperatuur is het een snelle groeier.

In Nederland is de gemiddelde temperatuur ongeveer gelijk aan die in de noordelijke helft van het oorspronkelijk verspreidingsgebied van de graskarper. Maar onze zomers zijn kouder en de winters warmer. Volwassen graskarper is in staat strenge winters te overleven. De zomer in Nederland is voor de graskarper aan de koude kant, waardoor voedselopname en groei ook onder de maxima blijven.

De minimumwatertemperatuur die graskarper verdraagt is 0-0,1 °C (Chilton & Muoneke, 1992). Voedselopname begint vanaf een temperatuur van 12 °C (in kleine hoeveelheden)(Werkgroep Graskarper, 1984). Onder de 18 °C is er een lagere overleving van de eitjes en komen afwijkingen voor welke leiden tot sterfte (refs. in Cudmore & Mandrak,

2004). De maximale voedselopname vindt plaats tussen de 20 en 30 °C. De letale maximumtemperatuur voor volwassen dieren ligt rond de 38 °C (Fedorenko & Fraser, 1978 *in* Cudmore & Mandrak, 2004).

#### **Zuurstofgehalte**

Behalve in vroege levensstadia stelt de graskarper weinig eisen aan het zuurstofgehalte. Een gehalte van 1 (mogelijk nog lager) tot 28 mg/l wordt overleefd. Dit laatste getal betekent dat de graskarper ook oververzadiging kan verdragen, wat een nuttige eigenschap is voor een soort die tussen woekerende waterplanten voorkomt. Beneden de 2,5 mg/l neemt de graskarper geen voedsel meer op (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984).

#### **Diepte**

Uit Duits onderzoek kwam naar voren dat de waterdiepte minimaal 0,3 meter zou moeten zijn, met daarbij gedeelten van minimaal 1,0 m diep (Jänichen, 1978 *in* Werkgroep Graskarper, 1984).

In de Nederlandse situatie is echter gebleken dat de waterplantenbestrijding bij een diepte van minder dan 0,5 m slecht is. Pas bij een diepte van meer dan 1 meter is de graskarper pas effectief (Riemens, 1982a). De voorkeursdiepte ligt op een diepte van 1-3 meter (Werkgroep Graskarper, 1984).

#### **Stroomsnelheid**

De graskarper komt van oorsprong voor in rivieren met temperatuur van boven de 20 °C. Bij een hoge temperatuur is het een snelle groeier. In zijn natuurlijke leefgebied trekt de graskarper in het voorjaar naar delen van de rivieren met een relatief hoge stroomsnelheid. De paai vindt plaats bij een stroomsnelheid van ongeveer 0,8 tot 1,5 (of 1,8) m/sec. Om de eitjes zwevend te houden is een minimale stroomsnelheid van 0,6 m/s nodig (Stanley et al., 1978). Volgens Shireman & Smith (1983 *in* Cudmore & Mandrak, 2004) is de minimale stroomsnelheid 0,8 m/sec, volgens Leslie et al., (1982 *in* Cudmore & Mandrak, 2004) is deze 0,23 m/sec.

Na deze periode vindt de verdere ontwikkeling van de jonge graskarper over het algemeen plaats in langzaam stromend of stagnant water.

#### **Zoutgehalte**

De graskarper is vrij tolerant voor zout en kan tot circa 6 g Cl/l verdragen. Wel daalt bij een toenemend zoutgehalte de voedselconsumptie en de groei (Werkgroep Graskarper, 1984). Bíró (1999) noemt een bovengrens (LC50 24 uur) van 8,8 g Cl/l voor graskarpers die geacclimatiseerd zijn bij 5 g Cl/l.

#### **Doorzicht, pH**

Graskarper stellen geen speciale eisen aan doorzicht of pH. Broed en juvenielen verdragen een pH van 5,0 tot 9,0 (ref. *in* Bíró, 1999).

## **3.8 Predatie**

Jonge graskarpers kunnen worden gepredeerd door verschillende

gewervelden zoals vissen (men name snoek), vogels (bijvoorbeeld aalscholvers) en zoogdieren (Stanley et al., 1978 en anderen). Predatie van graskarper tot 38 cm door grote snoeken is nog steeds mogelijk, hoewel de overleving van dieren van 34-38 cm al groter is (69%, dan die van 26-32 cm (53% (Riemens, 1982b))). Wanneer graskarpers eenmaal een lengte van meer dan 40 cm bij een gewicht van ongeveer 500 gram hebben bereikt wordt de kans dat ze worden gepredeerd steeds kleiner.

### 3.9 Ziektes/parasieten

De graskarper is (net als alle andere vissoorten) gevoelig voor een grote reeks van parasieten en ziektes. Overzichten van voorkomende ziektes en parasieten worden gegeven door diverse auteurs (Shireman & Smith, 1983; Bíró, 1999; Cudmore & Mandrak, 2004; Schiphouwer et al., 2014). Door het uitzetten van graskarper kunnen ziektes en parasieten die de graskarper bij zich draagt worden overgedragen op andere vissen (Bíró, 1999; Bain, 1993; Cassani et al., 2008). Een ander risico is dat bij import van graskarper andere exotische soorten meekomen (Bănărescu, 1999; Gozlan et al., 2010).

Vaak zijn graskarpers afkomstig van kwekers uit Midden- en Oost-Europa. Het is belangrijk om graskarpers af te nemen bij een gecertificeerde en betrouwbaar gebleken kweker en om een gezondheidsverklaring te vragen. De prijs ligt wellicht iets hoger, maar de kwaliteit is ook hoger. Zekerheid over de afwezigheid van ziektes en parasieten is er niet, maar in de afgelopen 40 jaar waarin graskarper zijn uitgezet is dit nog nooit aantoonbaar een probleem geweest.

### 3.10 Gedrag/bijzonderheden

Juvenielen van ca. 5 cm zwemmen in compacte groepen aan het oppervlak boven de onderwatervegetatie (ref. in Fedorenko & Fraser, 1978). Graskarpers groter dan 10 cm zwemmen vaak in groepsverband, maar vormen geen dichte scholen.

Anderen melden dat graskarper zich wel vaak in groepen dicht aan het oppervlak bevindt (ref. *in* Cudmore & Mandrak, 2004; ook persoonlijke waarneming J.S. Peters, Sportvisserij Nederland).

Graskarpers staan bekend als schuwe dieren, die snel vluchten bij geluiden op de oever (Bardach et al., 1972). In verband met de schuwheid van de soort moet het water liefst niet al te ondiep zijn (> 1 m). Graskarpers houden zich bij voorkeur op op een diepte van 1 tot 3 meter. Doordat ze snel gestrest zijn, kan bijvoorbeeld bij uitzetting meer sterfte optreden. Hoewel ze op den duur wel enigszins gewend raken aan verstoringen, blijft rustig water de voorkeur houden.

Dit betekent ook dat wanneer graskarpers zijn uitgezet in een groter gebied, ze zich vaak in het meest rustige deel (ver van de weg) ophouden (Werkgroep Graskarper, 1984). Dit kan er ook toe leiden dat de vegetatie plaatselijk wordt weggegeten en plaatselijk blijft staan.

De graskarper kan in noodsituaties, zoals bij hevige schrik of afvissing met netten, tot ruim één meter boven het water uitspringen (ref. *in* Cudmore & Mandrak, 2004).



Groep graskarpers aan het oppervlak



Snoek betrap op predatie van graskarper.



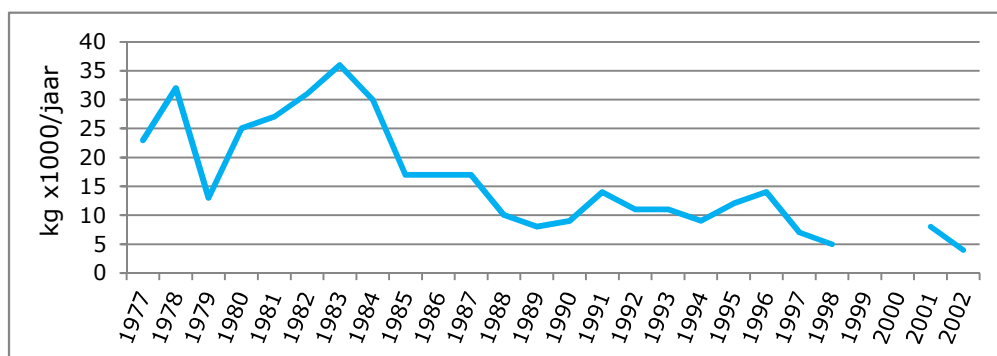
# 4 Graskarperteelt

## 4.1 Inleiding

Uit archeologisch onderzoek is gebleken dat in China meer dan 15.000 jaar geleden de graskarper al werd gebruikt als voedsel en zijn schedelbeentjes als sieraden. De eerste berichten van de kweek van de graskarper stammen uit de Tang Dynastie (618-904 A.D.)(FAO, z.j.). In die periode werden graskarpers op kleine schaal gekweekt uit natuurlijk zaad in de regio's van de Yangtze en de Parelrivier. De kweek vond vaak plaats in polycultures samen met andere Chinese karpersoorten. Van de 17<sup>e</sup> tot de 19<sup>e</sup> eeuw werd de graskarper in China inmiddels op grote schaal gekweekt vanwege zijn economische waarde (Bíró, 1999). De graskarper is vooral in Oost-Azië een geliefde consumptievis.

De laatste 50 jaar is de kweek van de graskarper op meerdere plaatsen ter wereld opgestart en werd de soort wereldwijd ingezet voor waterplantenbeheer. Op kleinere schaal wordt de graskarper inmiddels ook buiten Azië gebruikt ter bevordering van andere teeltvis, zoals karper ('polyculture') en voor consumptiedoeleinden. De graskarper kan in dichtheden tot 27.000 vissen/ha worden gehouden zonder schade aan zichzelf of andere vissen te berokkenen (ref. *in* Shireman & Smith, 1983).

De eerste graskarpers in Nederland werden in 1966 door de voormalige OVB geïmporteerd uit Hongarije. In 1968 werd graskarperbroed geïmporteerd uit Taiwan. De graskarpers die in de jaren 70 en 80 daarna werden uitgezet werden zelf gekweekt door het kweekbedrijf van de OVB. In 1974 was de productie nog 750 kg. Om de kweekcapaciteit uit te breiden en zowel in de winter als in de zomer graskarper te kunnen kweken, zijn door de OVB (Klein Breteler & Trentelman, 1978) en in Wageningen (Huisman, 1978) de mogelijkheden verkend om graskarpers op te kweken in koelwater van energiecentrales. Mede door deze vorm van opkweken bedroeg de productie in 1982 ruim 30 ton (Trentelman, 1982). In de jaren daarna daalde de leveringen en schommelden rond de 10 ton/jaar.



**Figuur 4.1 Graskarperleveringen van het pootvisbedrijf van de OVB (bron: OVB-jaarverslagen en activiteitenplannen 1977-2002).**

Toen de OVB in 2002 stopte met haar eigen kweekactiviteiten is dit niet overgenomen door andere Nederlandse viskwekerijen, vanwege de hoge kosten. Graskarpers worden momenteel in Europa onder andere gekweekt in Zuid-Duitsland. Ook wordt in Tsjechië uitgebroede kleine graskarper verder opgekweekt in België (P. Kalkman, pers. comm.).

In Amerika zijn na de opzet van de eerste commerciële graskarperkwekerij in 1972 jarenlang ongereguleerd graskarpers uitgezet voor de waterplantenbestrijding. Toen er aanwijzingen waren voor voortplanting in het Mississippi-systeem ging men zich toeleggen op de kweek van steriele graskarpers (Conner et al., 1980). Eind jaren 80 werden deze triploïde graskarpers in grote hoeveelheden geproduceerd (Clugston & Shireman 1987), zie ook het onderstaande kader. In de Verenigde Staten wordt de graskarper ook gekweekt samen met meerval ten behoeve van de kleine gespecialiseerde Aziatische voedselmarkt in de grote steden.

In Nieuw-Zeeland is de graskarper pas sinds 2003 beschikbaar via de binnenlands commerciële markt (Wells et al., 2003). Evenals in de Verenigde Staten en Canada worden in Nieuw-Zeeland alleen triploïde vissen uitgezet (De Zilva, 1996 in Petr, 2000).

#### **De kweek van onvruchtbare graskarpers**

Om het risico van voortplanting te voorkomen zijn in het buitenland gezocht naar manieren om onvruchtbare graskarpers te kweken. Men heeft onder andere *gynogenese* uitgetest (stimulatie eiceldeling zonder contact met spermacellen), *gonadectomie* (verwijdering van gonaden) en bevruchting door hormonaal behandelde mannetjes met twee XX-chromosomen. Geen van deze methoden leverden echter een bevredigend resultaat op (ref. in Allen & Wattendorf, 1987; Cassani et al., 2008).

Het kweken van *triploïde* graskarpers bleek uiteindelijk de beste manier om onvruchtbare graskarpers te kweken. Triploïde graskarpers zijn in eerste instantie gekweekt door hybridisatie met de grootkopkarper (Sutton et al., 1981). Deze kruisingen leverden echter 67-100% triploïdie op, terwijl 100% triploïdie gewenst was. Bovendien bleken de hybride graskarpers niet geschikt voor waterplantenbeheer omdat zij circa een derde aan waterplanten aten vergeleken met diploïde graskarpers (ref. in Allen & Wattendorf 1987).

Bij toepassing van de hydrostatische drukbehandeling van bevruchte eieren kregen Cassani & Caton (1986) een opbrengst van bijna 100% triploïden. Deze triploïde graskarpers bleken wel geschikt voor het waterplantenbeheer, omdat zij even efficiënt waterplanten eten als diploïde graskarpers.

Hoewel triploïde en diploïde graskarpers morfologische verschillen vertonen kunnen ze hierop niet met 100% zekerheid van elkaar worden onderscheiden. Benfey et al., (1984, in Allen & Wattendorf, 1987) ontwikkelden een methode om met behulp van een Coulter Counter (metingen celvolumes) praktisch 100% triploïde graskarpers te krijgen.

Triploïde populaties met mannelijke en vrouwelijke graskarpers zijn theoretisch niet 100% steriel. De kans echter dat daadwerkelijk voortplanting plaatsvindt, bleek echter zodanig klein (0,00908%) dat triploïde graskarpers praktisch als steriel worden beschouwd.

In Nederland zijn nooit triploïde graskarpers gebruikt, omdat men er altijd van uit is gegaan dat de graskarper zich hier niet kan voortplanten.

## 4.2 Graskarperkweek in Nederland

De teelt van graskarper vond plaats in de pootviskwekerijen van de OVB in Lelystad en Valkenswaard. In tegenstelling tot de overige pootvisproductie vond de teelt van de graskarper geheel plaats in een verwarmd en doorstroomd kweekstelsel. Door middel van een temperatuurverhoging in het broedhuis gedurende zes weken werd de ontwikkeling van geslachtsproducten gestimuleerd. Vervolgens werd met behulp van hormooninjecties (karperhypofyse) het rijpen van de geslachtsproducten verder gestimuleerd. De ouderdieren konden dan na 12-24 uur worden afgestreken, waarna kunstmatig bevruchting plaatsvond (OVBJaarverslagen).

De kunstmatig bevruchte eitjes werden uitgebroed in speciaal hiervoor ontworpen trechters (zogenaamde incubatoren) waarin de temperatuur, stroming en andere omstandigheden zo optimaal mogelijk werden gehouden. Bij de hoeveelheid eieren per trechter diende rekening te worden gehouden met de enorme opzwellings van de eieren. De volumevergroting als gevolg van de eizwelling is 40 tot 50 maal (Huisman et al., 1979). Voor een succesvolle ontwikkeling van de eitjes is een minimale watertemperatuur van 19 tot 20 °C nodig. De eitjes komen uit na ongeveer 35 daggraden. Bij het uitkomen van de eerste eitjes, werden deze overgebracht naar aquaria.

De eerste dagen na het uitkomen zijn de larven nog niet in staat om te zwemmen en liggen op de bodem. Na circa 2 dagen werd begonnen met het voeren met zeer fijn zoöplankton, of pekelkreeftjes (*Artemisia salina*), die speciaal voor het voeren van de vissen werden gekweekt. De visjes werden in de aquaria opgekweekt tot het juveniele stadium, bij een lengte van ongeveer 2,5 cm.

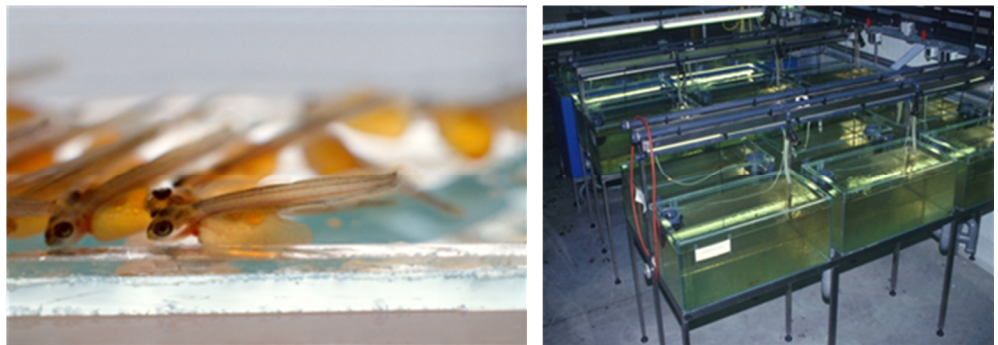
Bij een lengte van 2 tot 2,5 cm schakelt de juveniele graskarper steeds meer over van de consumptie van zoöplankton naar de consumptie van plantaardig voedsel. In dit stadium werden de graskarpers overgebracht naar grotere kweekbakken. De vissen werden gevoerd met speciale korrels met een hoog gehalte aan koolhydraten (vooral uit gedroogd gras). In deze bakken werden de vissen opgekweekt tot een lengte van 10 á 15 cm. Daarna werden de graskarpers overgebracht naar netten die in het (warme) koelwater van de Amercentrale (Geertruidenberg) en de Flevocentrale (Lelystad) hingen. Hier groeiden de vissen verder tot ze hun uitzetgewicht hadden bereikt. Daarna werden de graskarpers op diverse plaatsen in Nederland uitgezet, om dienst te doen als natuurlijke waterplantenbestrijder. In het begin hadden de graskarpers een uitzetgewicht van 250 gr. Vrij snel ging men over op het uitzetten van graskarpers met een gewicht van 500-750 gr. (S. Boomsma, Sportvisserij Nederland, pers. comm.).



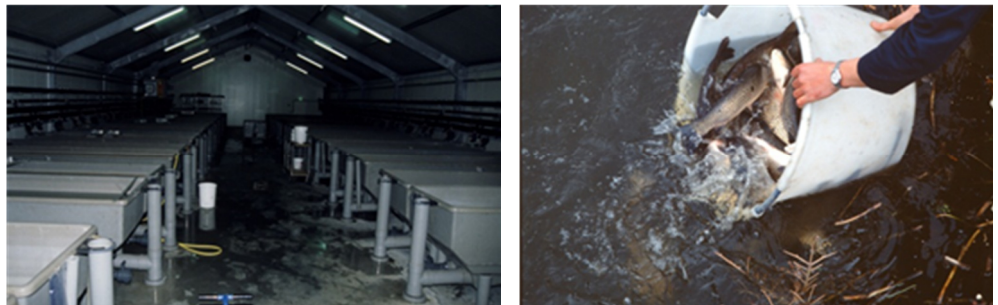
**Figuur 4.2** Links; het afstrijken van de ouderdieren. Rechts; het kunstmatig bevruchten van de eitjes.



**Figuur 4.3** Incubatoren waarin de graskarpereitjes werden uitgebreed.



**Figuur 4.4** Graskarperlarven op de bodem (links) van de kweekaquaria (rechts).



**Figuur 4.5** Links: grote bakken voor de opkweek. Rechts: uitzetting bij een gewicht van 500-750gr.

# 5 Waterplantenbeheer met graskarpers

## 5.1 Inleiding

Graskarpers zijn vanaf de tweede helft van de vorige eeuw wereldwijd uitgezet voor het waterplantenbeheer. Het is niet mogelijk in de literatuur graskarperuitzettingen te vinden, onder dezelfde klimatologische en (geo)hydrologische omstandigheden als in Nederland. Dit geldt ook voor de Europese uitzettingen. Toch kunnen de onderzoeksresultaten van buitenlandse uitzettingen in algemene zin van nut zijn voor inzicht in het waterplantenbeheer met behulp van graskarpers.

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste kenmerken en onderzoeksresultaten van de graskarperuitzettingen in en buiten Nederland. De meeste en tevens best gedocumenteerde uitzettingen zijn gedaan in Nederland, Noord-Amerika en Nieuw Zeeland. Deze laatste continenten zijn bovendien in zoverre vergelijkbaar met Nederland, dat er sprake is van een groeiseizoen in de zomer, afgewisseld met winterrust. In de volgende paragrafen wordt daarom vooral dieper ingegaan op de resultaten van Nederland, Noord-Amerika en Nieuw Zeeland. Uitzettingen in overige gebieden worden alleen kort beschreven.

In Nederland zijn in het verleden verschillende formaten graskarpers uitgezet. De uitzettingen werden gedaan in termen van kilogrammen per hectare (kg/ha). In de Verenigde Staten, Canada en Nieuw-Zeeland worden graskarpers meestal uitgezet met een grootte van rond de 25 cm. Uitzettingen zijn daar praktisch altijd in termen van aantallen per hectare en/of aantallen per hectare begroeid oppervlak (stuks/ha veg=hectare begroeid areaal).

Aanpak, watertypen, beheerdoelstellingen en de wijze van monitoring varieerden sterk tussen de vele buitenlandse projecten. Verschillende auteurs hebben meerdere uitzettingen op (deel)staatniveau geanalyseerd. Mede daardoor is het mogelijk om in algemene zin uitspraken te doen over het functioneren van de graskarper bij buitenlandse uitzettingen.

In de volgende paragrafen wordt eerst per land of continent ingegaan op de waargenomen relatie tussen de graskarperdichtheid en de mate van waterplantenbestrijding. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een discussie. In deze discussie wordt ook ingegaan op een aantal andere relevante aspecten van graskarperuitzettingen, ontleend aan Nederlandse en buitenlandse literatuur.

## 5.2 Nederland

### Introductie en doelstelling

De aanleiding voor de import van graskarper was de massale woekering van draadalgen op het in 1964 in gebruik genomen visvijvercomplex van de voormalige Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVV) te Lelystad. De eerste graskarpers werden in het voorjaar van 1966

geïmporteerd uit Hongarije. Vervolgens werd in 1968 ook graskarperbroed uit Taiwan geïmporteerd om met vissen van verschillende herkomst te experimenteren. Tot 1978 werden de dieren van verschillende herkomst gescheiden behandeld. Toen er zich echter (op het oog) geen verschillen voordeden, werd de scheiding niet meer gehandhaafd (Wergroep Graskarper, 1984).

Aanvankelijk werden de graskarperproeven alleen uitgevoerd op het proefcomplex in Beesd. In 1973 werd een eerste proef uitgevoerd in afgesloten polderwateren van de Krimpenerwaard. Toen de OVB er in 1973 in slaagde kunstmatige voortplanting te bewerkstelligen, zijn graskarpers op grotere schaal uitgezet door waterschappen, gemeentes en een aantal hengelsportverenigingen. Tegelijkertijd is de Wergroep Graskarper opgericht met vertegenwoordigers van belanghebbende instanties (Riemens, 1982a).

In de periode 77-82 werden jaarlijks gemiddeld circa 25.000 kg graskarper uitgezet. In de eerste jaren vooral in nieuwe graskarperprojecten, daarna vooral als bijzettingen in bestaande projecten (zie Tabel 5.2 en Tabel 5.3). Het uitzetformaat was aanvankelijk rond de 250 gr, later 500-750gr. Waterschappen zetten hoge dichtheden uit (~200-250 kg/ha), omdat ze een ongehinderde aan- en afvoer van water belangrijk vonden. Geheel verwijderen van de moerasvegetatie maakte onderdeel uit van de doelstelling bij de inzet van graskarper.

Hengelsportverenigingen streefden een behoud van de moerasbegroeiing na als onmisbaar element voor de visstand en zetten daarom minder uit (~100-170 kg/ha).



**Foto van een sloot vóór (links) en na (rechts) het uitzetten van graskarper.**

In de volgende paragrafen zijn de OVB-proeven en uitzettingen in buitenwateren nader geanalyseerd. Hierbij is de focus gelegd op de relatie tussen de toegepaste graskarperdichtheid en de effecten op de waterplantenbedekking. De analyse spitst zich toe op de volgende uitzettingen:

#### **OVB-proeven Beesd**

In de periode 1968 tot en met 1984 zijn door de OVB jaarlijks graskarperproeven uitgevoerd in de proefvijvers van het toenmalige proefcomplex in Beesd. Het primaire doel van de proeven was het onderzoeken van methodes om de bij de visteelt hinderlijke vijverbegroeiing terug te

dringen. Dichte begroeiingen van waterplanten en flab verhinderden namelijk het afvissen van de vijvers aan het eind van het seizoen. De eerste jaren werden verschillende methoden met elkaar vergeleken. Het effect van de graskarper werd vergeleken met het effect van herbiciden, bemesting (fosfaat en stikstof) en K<sub>2</sub>-karpers (tweejarige karpers). Vanaf ongeveer 1971 werd alleen gekeken naar de effecten van graskarper, soms van karper en één keer ook van brasem op de watervegetatie. Bij de graskarperuitzettingen werd gevarieerd in dichtheden, leeftijd en herkomst van de graskarper. Aangezien men zich zorgen begon te maken over effecten van de graasactiviteiten op opgroeiende snoek werd vanaf 1974 de overleving van snoek in de proeven betrokken. Vanaf 1978 werden proeven gedaan waarin ook het effect van mechanische schoning op een zich ontwikkelende visstand werd vergeleken met het effect van de graskarper.

**Tabel 5.2 Graskarperuitzettingen in Nederland sinds de eerste toepassing in 1977 (Riemens, 1982a).**

	nieuwe objecten		bestaande objecten		totaal graskarper(kg)
	graskarper (kg)	wateropp. (ha)	graskarper (kg)	wateropp. (ha)	
1977	23.028	109,4	-	-	23.028
1978	30.601	192,9	951	7,2	31.552
1979	13.311	78,0	185	3,9	13.496
1980	14.546	136,4	5.752	56,2	20.298
1981	13.497	79,1	12.870	149,4	26.367
1982	15.600	84,3	11.037	125,8	26.637
	110.583	680,1	30.795	342,5	141.378

**Tabel 5.3 Hoeveelheid uitgezette graskarpers in nieuwe objecten (kg/ha) (Riemens, 1982a).**

	waterschappen	hengelsport	gemeenten
1977	231,9	172,3	219,3
1978	243,9	141,7	196,9
1979	238,2	174,0	230,6
1980	255,6	95,6	164,4
1981	214,1	162,5	227,2
1982	249,5	114,9	211,9

### **Uitzettingen op buitenwateren vanaf 1970**

Na het onderzoek in de proefvijvers werd in de jaren 77-78 een groot-schalige proef uitgevoerd in het polderdistrict Lek en Linge vlak buiten het proefbedrijf. In deze polder van 40 ha werd 6000 kg graskarper van 250 gr/stuk uitgezet (150 kg/ha of 600 stuks/ha). Uit een enquête bleek dat sportvissers in de polder tevreden waren over de toegenomen sportvisserijmogelijkheden (OVV jaarverslagen).

Begin jaren 80 zijn in circa 140 km watergangen graskarpers uitgezet door waterschap Salland (tegenwoordig Waterschap Drents Overijsselse Delta). De dichtheid is niet bekend, maar was waarschijnlijk minstens 250 kg/ha. De graskarper werd gezien als een goed alternatief voor de

inmiddels verboden herbiciden. Dat graskarpers bij hoge dichtheden ook van de oevertvegetatie aten werd gezien als een pluspunt. De genomen maatregel bleek in het licht van de doelstellingen toch niet toereikend, omdat graskarpers via sluizen of anderszins uit het gebied ontsnapten. Men vermoedt dat heden ten dage plaatselijk nog steeds graskarpers aanwezig zijn die de ondergedoken waterplanten kort houden (Bert Moonen, Waterschap Drents Overijsselse Delta, pers. comm.). In 1982 is aan de hand van een enquête overzicht verkregen van de mate van tevredenheid over de graskarperuitzettingen tot die tijd (zie Tabel 5.4). De beoordeling van 278 graskarperuitzettingen werd in 53,6% van de uitzettingen als 'goed' beoordeeld, in 32,4% als 'matig' en in 14% als 'slecht'. Beoordelingscriteria als 'goed', 'slecht' of 'matig' zeggen echter vooral iets over de mate van tevredenheid van de beheerder in het kader van de doelstelling van de uitzetting. De mate van afname van de waterplantenbegroeiing kan uit deze beoordeling niet uit worden afgeleid.

**Tabel 5.4** Beoordeling door beheerders van het succes van hun graskarperobjecten in 1981 (Riemens, 1982a)

startjaar object	aantal objecten	beoordeling		
		goed	matig	slecht
1977	64	51,6%	35,9%	12,5%
1978	67	65,7%	17,9%	16,4%
1979	42	35,7%	59,5%	4,8%
1980	50	60,0%	24,0%	16,0%
1981	55	49,1%	32,7%	18,2%
totaal	278	53,6%	32,4%	14,0%

Vanaf ongeveer 1982 tot 1997 leverde de OVB rond de 10.000 kg graskarpers per jaar uit. Van de vele uitzettingen in de periode 1970-2002 zijn slechts enkele zodanig gedocumenteerd dat de gegevens geschikt zijn voor een gedetailleerde analyse.

Door het IBS<sup>1</sup> in Wageningen werden graskarperproeven uitgevoerd in de Krimpenerwaard (Van Rijn et al., 1974).

De 's-Gravenhaagse Hengelsportvereniging heeft rond 1980 een aantal graskarperproeven uitgevoerd in drie poldergebieden in Zuid-Holland (Van der Spiegel, 1982).

Het RIVO<sup>2</sup> heeft rond 1975 graskarpers uitgezet in sloten rond Gasunie-stations (Willemsen et al., 1978) en onderzoek gedaan naar de migratie van de graskarper (Hoogenboom, 1987).

Omdat in 2002 de OVB de levering van pootvis staakte, is niet bekend hoeveel en waar er daarna is uitgezet. Van drie uitzettingen in de periode 2006-2013 zijn de resultaten achterhaald (Oostdijk, 2013).

### **Graskarperproeven Sportvisserij Nederland 2013-2015**

Om de kennis aangaande graskarpers op te frissen en opnieuw ervaring op doen met graskarperuitzet zijn in de periode 2013-2015 in samenwerking met hengelsportverenigingen vijf pilots uitgevoerd in visvijvers

<sup>1</sup> IBS: Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen

<sup>2</sup> RIVO: Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, tegenwoordig IMARES



(Peters, 2016a). Een belangrijk doel van de proeven was om te onderzoeken in hoeverre met de graskarper tegemoet kan worden gekomen aan doelen voor de visstand, de sportvisserij en doelen van de Kaderrichtlijn Water.

### **Aanpak gegevensanalyse graskarperuitzettingen**

Er zaten veel nuanceverschillen in het doel en aanpak van de diverse proeven en uitzettingen, en daarmee ook in de monitoring en rapportage van de resultaten. Om lijn te brengen in de verscheidenheid van proeven en uitzettingen is de analyse van de gegevens structureel aangepakt. Een belangrijk uitgangspunt is geweest dat alle toegepaste graskarper-dichtheden (in de meeste vroegere uitzettingen aangegeven in *kg graskarper/ha*), zijn omgerekend naar *aantallen graskarper per hectare begroeid areaal*, oftewel *aantal/ha veg* (ha veg=hectare vegetatie). Redenen om over te stappen van *kilogrammen graskarper* naar *aantal graskarpers* is het feit het aantal 'graskarperbekken' een betere maat is voor de graasdruk dan het aantal aanwezige graskarperkilo's. In het verleden zijn graskarpers uitgezet met een gewicht variërend van 500 gram tot meer dan 1500 gram. Bij 150 kg graskarper/ha kunnen de aantallen uitgezette vis in de praktijk een factor drie verschillen. Omdat de graasdruk in dat geval niet vergelijkbaar is kan beter worden uitgegaan van aantallen per hectare.

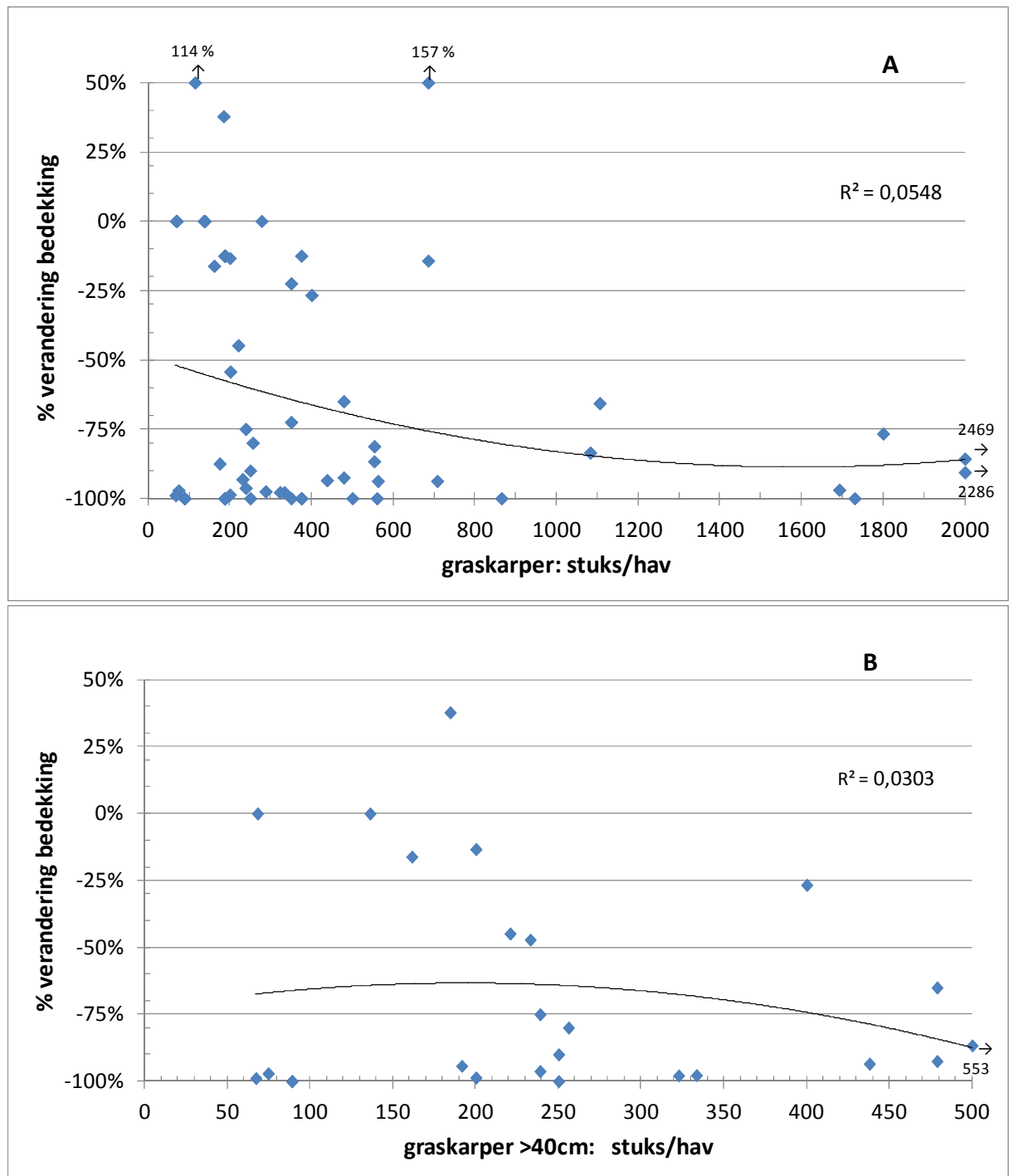
De reden om te kiezen voor hectare *begroeid areaal* als maatstaf is simpel vanwege het feit dat de graskarper alleen dáár zijn werk doet. Ook wordt hiermee beter aangesloten bij de internationale literatuur, waarin auteurs eveneens uitgaan van aantallen graskarper per begroeid areaal. Overige gehanteerde uitgangspunten zijn opgenomen in het werkdocument (Peters, 2016b).

### **Resultaten analyse Nederlandse graskarperuitzettingen**

*Graskarperdichtheid versus afname in waterplantenbedekking (Figuur 5.1)*

Het effect van graskarpers kan alleen op een zuivere wijze beoordeeld worden ten opzichte van een referentie zonder graskarpers of een  $T_0$ -situatie (= de waterplantenbedekking van het voorgaande jaar in vergelijkbare periode). In Figuur 5.1 is daarom de procentuele afname in waterplantenbedekking uitgezet tegen de toegepaste graskarperdichtheid per begroeid areaal. Figuur 5.1A betreft de resultaten van alle Nederlandse graskarperuitzettingen zowel groter als kleiner dan 40 cm. Figuur 5.1B geeft de resultaten van alle uitzettingen van graskarpers groter dan 40 cm. Dit is gedaan omdat er tegenwoordig vooral graskarpers van rond de 45 cm worden uitgezet om predatie door snoek of aalscholver tegen te gaan. Figuur 5.1B geeft daardoor een realistischer beeld van de mogelijke resultaten van huidige uitzettingen weer. De figuren geven aan dat in de meeste gevallen sprake is van een verlaging van de waterplantenbedekking als gevolg van de graskarper-uitzetting. In een aantal gevallen is het verschil in bedekking 0% of is de waterplantenbedekking in het water mét graskarper hoger dan in de referentie zonder graskarpers.

Er kan geen significante relatie tussen de graskarperdichtheid en de resulterende waterplantenbedekking worden aangetoond. De gevonden correlatiecoëfficiënt tussen deze twee parameters is zeer laag.



**Figuur 5.1** Verschil in bedekkingspercentage voor en na graskarperuitzetting;  $\% \text{BP}_{\text{verschil}} = ((\text{BP}_{\text{na uitzetting}} - \text{BP}_{\text{voor uitzetting}}) / \text{BP}_{\text{voor uitzetting}}) \times 100$ . **A: alle formaten graskarper; B: graskarper >40cm. Graskarperdichtheden in aantallen per hectare vegetatie (stuks/ha veg).**

Toch wijzen de resultaten in de figuren op een bepaalde relatie. Bij lagere graskarperdichtheden varieert het effect van de uitzetting van 0 tot 100% verwijdering van de waterplanten, onafhankelijk van de graskarperdichtheid. Bij hogere graskarperdichtheden echter lijkt de kans op een sterke reductie in de waterplantenbedekking groter te zijn. Dit duidt erop dat er een omslagpunt bestaat in de graskarperdichtheid waarboven bijna

altijd een effect optreedt. Dit zou aansluiten bij ervaringen in het buitenland met graskarperuitzettingen (zie 5.5). Het is echter niet mogelijk om op basis van de bestaande gegevens een dergelijk omslagpunt voor de Nederlandse situatie te bepalen.

Een complicatie bij de interpretatie van de resultaten is het feit dat beschikbare gegevens over de waterplantenbedekking meestal beperkt zijn tot de resultaten van één seizoen graskarperbegrazing. In enkele gevallen zijn resultaten van drie jaar voorhanden. Buitenlandse literatuur geeft aan dat de effecten van een uitzetting vaak minimaal één jaar op zich laat wachten, mede afhankelijk van het formaat van de uitgezette graskarpers. In de discussie aan het einde van deze paragraaf wordt hier verder op ingegaan.

Opvallend in de figuren is dat er in een aantal gevallen sprake was van een zeer hoge graskarperdichtheden per ha begroeid areaal. Dit houdt verband met het feit dat alle in het verleden toegepaste graskarperdichtheden zijn omgerekend naar dichtheden per *begroeid areaal*. In een aantal uitzettingen kwam naar voren dat de waterplantenbedekking in de referentie soms (veel) lager dan 80-100% was. Wanneer een graskarperdichtheid van 150 stuks/ha werd toegepast, terwijl de bedekking met waterplanten in de referentietoestand slechts 50% was, dan was de toegepaste graskarperdichtheid per begroeide hectare in werkelijkheid 2x zo hoog, namelijk 300 stuks/ha begroeid areaal.

#### *Resulterende waterplantenbedekking*

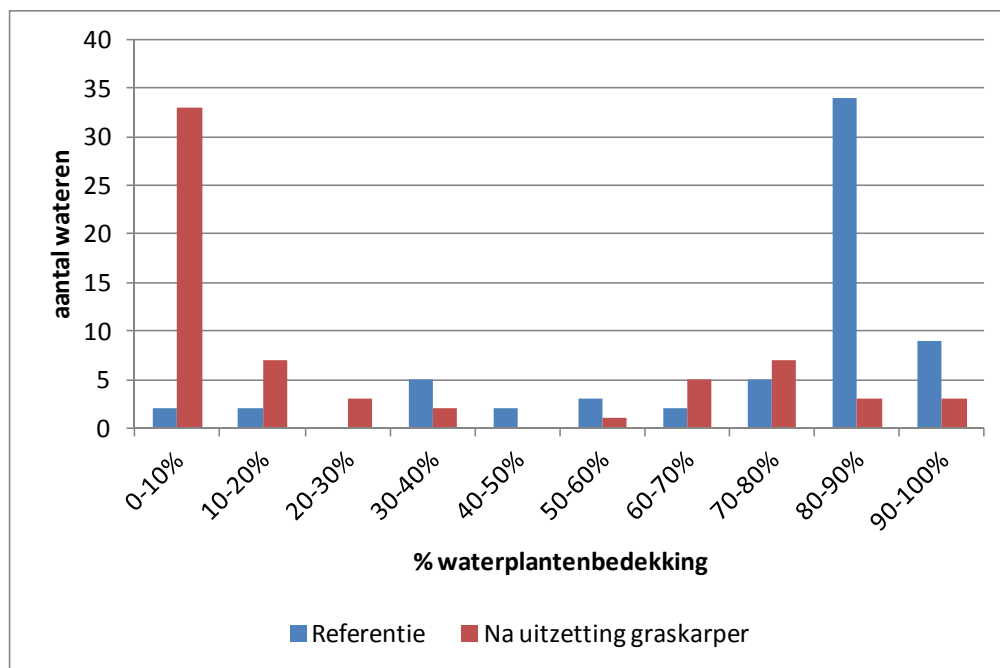
Uit voorgaande Figuur 5.1 kan niet worden afgelezen wat de resulterende waterplantenbegroeiing was als gevolg van de verschillende uitzettingen. Alleen bij een afname in de bedekking van 100% is duidelijk dat de waterplanten helemaal zijn verdwenen. In de andere gevallen is de resulterende waterplantenbedekking afhankelijk van de Ausgangssituatie. Omdat het doel van de uitzetting de bestrijding van waterplanten is, en in het licht van de doelstelling van een water, is de resulterende netto waterplantenbedekking een belangrijke factor.

In Figuur 5.2 is daarom het nettoresultaat van de graskarperuitzettingen te zien. Aangegeven is het aantal wateren met een bepaalde waterplantenbedekking vóór en na een uitzetting.

Van de 64 uitzettingen is in ruim de helft van de uitzettingen de waterplantenbedekking verminderd tot  $\leq 10\%$  (N=33, 51%). In 12 gevallen nam de bedekking af tot tussen de 10 en de 40% (19%). In de overige gevallen was er geen tot weinig effect van de uitzettingen (N=19, 30%). Opvallend is verder dat de waterplantenbedekking in de referentietoestand ( $T_0$  of blanco) in enkele gevallen ook laag was.

#### *Discussie Nederlandse graskarperproeven*

De resultaten van de graskarperproeven en uitzettingen waren zeer variabel. Er is geen éénduidig verband gevonden tussen de graskarperdichtheid en de resulterende waterplantenbedekking. Bij lagere dichtheden varieert het effect van een graskarperuitzetting tussen de 0 en de 100%. Bij hogere dichtheden wordt de kans op een sterke afname van de bedekking groter, maar kan het effect nog variëren.



**Figuur 5.2** Resulterende waterplantenbedekking in juli/augustus na een graskarper-uitzetting (resultaten afkomstig van 64 uitzettingen). **Referentie:** waterplantenbedekking in een vergelijkbare periode vóór de uitzetting of een blanco gedurende de graskarperproef. **Na uitzetting graskarper:** resultaten uitzetting na 1-3 jaar (meeste gevallen na 1 jaar).

Het is belangrijk te beseffen dat de meeste resultaten zijn gebaseerd op proefperiodes van één jaar (de meeste OVB-proeven) tot drie jaar (sommige uitzettingen op buitenwater). Wat het effect van de uitzettingen na meerdere jaren is, is niet bekend. In de buitenlandse literatuur wordt aangegeven dat het effect van een uitzetting pas na enkele jaren zichtbaar wordt (o.a. Lynch, 2009). De snelheid waarmee het effect zichtbaar wordt zou mede afhankelijk zijn van het formaat van de uitgezette graskarpers: hoe kleiner het uitzetformaat van de graskarpers, hoe langer het duurt voordat effect optreedt (zie ook 5.7, o.a. Lynch, 2009). In verband met gevoeligheid van graskarpers voor predatie door snoek en aalscholver wordt de laatste jaren uitgegaan van uitzettingen met graskarpers  $\geq 40$  cm. In het licht van het voorgaande is het daarom goed mogelijk dat het effect pas optreedt na één of twee jaar. Of er inderdaad een omslagpunt is waarbij effecten altijd optreden kan alleen vastgesteld worden op basis van resultaten van meerdere graskarperuitzettingen die minimaal drie jaar worden gevolgd.

Uit de resultaten van Figuur 5.2 blijkt dat in ruim de helft van de graskarperuitzettingen (51%) de resulterende waterplantenbedekking minder dan 10% is. In een aantal gevallen is er geen of nauwelijks effect (30%) en in een klein deel van de uitzettingen (19%) is de resulterende waterplantenbedekking tussen de 10 en de 60%. Dit wijst op een alles-of-niets-effect van graskarperuitzetting. Dit waargenomen verschijnsel komt overeen met ervaringen in Nieuw-Zeeland en de Verenigde Staten (zie 5.5 en 5.6). Over de mogelijke oorzaken hiervan wordt verder ingegaan in de discussie en conclusies van hoofdstuk 6 'Effecten op het ecosysteem' (zie 6.8).

*Variabelen die de resultaten van een uitzetting beïnvloeden*

De meeste OVB-proeven in Beesd duurden één seizoen. Tijdens de proeven doemden tal van problemen en onverwachte situaties op, of was de aanpak van de proeven vaak verschillend. Hieronder een korte opsomming uit de OVB-proeven:

- Soms trad sterfte op onder de graskarpers en/of werd tussendoor graskarper bijgezet.
- De verschillende proefvijvers binnen één proef hadden zelden of nooit dezelfde uitgangssituatie qua waterplanten.
- In meerdere gevallen zijn geen blanco's meegenomen, en wanneer dit wel het geval was, reageerde blanco's binnen één proef soms verschillend.
- Er zijn soms meerdere proeven gecombineerd, waardoor verschillende visbezettingen werden toegepast met andere vissoorten.
- Monitoringsgegevens werden niet op vergelijkbare wijze verkregen of gerapporteerd.

Bij de graskarperproeven in buitenwater deden zich ook onverwachte omstandigheden of verschillen in aanpak voor. Zo vond in de Polder Steekt het eerste jaar een grote wintersterfte plaats. In de Blauwe Polder konden de graskarpers zich niet door de dikke laag draadalgen heen eten en zich daarom niet verspreiden in de smalle sloten (Van der Spiegel, 1981).

Ook de recente graskarperpilots van Sportvisserij Nederland leden onder onverwachte of afwijkende omstandigheden (Peters, 2016a). Het voorjaar van 2013 was ongebruikelijk koud en lang, waardoor de waterplantengroei laat op gang kwam. In 2014 trad in diverse wateren blauwalgenbloei op. De Put America bleek vol te zitten met een sterk woekerende en wintergroene exoot ongelijkbladig vederkruid (*Myriophyllum heterophyllum*), en de IJzeren Man in Weert kreeg te maken met de bouw van een waterskibaan, waarschijnlijk de oorzaak van een sterke vertroebeling van het water in 2014. Illustratief in dit verband is Figuur 5.2. Deze figuur laat zien dat in een aantal gevallen bij de blanco of  $T_0$  toestand nauwelijks waterplanten aanwezig waren, een teken dat klimatologische of andere oorzaken het resultaat van een uitzetting sterk kunnen beïnvloeden.

Ook reeds aanwezige karper maakt de interpretatie van de resultaten van de veldproeven lastig. Uit latere ongedocumenteerde OVB-proeven is gebleken dat karper en graskarper elkaar kunnen versterken in hun effect op waterplanten (pers. comm. F. Jacques, Sportvisserij Nederland). Wanneer er al een flinke populatie karper aanwezig is of tegelijkertijd wordt uitgezet, dan kan het effect van een bepaalde dichtheid graskarper veel groter zijn. Dit is mogelijk ook het geval geweest in de IJzeren Man in Weert.

Het voorgaande laat zien dat geen enkel water, geen enkel seizoen en geen enkele aanpak van een uitzetting gelijk is, en dat het aantal variabelen dat invloed heeft op het resultaat van een uitzetting groot is.

### **Samenvatting graskarperproeven Sportvisserij Nederland (Peters, 2016a)**

In de periode 2013-2015 zijn graskarperpilots uitgevoerd in vijf visvijvers. De uitgezette graskarpers waren circa 40-50 cm groot en de dichtheden varieerden van 50 stuks/ha tot 87 stuks/ha (rond de 100 kg/ha). De sterfte na de uitzetting wordt geschat op 1 tot minimaal 25%, afhankelijk van de visvijver. De sterfte leek niet zozeer afhankelijk van de conditie van de vis, maar meer van het water waar de graskarper werd uitgezet.

In de IJzeren Man in Weert verdween de ondergedoken vegetatie (aarvederkruid en kranswieren) na uitzetting binnen één seizoen nagenoeg helemaal en is daarna niet meer teruggekomen. De Burgemeester Lindersvijver in Bergeijk, waar draadalgen het probleem vormden, had hetzelfde resultaat. Hier stierf zeker een kwart van de graskarpers direct na de uitzetting in de vijver. De overgebleven graskarpers aten na twee jaar riet en gras van de oevers en waren in een slechte conditie, wat wijst op voedseltekort. Een deel is daarom overgeplaatst naar ander water. De gekozen graskarperdichtheid in de Burg. Lindersvijver (70 stuks/ha) bleek veel te hoog voor de bestrijding van de draadalgen.

Na de uitzetting in de Plas van Radstake (Zelhem) was de bedekking van ondergedoken waterplanten de eerste twee seizoenen wat lager dan voor de uitzetting, maar in het derde seizoen groeide de plas weer helemaal dicht.

In de Put America (America) bleek sprake te zijn van een monocultuur van de exoot ongelijkbladig vederkruid met praktisch 100% bedekking. De uitgezette graskarpers waren in het geheel niet in staat deze begroeiing in te nemen. De plaatselijke HSV heeft beide jaren wekelijks moeten maaien om nog enigszins te kunnen blijven vissen. Visserijkundig onderzoek een paar jaar na de uitzetting wees uit dat er nog weinig graskarpers over waren in de vijvers in Zelhem en America.

Waarschijnlijk waren graskarpersterftes of predatie door aalscholver of snoek de oorzaak van het uitblijven van effect.

De waterplantenbedekking in de Kanovijver (Gendt) was het eerste seizoen lager dan voor de uitzetting, maar het tweede seizoen geeft een sterk wisselend beeld te zien, variërend van een bedekking van bijna 100% tot praktisch 0% later in het seizoen. Het was niet duidelijk of de graskarper hier de oorzaak van was of een successie van soorten waterplanten.



**Dichtgroei met aarvederkruid in het 3e seizoen - Plas van Radstake in Zelhem.**



**Verdwijnen ondergedoken waterplanten in de kanovijver in Gendt in het 2e seizoen.**

Gedurende de proeven (proefperiode variërend van 2 tot 3 jaar) nam de diversiteit van de waterplanten in het voorjaar niet af. Wel nam binnen één seizoen de diversiteit af als gevolg van selectief eetgedrag van de graskarper.

In het rapport zijn aanbevelingen gegeven voor het vervolgbeheer van de visvijvers. Doordat de overgebleven bedekking met waterplanten (riet en drijfbladplanten) <1% is in de IJzeren Man en de Burg. Lindersvijver, is aanbevolen in deze vijvers meer paai- en opgroeigebied en beschutting te creëren. Voor de Plas van Radstake is een bijzetting aanbevolen met graskarpers en voorzorgsmaatregelen voor meer beschutting. Aanbevolen is voorts de situatie in de Kanovijver voorlopig te blijven volgen zonder maatregelen te nemen. De Put America is zodanig overwoekerd dat is aanbevolen in samenwerking met de gemeente en het waterschap een pilot uit te voeren met de kleurstof Dyofix ter bestrijding van de exoot ongelijkbladig vederkruid.

#### *Conclusies Nederlandse graskarperproeven*

- De resultaten van de graskarperproeven door de jaren heen bleken zeer variabel. Er is geen eenduidig verband gevonden tussen de toegepaste graskarperdichtheid en de effectiviteit daarvan.
- In verband met predatorgevoeligheid van graskarpers wordt tegenwoordig uitgegaan van uitzettingen met graskarpers  $\geq 40$ cm. Uitgaande van dit formaat graskarper kan worden gesteld dat bij lagere dichtheden het effect kan variëren van 0% tot 100% verwijdering. Bij hogere dichtheden neemt de kans op een substantiële verlaging van de waterplantenbedekking toe.
- De resultaten van de graskarperuitzettingen wijzen op een zogenaamd alles-of-niets-effect. In ruim de helft van de Nederlandse graskarperuitzettingen nam de waterplantenbedekking af tot minder dan 10%. In 30% van de wateren had de graskarperuitzetting onvoldoende of geen effect. In 19% van de uitzettingen nam de waterplantenbedekking af tot tussen de 10-60%.
- Het feit dat er geen eenduidige relatie gevonden is tussen de graskarperdichtheid en de mate van waterplantenbestrijding ligt mogelijk niet aan de graskarper zelf. De oorzaak hiervoor kan ook liggen aan een combinatie van:
  - de variatie aan milieuomstandigheden in de verschillende proefvijvers, buitenwateren en visvijvers zelf (onder andere bodemgesteldheid, expositie tot de wind);
  - sterke verschillen in de seizoentemperaturen van jaar tot jaar (een gemiddeld seizoen of jaar treedt zelden of nooit op);
  - meer of minder graskarpersterfte door allerlei oorzaken.

## 5.3 Europa

De eerste introductie van de graskarper in Europa vond plaats in 1950 (Savini et al., 2012). Rond 2000 is de productie van graskarpers in Oost-Europa circa 200 ton (1% van de totale visproductie)(Pípalová,2006). Graskarpers zijn uitgezet in Europa met verschillende doelstellingen. Doelstellingen en geografische locaties zijn divers en er is beperkte informatie over de resultaten.

### **Servië**

In 1963 werd de graskarper in Servië geïntroduceerd (Lenhardt et al., 2010). Het doel was enerzijds de bevordering van de groei van karpers in karperwateren en kwekerijen (polycultuur) en anderzijds waterplantenbestrijding. Rond 2010 komt de graskarper in 37,5% van de kilometerhokken van Servië voor. Waargenomen graskarpers in het Donaubekken van Servië worden tevens verondersteld afkomstig te zijn van uitzettingen in Hongarije en Roemenië (refs., in Lenhardt et al., 2010). Resultaten van de uitzettingen zijn niet bekend.

### **Portugal**

De eerste import in Portugal bestond uit 112 stuks jaarlingen, geïmporteerd in 1994 van de OVB in Nederland. Doel was om te onderzoeken of graskarpers irrigatiekanalen konden vrijhouden van woekerende exoten zoals parelvederkruid en waterhyacint (*Eichhornia crassipes*;

Catarino et al., 1997). Het bleek dat de graskarpers vooral de inheemse planten aten en in mindere mate deze exoten.

### **Groot-Brittannië**

De eerste grootschalige uitzetting van graskarper in Groot-Brittannië bestond uit een experiment om de waterplanten te bestrijden in het Lancaster Canal bij Liverpool University. Na dit experiment volgden meer uitzettingen en onderzoek (div. auteurs in Fowler, 1985). Doel van uitzettingen in Groot-Brittannië is in het algemeen gericht op de bestrijding van overlast veroorzakende inheemse waterplanten.

Fowler & Robson (1978) zetten kleine graskarpers uit in drie meertjes. Het resultaat varieerde sterk. In één meertje werden de ondergedoken waterplanten geheel verwijderd (graskarperdichtheid 222 stuks/ha, effect na een jaar). In een tweede meertje, met twee uitzetdichtheden en een controle (325, 596 en 0 stuks/ha), was er geen duidelijk effect ten opzichte van de referentie. In een derde meertje verschilde het effect sterk van jaar tot jaar (dichtheid 715 stuks/ha, variërend van 40 tot 500 gram). Draadalgen overlast kon niet voorkomen worden, alleen tijdens een warm voorjaar in 1982.

Fowler en Robson wijzen op de korte tijd dat in Groot-Brittannië de watertemperatuur boven de 16 C° ligt, de temperatuur waarbij de graskarper flink gaat eten. De graskarper is dan geen partij voor draadalgen als *Spirogyra* en *Vaucheria sessilis* die zich al goed kunnen ontwikkelen bij lage temperaturen.

### **Duitsland**

De graskarper werd vanaf 1960 naar Duitsland gehaald ten behoeve van de polycultuur van vis in viskwekerijen. Daarna is de graskarper in Duitsland ook uitgezet ter bestrijding van overmatige waterplantengroei<sup>1</sup>. De meningen in Duitsland over het nut van de graskarper binnen het waterplantenbeheer zijn inmiddels verdeeld geraakt. In een analyse van de beheeropties van het bestrijden van woekerende soorten smalle waterpest (*Elodea nuttalli*) en brede waterpest (*E. canadensis*) wordt de inzet van graskarpers afgeraden (Zehnsdorf et al., 2015). Ook Hilt et al., (2006) achten graskarpers voor waterplantenbeheer niet toepasbaar. Zij vinden het risico groot dat er te veel waterplanten worden weggegraasd en het systeem vertroebelt. Hoewel in vijf deelstaten van Duitsland de uitzet van graskarpers is verboden, worden zij daar volgens Hilt et al., nog wel uitgezet.

### **Overige**

Andere Europese landen waarvan bekend is dat de graskarper is geïntroduceerd zijn onder andere Italië (Milardi et al. 2015), Polen (Grabowska et al., 2010; introductie in 1964), Frankrijk (voor polycultuur en waterplantenbestrijding; Quesada, 2004) en België. Over de omvang van de uitzettingen en de resultaten ervan is weinig bekend.

---

<sup>1</sup> <http://apps.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload999.pdf>



## 5.4 Canada

### Introductie en doelstelling

Na een risicoanalyse in 1981 werd geconcludeerd dat de graskarper veilig kon worden geïntroduceerd in Alberta ten behoeve van onderzoek. Voorwaarde was dat alleen triploïde en ziektevrije graskarpers werden uitgezet in gesloten systemen. Onderzoek wees uit dat triploïde graskarpers effectief irrigatiekanalen konden ontdoen van waterplanten. Men adviseerde wel voor iedere uitzetting een volledige risicoanalyse en een economische toets (Lloyd, 1994).

In de beginjaren werd de graskarper vooral ingezet in irrigatiekanalen, later in andere wateren (Anonymus, 2010a). In Canada wordt de graskarper ingezet ter bestrijding van inheemse waterplanten. In 2000 zijn duizenden triploïde graskarpers uitgezet in Loch Leven in Saskatchewan. In 2000/2001 zijn uitgezette triploïde graskarpers ontsnapt uit een groot waterreservoir in Alberta. Omstreeks 2004 werden graskarpers op een beperkt aantal plaatsen aangetroffen (Alberta, Saskatchewan, Ontario; Mandrake & Cudmore 2004).

### Toegepaste graskarperdichtheden en effecten

In de jaren 80 zijn experimenten gedaan in het zuidelijk deel van Alberta, in de jaren 90 ook in het noordelijke deel. Tijdens de proeven in 1996-1998 werden dichtheden toegepast van circa 25 tot 380 stuks/ha (Beck et al., 1999). Beck et al. concludeerden dat er tijdens proeven in een aantal kanalen geen relatie kon worden gevonden tussen de graskarperdichtheid en de effecten op de waterplantenbedekking.

Voor de staat Alberta is een uitzetmodel opgesteld (Anonymus, 2010a), gebaseerd op het een uitzetmodel van Swanson & Bergersen (1988) uit de Verenigde Staten. Opvallend van dit model is de hoge 'standaard'-dichtheid van 400 stuks/ha (20-25cm groot). Deze standaarddichtheid is de aanbevolen dichtheid in het zuiden van Alberta, voor de totale verwijdering binnen een jaar van een dichte waterplantenbedekking met 100% bedekking van een voor de graskarper geprefereerde soort. Uitgaande van deze standaarddichtheid kan men via het doorlopen van een aantal criteria de standaarddichtheid verhogen of verlagen. Criteria zijn onder andere de klimaatregio, de soort plant en de bedekkingsgraad en de snelheid van de waterplantenbestrijding.

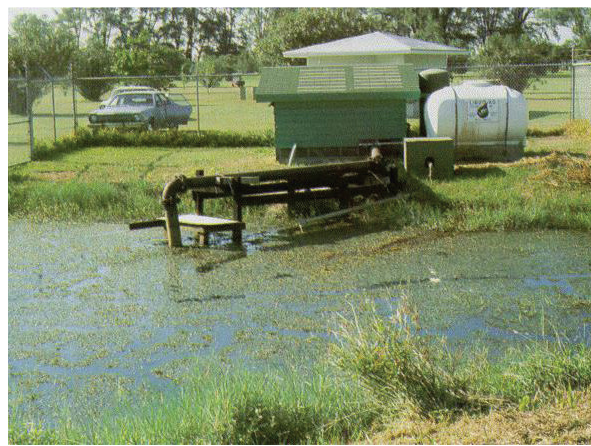
## 5.5 Verenigde Staten

### Introductie en doelstelling

In 1963 werd het eerste graskarperbroed geïmporteerd in de Verenigde Staten (VS) voor onderzoek (refs. *in* Conover et al., 2007). Na de opzet van de eerste commerciële graskarperkwekerij in 1972 werd jarenlang ongereguleerd graskarper uitgezet voor de waterplantenbestrijding. Er ontstond weerstand tegen deze uitzettingen, onder andere omdat men aanwijzingen vond voor voortplanting in het Mississippi systeem (Conner et al., 1980). Daarom ging men zich toeleggen op de kweek van steriele graskarpers. Eind jaren 80 werden in grote hoeveelheden triploïde graskarpers geproduceerd (Clugston & Shireman, 1987, zie ook paragraaf

4.1). Tussen 1990 en 1995 werden in Washington D.C aanvragen voor 184 uitzettingen toegewezen (Bonar et al., 2002). In 2004 werden meer dan 400.000 triploïde graskarpers verhandeld naar meer dan 30 staten. De regelgeving voor graskarpers varieert in de Verenigde Staten per staat. In een aantal staten is de graskarper verboden. In veel staten mag hij worden uitgezet, meestal alleen triploïd gecertificeerd (Conover, 2007).

Het doel van de uitzettingen was vooral de bestrijding van woekerende exoten in waterreservoirs en irrigatiekanalen (*Myriophyllum spicatum*, aarvederkruid en *Hydrilla verticillata* en *Egeria densa*, twee soorten waterpest) (Bain, 1993; Cassani, 1996). Ook recent wordt de graskarper nog volop ingezet ter bestrijding van *Hydrilla* (o.a. Manuel et al., 2013).



**Links: Grof hoornblad, Nieuw-Zeeland (bron: Wells, 2014). Rechts: Hydrilla in een irrigatievijver, VS (bron: Sutton, 2012).**

### **Toegepaste graskarperdichtheden**

Leslie et al., (in Cassani, 1996) beschrijven tientallen uitzettingen in Florida en Arkansas met uitzetdichtheden van 5 tot 576 stuks/ha veg. Hanlon et al., (2000) beschrijven 28 uitzettingen in de jaren 90 in Florida met dichtheden van 1,4-208 stuks/ha veg.

Bonar et al. (2002) analyseerde uitzettingen in 98 meren in Washington met uitzetdichtheden variërend van circa 12 tot 430 stuks/ha veg. De soms hoge toegepaste graskarperdichtheden houden verband met het feit dat de graskarper meestal werd ingezet om exoten geheel te verwijderen. Afgezien van extremen werden er meestal dichtheden toegepast tussen de 20 en de 100 exemplaren/ha veg. In beheeradviezen wordt in het algemeen uitgegaan van een basisuitzet rond de 25 tot 75 stuks/ha veg (zie Tabel 5.5).

**Tabel 5.5 Voorbeelden uitzetadviezen Verenigde Staten**

Regio	Advies	Opmerkingen	Bron
<b>Algemeen</b>	74 stuks/ha veg	<i>Kranswieren</i> bestrijding	Madsen et al., (2012)
<b>Ohio</b>	10-20 stuks/ha	Afhankelijk van bedekking (20->60%)	Lynch 2009
<b>N.-Carolina</b>	25-37stuks/ha 25-49/ha veg	<i>Hydrilla</i> bestrijding kleine wateren grotere wateren	Rice et al., 2014
<b>Texas</b>	12-25 /ha	Afhankelijk van bedekking	Texas Parks & Wildlife, 2016
<b>Florida</b>	50-75 stuks/ha	<i>Hydrilla</i> bestrijding eventueel later bijzetten	Sutton et al., 2012
<b>Florida</b>	25-74 stuks/ha veg	Afhankelijk van de soort waterplant	Sowinsky, 2001

Er zijn verschillende modellen opgesteld voor graskarperuitzettingen, variërend van eenvoudig (Wiley, 1987, in Cassani, 1996) tot meer geavanceerd (Swanson & Bergersen, 1988, Stewart & Boyd, 1999). Algemeen gaan de modellen uit van een basis uitzetdichtheid gestoeld op de temperatuur (klimaatregio of 'daily temperature units'<sup>1</sup>) en waterplanten (soort of biomassa). Swanson & Bergersen gebruiken meerdere modelcriteria waaronder de mate van verstoring, het beheerdoel en de beschikbare tijd. Terwijl het model van Wiley uitgaat van één uitzetting gaan de andere twee modellen uit van meerdere opeenvolgende uitzettingen.

### Effecten

Bij graskarperuitzettingen in de Verenigde Staten blijkt dat er in de overgrote meerderheid van de graskarperuitzettingen sprake is van een alles-of-niets-effect.

Op basis van de analyse van de 98 meren in Washington concluderen Bonar et al. (2002) dat het effect van graskarperuitzettingen pas na 1,5 jaar duidelijk zichtbaar wordt. Na 1,5 jaar is in 39% van de meren alle vegetatie verwijderd, in 42% wordt onvoldoende effect waargenomen en in 18% is sprake van 'intermediate control' (bedekking 5-40%). In de jaren daarna variëren de percentages, maar het percentage 'intermediate control' blijft laag of wordt 0%.

Andere auteurs komen tot vergelijkbare conclusies. Bij een analyse van de graskarperuitzettingen in diverse deelstaten (Leslie et al., 1996) bleek dat in 76% van de gevallen alle waterplanten waren verwijderd, in 15% geen/te weinig effect optrad, en in 9% van de gevallen een gedeeltelijk bestrijding. In Tabel 5.6 zijn resultaten weergegeven van de analyses van Leslie et al. en Bonar et al. en praktijkproeven van twee andere auteurs.

<sup>1</sup> DTU: zijnde het aantal daggraden (cumulatieve som van de dagelijkse temperaturen) boven 55°F (~12,8 °C), de temperatuur waarbij de graskarper geacht wordt te gaan eten.

**Tabel 5.6 Resultaten van verzamelstudies en twee praktijkproeven in de Verenigde Staten.**

auteur	stuks/ha veg uitgezet	effect* / **		
		geen effect	'intermediate'	totale verwijdering
<b>Leslie et al., 1996 meerdere meren</b>	9-567stuks	8 meren (15%)	5 meren (9%)	42 meren (76%)
<b>Bonar et al., 2002 meerdere meren</b>	12-430 stuks	16 meren (42%)	7 meren (18%)	15 meren (39%)
<b>Bauer &amp; Willis 1990</b>	49 stuks	Dakota: totale verwijdering kranwieren na 4 jaar		
	61 stuks	geen effect		
<b>Garner et al., 2013</b>	100 stuks	N.-Carolina: totale verwijdering parelvederkruid na 2 jaar		

\*geen effect; >40-100% bedekking, intermediate; bedekking ~5/10-40%, totale verwijdering; <5/10% bedekking

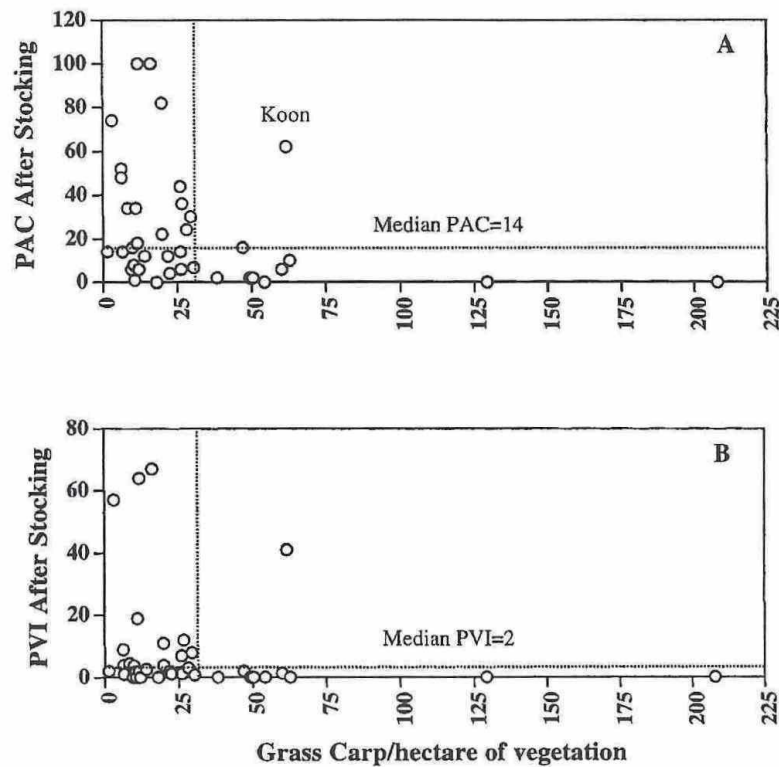
\*\* Leslie: effect na variërend aantal jaren na de uitzetting, Bonar: effect na 1,5 jaar.

Illustratief is de grootste uitzetting in de Verenigde Staten in de Santee Cooper reservoirs in S.-Carolina in de periode 1989 en 1996 (Kirk et al., 2000 en 2003, uitzet 768.500 triploïde graskarpers, beoogde dichtheid 20-30 stuks/ha veg). Doel was de bestrijding van *Hydrilla* met behoud/of hergroei van een deel van de ondergedoken watervegetatie. De *Hydrilla*-bedekking nam gedurende zes jaar toe, om vervolgens in 1997 helemaal in te storten. De auteurs geven aan dat 'intermediate control' (behoud van een gedeelte van de waterplantenbedekking) mogelijk moet zijn maar, alleen met veel geduld en veel inspanningen.

Diverse onderzoekers en/of auteurs concluderen dat er geen relatie bestaat tussen de uitgezette hoeveelheid graskarpers en het effect op de waterplantenbedekking. Terwijl er in de meest gevallen dus een alles-of-niets-optrad bleek hierbij geen duidelijke relatie te bestaan met de uitgezette hoeveelheid graskarpers. Bonar et al., zagen dat vanaf 10 stuks/ha veg tot 180 stuks/ha veg totale verwijdering van de waterplanten kon plaatsvinden. Geen/nauwelijks verwijdering van waterplanten kwam voor bij 10 tot 80 stuks/ha veg. Gedeeltelijke verwijdering trad op 20, 30, 60 en 120 stuks/ha veg.

Ook Leslie et al., vonden dat bij lage uitzetdichtheden (9, 12 of 15 stuks/ha veg) al een totale verwijdering van de waterplantenvegetatie kan plaatsvinden.

Hanlon et al. (2000) lieten echter zien dat de kans op totale verwijdering wel toeneemt vanaf een bepaalde dichtheid. Zie Figuur 5.3 waarin het aantal stuks/ha veg wordt uitgezet tegen de vegetatiebedekking en het vegetatievolume na minimaal 3 jaar.



**Figuur 5.3** Percentage bedekking (A: PAC) en percentage begroeid volume (B: PVI) versus de graskarperdichtheid (stuks/ha veg) in 38 meren in Florida minstens drie jaar na de graskarperuitzetting. Bron: Hanlon et al., 2000.

Uit deze figuren wordt duidelijk dat tot 25-30 stuks/ha veg het effect alle kanten op kan gaan, terwijl boven deze dichtheid totale verwijdering van de waterplanten praktisch altijd plaatsvindt. Ook bij nadere bestudering van de gegevens van Bonar et al., is te zien dat vanaf 80 stuks/ha veg er altijd wel een duidelijk effect optreedt (meestal totale verwijdering van de waterplanten). Onder de 80 stuks/ha is het effect zeer gevarieerd. Veel auteurs gaan inmiddels uit van het standpunt dat 'intermediate control' in veel gevallen wenselijk is en theoretisch haalbaar, maar in de praktijk zelden wordt gerealiseerd (Allen et al., 1987, diverse auteurs in Bain 1993, Mitzner 1994, Lynch 2009, Madsen et al., 2012).

## 5.6 Nieuw Zeeland

### Introductie en doelstelling

De eerste graskarpers werden in 1966 ingevoerd in Nieuw-Zeeland om hun bruikbaarheid te onderzoeken in de bestrijding van waterplanten (Edwards, 1974, ref. in Hofstra & Clayton, 2012). De graskarper werd in de jaren daarna met succes ingezet in verschillende min of meer geïsoleerde meren en soms in stromend water. Minder succesvol waren uitzettingen in waterafvoerkanalen, waar veel sterfte optrad door slechte milieuomstandigheden. Rond 2003 kwam de graskarper beschikbaar via de binnenlandse markt (Wells et al., 2003).

In Nieuw-Zeeland worden alleen steriele vissen uitgezet (ref. in Petr et al., 2000). Clayton & Wells (1999) concluderen echter op basis van een risicoanalyse dat de angst voor voorplanting van graskarpers in Nieuw-Zeeland ongegrond is.

Evenals in de Verenigde Staten worden de graskarpers vooral toegepast bij de bestrijding van ongewenste exotische waterplanten. Het betreft vooral de soorten *Egeria densa* (een waterpest), *Ceratophyllum demersum* (grof hoornblad) en *Hydrilla verticillata* (ook een soort waterpest) (Clayton & Wells, 1999, Hofstra & Clayton, 2012, Hofstra, 2014a).

### **Toegepaste graskarperdichtheden**

Hofstra (2014) heeft 22 recent uitgevoerde graskarperprojecten in Nieuw-Zeeland beschreven en geanalyseerd. De uitzetdichtheden bij aanvang van de projecten varieerden 20 tot 500 stuks/ha veg. In de meeste gevallen werden rond de 100 stuks/ha veg toegepast. Het doel van de uitzettingen varieerde van een totale verwijdering van een exotische waterplant tot een vermindering van de bedekking en/of het volume van (meestal exotische) waterplanten met 30, 60 of 70%.

Bij meerdere van deze projecten is na de uitzettingen aanvullend beheer toegepast: al naar gelang de resultaten werden er na een aantal jaren graskarpers uitgehaald of bijgezet.

### **Effecten**

In de acht wateren waarin totale verwijdering van een exoot werd nagestreefd was de reductie aanzienlijk, in één geval is de verwijdering bevestigd (graskarperdichtheden 40-100 stuk/ha veg). Men verwacht dat in de overige wateren de totale verwijdering van de betrokken exoot aanstaande is.

In de overige gevallen waarin het doel een geleidelijke en/of gedeeltelijke verwijdering van waterplanten was, werd het doel zelden bereikt. In de meeste gevallen was sprake van een gehele verwijdering van de ondergedoken vegetatie. Er werd geen duidelijke relatie gevonden tussen de uitzetdichtheid en de mate van waterplantenbestrijding. In Lake Omapere, met een lage uitzetdichtheid (20,5 stuks/ha veg) met als doel een langzame en gedeeltelijke afname van de vegetatie, was binnen een jaar alle vegetatie verdwenen. In enkele andere gevallen was in het geheel geen sprake van adequate waterplantenbeheersing en werden andere beheermethoden ingezet. In het enkele geval dat wel gedeeltelijke verwijdering heeft plaatsgevonden, verwacht men dat dit van tijdelijke aard is en dat de waterplanten uiteindelijk zullen verdwijnen.

Een vermeldenswaardig voorbeeld in Nieuw-Zeeland is verder dat bij een graskarperproef in Lake Parkinson (Rowe & Champion, 1994) met 57 stuks/ha veg binnen 2,5 jaar de exoot *Egeria* (*Egeria densa*) geheel was bestreden. Twee jaar later is alle graskarper verwijderd (met rotenon) en de vijver herbezet met vis. Hierna kwamen de inheemse waterplanten terug uit de natuurlijke zaadbank in de bodem.

### **Advies regulering graskarperuitzettingen**

Op basis van deze resultaten en een literatuurreview heeft het National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd. een aantal adviezen gegeven aan de overheid (Hofstra et al., 2014).

- Voor een aanvraag voor een graskarperproject dient een beslismodel te worden doorlopen. Dit beslismodel toetst een aantal criteria (economisch, ecologisch, praktisch en beheerdoelen) die leiden tot een go/no-gobeslissing.
- Bij de beoordeling van een aanvraag dient er van worden uitgegaan dat de graskarper op korte of langere termijn altijd leidt tot een totale verwijdering van waterplanten (mits het tegendeel kan worden aangetoond!). De graskarper wordt als beheermiddel ongeschikt geacht wanneer het behoud van een deel van de ondergedoken vegetatie het doel is. Men beschouwt de graskarper alleen inzetbaar ten behoeve van een beoogde totale verwijdering van (exotische) waterplanten.

### Beheeradviezen

Ten behoeve van uitzettingen is een advies opgesteld. Basis van het advies is een lage, gemiddelde en hoge graskarperdichtheid, op basis van gewenste snelheid van vegetatieverwijdering (Hofstra et al., 2014, zie ook Tabel 5.7).

**Tabel 5.7** Uitzetadvies bestrijding exotische waterplanten in Nieuw-Zeeland (Hofstra et al., 2014)

Aantallen/ha vegetatie	Doel
22 stuks/ha vegetatie	langzame bestrijding
50 stuks/ha vegetatie	gemiddelde bestrijding
100 stuks/ha vegetatie	snelle bestrijding

## 5.7 Discussie

### **Graskarperdichtheid versus waterplantenbestrijding**

Bij de vele graskarperproeven die zijn uitgevoerd in de Verenigde Staten, Canada en Nieuw-Zeeland is gebleken dat tot een bepaalde graskarperdichtheid de mate van waterplantenbestrijding varieert van 0% tot 100%. Boven deze graskarperdichtheid neemt de kans op een sterke reductie van de waterplanten toe.

In Florida ligt het omslagpunt bij een dichtheid van 25-30 graskarpers/ha veg, in Washington op circa 80 stuks/ha veg. Het is waarschijnlijk dat dit omslagpunt klimatologisch wordt bepaald aangezien de efficiency van de graskarper om waterplanten weg te grazen sterk bepaald wordt door het aantal daggraden. Het is niet duidelijk waar dit omslagpunt zich in een Nederlandse situatie zou bevinden omdat hier niet voldoende gegevens van langjarige uitzettingen bekend zijn. Waarschijnlijk is dat dit punt bij een hogere graskarperdichtheid ligt dan in Florida en meer ligt in de richting van het omslagpunt in Washington of iets daarboven. Hier spelen twee aspecten mee. Ten opzichte van subtropisch Florida heeft Nederland kortere en koudere zomers, waardoor graskarpers een veel kortere periode hebben om te eten. Het verschil met de zomers in Washington is kleiner maar ook daar zijn de zomers warmer dan in Nederland ([www.klimaatinfo.nl](http://www.klimaatinfo.nl)).

Bij de uitzettingen in het buitenland bleek bovendien dat het merendeel van de graskarperuitzettingen er toe leidde dat de (onder)waterplantenbedekking werd gereduceerd tot minder dan 10%, of geheel verdween. In een aantal gevallen was er onvoldoende waterplantenbestrijding en een gedeeltelijke controle van de waterplanten kwam zelden voor. Bij de uitzettingen in Nederland kwam dit alles-of-niets-effect eveneens naar voren maar in iets minder sterke mate dan in het buitenland. Mogelijk heeft dit te maken met de uitzetproeven die meestal slechts één seizoen duurden. Uit de buitenlandse literatuur komt naar voren dat de effecten van de uitzettingen in het algemeen pas zichtbaar werden na meer dan een jaar. In de literatuur worden weinig verklaringen gegeven voor het feit dat graskarperuitzetting meestal óf (te) weinig, óf (te) veel effect hebben. In 6.8 wordt hier nader op ingegaan.

Een ander punt dat naar voren kwam is dat, wanneer het beheerdoel was het behoud van een deel van de vegetatie, actief beheer (het nadien bijzetten of onttrekken van graskarper, al naargelang de resultaten) zelden tot het gewenste resultaat leidde.

De polder Steekt is daarentegen een voorbeeld waarbij actief beheer wel tot het gewenste resultaat leidde. Hier bereikte men een aantal jaren de gewenste gevarieerde waterplanten bedekking van circa 10-15% op het totale oppervlak (Van der Spiegel, pers. comm.). Wat in deze polder mee speelde was het feit dat de graskarpers de ondergedoken waterplanten in de ondiepe kavelsloten, en de drijfbladplanten in de hoofdwatgangen, ongemoeid lieten.

Dit duidt er op dat het alles-of-niets-effect bij een uitzetting kan worden voorkomen door er voor te zorgen dat er voldoende vegetatie is waar de graskarper niet bij kan, dan wel bij voorkeur niet worden gegeten, zoals riet en drijfbladplanten. Wanneer het beheerdoel niet de watervegetatie



zelf betreft maar een gezonde visstand is, kan ook kunstmatige beschutting en paaisubstraat voor een alternatief zorgen (rijshoutbossen, afgezonken (kerst)bomen etc.).

Er zijn veel uiteenlopende verklaringen gegeven voor het feit dat er geen éénduidige relatie wordt gevonden tussen de graskarperdichtheid en de resulterende waterplantenbedekking. De verklaringen zijn onder andere de wijze van waterplantenmonitoring (bedekking in plaats van biomassa; Bonar et al., 2002; Cassani, 1996; Petr, 2000), of het gebruik van verschillende formaten graskarper (Petr, 2000).

Meer aandacht wordt echter gegeven aan verklaringen betreffende klimatologische en geohydrologische variaties in combinatie met de grillige natuur. Het effect van de graskarper is sterk locatiegebonden vanwege geohydrologische verschillende en klimaat, met name temperatuur en licht (Stich et al., 2013; ref. in Cassani, 1996). Bonar et al. (1990) ontdekte dat de chemische samenstelling van het water de samenstelling en de eetbaarheid van planten voor de graskarper bepaalt. Naast de regionale verschillen is ook de grillige natuur een oorzaak voor de variatie in het effect van graskarpers, zoals de onvoorspelbare seizoenstemperaturen (Bonar et al., 2002; Fowler & Robson 1978) en graskarpersterftes. De graskarpersterfte na uitzettingen is vaak niet bekend, maar kan sterk variëren door predatie van kleine graskarper of andere oorzaken (Bauer & Willis 1990; Leslie et al., 1996; Hanlon et al., 2000). Steward & Boyd (1999) gebruiken in hun graskarpermodel een gemiddelde sterfte van 10% per jaar. In de praktijk ligt dit echter soms veel hoger. Volgens Clapp et al., (1994, in Bonar et al., 2002) varieerde in Florida de jaarlijkse sterfte van 6 tot 62%. Kirk et al. (2000) kwamen op basis van onderzoek tot sterftecijfers variërend van 22%-39% per jaar.

### **Overige beheersaspecten van een graskarperuitzetting**

Naast de relatie tussen de uitzetdichtheid en effecten worden door verschillende auteurs diverse andere aspecten van graskarperuitzettingen bediscussieerd. Een aantal voor Nederland relevante beheeraspecten komen in onderstaande aan de orde.

#### *Aantallen versus kilogrammen per hectare*

In het buitenland wordt uitgegaan van *aantallen graskarper/hectare begroeid areaal* in plaats van het in Nederland gebruikelijke *kilo graskarper/hectare*. Riemens (1977A) was al van mening dat, in navolging van het buitenland, beter gewerkt kan worden in aantallen graskarper/ha. Het bleek namelijk dat de plantenbestrijding beter aan het aantal vissen/ha, dan aan het gewicht /ha kon worden gerelateerd. Toch is dit niet overgenomen in de jaren daarna. Waarschijnlijk lag dit aan het feit dat men in die periode graskarpers uitzette van eenzelfde gewicht (500-750 gr) waarmee de relatie gewicht/aantal graskarpers steeds min of meer gelijk was. Tegenwoordig worden grotere graskarpers uitgezet om predatie te voorkomen. In dat geval kan er verwarring ontstaan over de toegepaste aantallen wanneer in kg/ha wordt gerekend. Daarnaast word in de buitenlandse literatuur en nu ook bij adviezen van Sportvisserij Nederland uitgegaan van een uitzetting/hectare *begroeiing*, met als logisch uitgangspunt dat de graskarper alleen daar zijn werk doet. Aanbevolen wordt daarom voortaan uit gaan van aantallen graskarper per

begroeide hectare oftewel stuks/ha veg (hectare vegetatie). Belangrijk hierbij is om uit te gaan van de bedekking wanneer deze op zijn hoogst is, meestal in de periode half juli/ half augustus.

*Grootte en diepte van het water:*

Auteurs in de Verenigde Staten adviseren graskarper alleen uit te zetten in kleine wateren (onder andere Bain in Cassani, 1996, Bonar et al., 2002, Madsen et al., 2012). Het belangrijkste argument hiervoor is dat wanneer er in kleine meren al geen relatie bestaat tussen de uitzetdichtheid en de effecten, de effecten in grotere systemen nog lastiger zijn te voorspellen. Ongewenste neveneffecten zijn in grote meren minder goed te corrigeren, ook al omdat graskarpers lastig terug te vangen zijn (Cassani, 1996). In grotere wateren zullen graskarpers bovendien de drukkere delen -waar planten bestrijding vaak juist gewenst is- vermijden. Daarom zijn graskarpers voor plantenbestrijding in bijvoorbeeld zwemplassen minder geschikt (Lynch, 2009).

Verschillende auteurs melden dat graskarpers in water van <1 m diep de waterplanten niet of niet goed bestrijden, wanneer dit zijwateren van wat diepere watergangen betreft. Zelfs wanneer in deze zijwateren favoriete waterplanten groeien dan blijven de graskarpers toch liever in de diepere hoofdwatergangen (Sutton et al., 1986, Wells et al., 2003). Van der Spiegel (1981) nam dit verschijnsel ook in Nederlandse polderwateren waar. In poldersystemen moet volgens Van der Spiegel daarom de bezetting gebaseerd worden op de hoeveelheid waterplanten in de diepere hoofdwatergangen. De ondiepe en begroeide kavelsloten blijven buiten de invloed van de graskarpers en fungeren daarmee als paai/opgroeigebieden voor de overige vissoorten.

*Beheerdoelstelling van het water*

Zoals al eerder besproken wordt in het algemeen een totale waterplantenbedekking van 10 tot 40% aangehouden als beheerdoelstelling voor de sportvisserij. Voor een zo gevarieerd mogelijke gezonde visstand blijkt een (totaal) bedekkingspercentage van 20 tot 60% optimaal te zijn (Zoetemeyer & Lucas, 2007).

Lynch (2009, Verenigde Staten) ziet geen probleem voor graskarper-uitzettingen in wateren die om praktische of esthetische redenen plantenvrij mogen of moeten zijn. Wanneer de doelstelling (sport)visserij en natuurbeheer is raadt hij aan voorzichtig te zijn. Voor wateren met als doelstelling (herbivoor) waterwild wordt de graskarper afgeraden (Leslie et al., 1987, Verenigde Staten).

Voor de uitroeiing van woekerende exoten in Nieuw-Zeeland achten Clayton & Wells (1999) kortstondig eventuele schadelijke bijeffecten acceptabel.

Meerdere auteurs achten een waterplantenbedekking van minimaal 10-25% nodig voor een gezonde visstand en een stabiel ecosysteem (Lynch, 2009, diverse auteurs in Cassani, 1996). Een bedekking van rond de 30% wordt als optimaal beschouwd. Vanwege mogelijke effecten op visstand door het verdwijnen van waterplanten, en daarmee voedselorganismen en beschutting voor juveniele vis, worden daarom graskarperuitzettingen in de Verenigde Staten als bedreiging voor de sportvisserij gezien (Bain in Cassani, 2006; Allen & Wattendorf, 1987). In verschillende beslismodellen

is een wel of niet gewenste of beoogde totale verwijdering een go/no-go criterium voor toepassing van de graskarper (Verenigde Staten: Cassani, 1996; Nieuw Zeeland: Hofstra et al., 2014).

#### *Formaat graskarper*

In Noord-Amerika en Nieuw-Zeeland worden meestal graskarpers uitgezet van rond de 25 cm. De graskarper in deze maat zou in de Verenigde Staten niet vatbaar zijn voor predatie door de 'largemouth bass' (*Micropterus salmoides*). Shireman et al., (1978, in Chilton & Muoneke, 1992) adviseren echter om graskarpers groter dan >45 cm uit te zetten om predatie te voorkomen. In Nederland wordt momenteel uitgegaan van een uitzetformaat van minimaal 40 cm om predatie door aalscholver en snoek te minimaliseren (Riemens, 1982b; Peters, 2016a).

Uitgaande van gemiddelde uitzetdichtheden geldt dat hoe kleiner de uitgezette vis, hoe langer het duurt voor er effect wordt gesorteerd (Lynch, 2009; Swanson & Bergersen, 1988; 20-30 cm: 3-4 jaar, 35-50 cm: 2-3 jaar, 50 cm; 1-2 jaar).

Een van de langst durende graskarperproeven is uitgevoerd door Stich et al., (2013). Verspreid over 15 jaar zijn er in Lake Gaston (Verenigde Staten) totaal 80.000 graskarpers uitgezet ter bestrijding van *Hydrilla*. Na 15 jaar is bijna 50% van de aanwezige biomassa graskarpers ouder dan 10 jaar. De relatie tussen *Hydrilla*-bedekking en graskarpers was het beste als ook de oudste graskarpers werden meegenomen in de analyse. De resultaten gaven aan dat oudere graskarpers in Lake Gaston tot zeker 16 jaar nog een belangrijke rol spelen in het waterplantenbeheer. Dit werd extra onderbouwd door een waargenomen bijna lineair patroon van gewichtstoename.

#### *Graskarper in combinatie met karper*

Bij een OVB-proef in 1977 bleek dat een combinatie graskarper en karper (150 GK<sub>2</sub> +50 K<sub>2</sub>/ha<sup>1</sup>) niet tot een betere bestrijding leidde dan graskarpers alleen (Riemens,1977A). Latere proeven wezen uit dat een uitzetting van driejarige karper en graskarper in gelijke verhoudingen elkaar wel kunnen versterken in de plantenbestrijding (F. Jacques Sportvisserij Nederland, pers. comm.).

#### *Selectieve vraat en exotenbestrijding*

Selectief eetgedrag van de graskarper kan tot verschuivingen leiden in de soortensamenstelling van waterplanten. Leslie et al., (1987) en Lynch (2009) bevelen daarom aan graskarpers alleen in te zetten ter bestrijding van waterplanten waar de graskarper een voorkeur voor heeft. Dit om te voorkomen dat de verkeerde plant wordt opgegeten en de te bestrijden plant zich juist uitbreidt.

Graskarpers worden veelvuldig ingezet ter bestrijding van exotische waterplanten. Bij de uitzet dient daarom te worden overwogen of de exoot wel of niet tot het voorkeursmenu van de graskarper behoort. Wanneer exotische soorten in de uitbreidingsfase zitten kan de uitbreiding versneld

<sup>1</sup> GK<sub>2</sub>: tweejarige graskarper, K<sub>2</sub>: tweejarige karper.

worden, wanneer de graskarper inheemse planten die op zijn voorkeursmenu staan eerst gaat eten (Catarino et al., 1997). Om dit de voorkomen moet dan een hoge graskarperdichtheid worden toegepast (Fowler & Robson, 1978). In King County Washington (Anonymus, 2010b) wordt de toepassing van graskarpers in dat geval juist helemaal afgeraden. Een monocultuur van exoten die minder favoriet zijn kan door graskarpers wel degelijk worden bestreden. Bij een dichtheid graskarpers van 100 kg/ha veg worden de jonge spruiten van de exoot parelvederkruid gegeten, terwijl deze minder favoriet voedsel van de graskarpers vormen (VS; Garner et al., 2013). Ook tijdens één van de praktijkproeven van Sportvisserij Nederland had de betrokken hengelsportvereniging de indruk dat pas gemaaid ongelijkbladig vederkruid wel werd gegeten (Peters, 2016a). Staat een exoot daarentegen op het voorkeursmenu van de graskarper, dan kan men juist met veel lagere dichtheden werken (13 stuks/ha) (Sutton et al., 2012). Hofstra & Clayton (2012) zien de graskarpers als middel ter bestrijding van kleine infecties van invasieve exoten door uitzettingen in enclosures om de geïnfecteerde plek heen.

#### *Behandeling water vóór graskarper uitzet*

Het succes van waterplantenbestrijding door de graskarper kan bevorderd worden door vooraf maatregelen te nemen. Veel auteurs geven aan dat om snel effect te hebben alvorens graskarpers uit te zetten de vegetatie zoveel mogelijk dient te worden verwijderd. Dit kan bijvoorbeeld door maaien (onder andere Madsen et al., 2012; Leslie et al., 1987; Sutton et al., 2012; Texas Parks & Wildlife, 2016) of uitzetten in het voorjaar, omdat waterplantenverwijdering over het algemeen van nature optreedt in de winter. Wanneer de te bestrijden plant een exoot betreft, die niet op het voorkeursmenu van de graskarper staat zoals *Cabomba*, parelvederkruid en ongelijkbladig vederkruid, dan is het zeker van belang de vegetatie tevoren zo veel mogelijk te verwijderen. De graskarper eet deze soorten wel als er geen andere planten zijn en blijkt daarbij een voorkeur te hebben voor jonge uitlopers (Garner et al., 2013; Peters, 2016a).

Ook het tevoren baggeren van de waterbodem voordat graskarpers worden uitgezet geeft goede resultaten in de waterplantenbestrijding (Van Rijn et al., 1974).

#### *Aanvullend beheer na uitzetting*

Veel auteurs geven aan dat beheer na de uitzetting nodig is om de effecten van de uitzetting in de loop der jaren bij te sturen. In de meest eenvoudige vorm wordt aangeraden om na een aantal jaren graskarpers bij te zetten om sterfte te compenseren (Texas Parks & Wildlife, 2016), of extra uitzetten wanneer er te weinig effect is na een paar jaar. Stewart & Boyd (1999) tonen aan de hand van een uitzetmodel voor graskarpers aan dat graskarperbeheer in de vorm van jaarlijkse uitzettingen een complexe zaak is, waarin onder andere plantensoorten, groeisnelheden van planten en graskarper en seizoensinvloeden, een rol spelen.

In de Verenigde Staten zijn enkele grootschalige uitzettingen gedaan, waarbij verspreid over een aantal jaren werd uitgezet. In het geval van het Santee Cooper reservoir nam de eerste jaren de plantenbedekking sterk toe, gevolgd door het instorten van de begroeiing in het 8<sup>ste</sup> jaar

(Kirk et al., 2000). De auteurs geven aan dat, hoewel gedeeltelijke plantenverwijdering theoretisch mogelijk zou moeten zijn, veel geduld en een grote inspanning vereist is.

In het geval van uitzettingen in Lake Gaston (uitzetting 80.000 stuks over 15 jaar) bleef het oppervlak *Hydrilla* min of meer hoog om na 10 jaar sterk te dalen en vervolgens weer toe te nemen (Stich et al., 2013). De auteurs vinden het moeilijk te voorspellen of en wanneer het gestelde beheerdoel wordt bereikt en/of graskarpers moeten worden bijgezet. Ook andere auteurs geven aan dat het beheer van graskarpers ná een uitzetting gewenst is, maar een lastige zaak blijkt in de praktijk (onder andere Sowinsky, 2001).

In Nieuw-Zeeland is verschillende malen geëxperimenteerd met graskarperbeheer na een uitzetting. Al naar gelang de resultaten werden graskarpers bijgezet of er weer uitgehaald. Wanneer het beheerdoel een gedeeltelijke verwijdering van de vegetatie betrof, leidde dit beheer niet tot het gewenste doel (Hofstra, 2014).

Ook in Nederland kwam men tot de conclusie dat na een uitzetting aanvullend beheer nodig is (Riemens, 1982a). Bij de uitzettingen in de periode 1977-1981 is gemiddeld in 35% van de uitzettingen aanvullend beheer gepleegd, meestal door het bijzetten van graskarper. Minder vaak werd er graskarper of snoek uitgedund, mechanisch geschoond, of het oppervlak van het object vergroot of verkleind. Het effect van dit beheer is alleen vernoemd in termen van percentages *wel, geen, gedeeltelijk of onbekend* effect. Om welke graskarperdichtheden het ging of hoe groot de effecten waren in termen van waterplantenbedekking is niet bekend. In de polder Steekt is graskarperbeheer jaren wel met succes volgehouden tot circa 2010. De graskarpers hielden hier de hoofdwatgangen schoon van ondergedoken waterplanten. Er bleef een gevarieerde ondergedoken begroeiing aanwezig in ondiepe zijsloten en drijfbladplanten in de hoofdwatgangen (Van der Spiegel, pers. comm.).

#### *Verwijderen teveel graskarpers*

Verschillende auteurs waarschuwen voor een overbezetting met graskarpers, omdat ze lastig zijn terug te vangen (Leslie et al., 1987; Texas Parks & Wildlife, 2016). Hofstra et al. (2014) geven een uitgebreid literatuuroverzicht van de verschillende methoden om graskarper te verwijderen. In onderzoek van Bonar (1993) bleek opdrijven en vervolgens vangen met zegens of staand want de beste methode, maar alleen toepasbaar in kleine en langgerekte wateren. Vangen met de hengel was de op één na beste manier. Volgens Hestand (1996) waren elektrovisserij, vissen met de zegen, de hengel en gebruik van rotenon goede methoden, elke methode echter met zijn beperkingen.

Uit voorbeelden blijkt dat de hengelmethode een kosteneffectieve manier kan zijn voor gedeeltelijke verwijdering. Door hengeldressuur nemen de vangsten op den duur wel af. Elektrovisserij is ook geschikt voor gedeeltelijke verwijdering in klein ondiep water, ook hier neemt de vangstefficiëntie af door vermijding. Verwijdering met de zegen is een dure methode. Het gebruik van een kruisnet in combinatie met drijvende voerpellets is een methode met wisselend succes.

## 6 Effecten op het ecosysteem

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke effecten van de graskarper op de waterkwaliteit, de verschillende taxonomische groepen en het ecosysteem als geheel.

Bij de deze effecten kan onderscheid gemaakt worden tussen directe en indirecte effecten. Directe effecten zijn bijvoorbeeld het verwijderen van waterplanten, het eventueel weg eten van andere organismen, het uitscheiden van feces in het water en mogelijke vertroebeling door het voedsel zoeken van de vissen.

Indirecte effecten treden op als gevolg van de directe effecten: waterplanten zorgen voor een bepaald microklimaat, het vasthouden van sedimentdeeltjes waardoor het water in een heldere toestand blijft. Door verwijdering van waterplanten kan meer opwoeling van het sediment optreden, dit kan leiden tot meer nalevering nutriënten uit de bodem, verandering in de zuurstofhuishouding, en effecten op het doorzicht en op andere organismen (onder andere Jaarsma et al., 2008). Omdat directe en indirecte effecten niet altijd even eenvoudig te scheiden zijn worden ze in dit hoofdstuk door elkaar behandeld.

Er is een grote hoeveelheid literatuur over dit onderwerp voor handen. Voor dit hoofdstuk is voornamelijk gebruik gemaakt van circa vijftien reviews, voor zover noodzakelijk aangevuld met andere literatuur.

#### *Andere factoren*

Het is lastig algemene uitspraken te doen over effecten op de waterkwaliteit op basis van de beschikbare literatuur. Dit heeft onder andere te maken met de grote verscheidenheid in de wijze waarop onderzoeken zijn uitgevoerd zoals verschillen in:

- dichtheden aan graskarper en in grootte/gewicht bij uitzetten;
- watertypen of proefopstellingen en grootte ervan;
- overige vissoortensamenstelling en waterplantensamenstelling;
- waterkwaliteit vóór uitzetten,
- waterbodem, temperatuur, lengte van het experiment.

Soms ontbreken ook controles of zijn er geen of onduidelijke gegevens over de uitgezette hoeveelheden. Ook veranderingen in het weer of waterniveau (en bijvoorbeeld inlaat van water) kunnen waterkwaliteitsparameters beïnvloeden; deze effecten zijn moeilijk te onderscheiden van effecten van graskarper.

### 6.2 Effecten op de waterkwaliteit

#### *Theorie*

Doordat de graskarper (een deel van) de waterplanten verwijdert in een water kan dit op verschillende manieren effect hebben op de waterkwaliteit.

- Doordat er minder waterplanten/geen waterplanten over zijn in het water wordt er minder substraat vastgehouden en kunnen er meer bodemdeeltjes opwervelen. Dit kan leiden tot vertroebeling en minder doorzicht (abiotisch). Het is afhankelijk van de doelstelling van het water of dit al dan niet een gewenste ontwikkeling is.
- Dat de bodemdeeltjes minder goed worden vastgehouden kan ook leiden tot nalevering van nutriënten. Meer opgeloste nutriënten in de waterkolom kan leiden tot meer algengroei en minder doorzicht (biotisch).
- Door de graskarper wordt het plantenmateriaal dat hij eet slechts gedeeltelijk opgenomen. Een deel van het plantenmateriaal wordt weer (soms halfverteerd) uitgescheiden. Hierdoor kunnen nutriënten sneller vrij komen, wat een versnelling van de nutriëntencyclus kan betekenen. Dit zou kunnen leiden tot eutrofiëringsverschijnselen.
- Een deel van de nutriënten/bouwstoffen uit het systeem wordt echter ingebouwd in het lichaam van de vis. Hierdoor ontstaat juist een onttrekking van nutriënten uit het systeem (tot de vis doodgaat).
- Een gedeeltelijke verwijdering van een sterk woekerende waterplantendek kan positief zijn voor bijvoorbeeld de zuurstofhuishouding: een dichte onderwaterplantenbedekking zorgt voor grote fluctuaties in het zuurstofgehalte gedurende het etmaal; de extremen wordt minder bij een geringere onderwaterplantenbedekking.

(Van Zon, 1977; Werkgroep Graskarper, 1984; Pípalová, 2006; Dibble & Kovalenko, 2009)

#### *Praktijk*

In verschillende reviews komt ook naar voren dat de onderzoeken nogal variëren in uitkomsten voor wat betreft de effecten van graskarpers op de waterkwaliteitsparameters (Chilton & Muoneke, 1992; Cudmore & Mandrak, 2004; Pípalová, 2006).

De Werkgroep Graskarper (1984) geeft aan dat de literatuurgegevens weinig eenduidig zijn voor wat betreft het effect op de fysisch-chemische waterkwaliteit maar dat er in het algemeen geen grote effecten op de waterkwaliteit worden waargenomen. Veel auteurs geven aan dat de invloed van graskarper op de waterkwaliteit niet in één duidelijke richting wijst (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984). De meeste veranderingen in de waterkwaliteit worden niet direct veroorzaakt door de vis maar indirect bij (totale) verwijdering van waterplanten (Brooker & Edwards 1975; Cassani et al., 2008). Waterkwaliteitsveranderingen zijn vaak slechts tijdelijk en het systeem herstelt zich na enige tijd (Maceina et al., 1992 en Canfield et al., 1983 in Cassani et al., 2008).

Bij een onderzoek in watergangen in Overijssel met hoge uitzetdichtheden aan graskarper (350 kg graskarper/ha) werden geen nadelige effecten op de waterkwaliteit gevonden. De zuurstofgehalten waren hoger in de watergang met graskarper dan in de controlewatergang zonder graskarper. De concentraties nutriënten en chlorofyl namen niet toe in het jaar van uitzetting en het erop volgende jaar. Er werd een (plaatselijke) vertroebeling van het water geconstateerd (Jol, 1983).

Volgens Pípalová (2006) worden de meeste waterkwaliteitseffecten gevonden in langdurende experimenten, met name wanneer de waterplanten compleet worden verwijderd. Bij lage dichtheden graskarper (uitzetdichtheid 30 kg/ha) werden slechts verwaarloosbare veranderingen in de waterchemie waargenomen en geen effecten op de bodemchemie, terwijl wel een gedeeltelijke reductie van de waterplanten werd bereikt.

Volgens een recent review van Dibble & Kovalenko (2009) wordt voornamelijk een toename van de concentraties nitriet, nitraat en fosfaat veroorzaakt door de graskarper, maar het lijkt erop dat ze daarbij doelen op situaties waarbij de watervegetatie geheel wordt verwijderd.

Hieronder wordt ingegaan op een aantal afzonderlijke waterkwaliteitsparameters.

#### *Zuurstof*

In sommige onderzoeken blijkt de verwijdering van waterplanten te leiden tot een afname van het zuurstofgehalte, in andere gevallen neemt het zuurstofgehalte toe door fotosynthese van opkomende algen (Lembi et al., 1978; refs. in Pípalová, 2006).

Als slechts een gedeelte van de waterplanten en/of draadalgen wordt verwijderd kan dit gunstig zijn voor de zuurstofhuishouding omdat er minder fluctuaties en extreme waardes optreden (Van Zon, 1977; Pípalová, 2006).

Een afname van de hoeveelheid waterplanten kan leiden tot betere menging van water (en zuurstofproductie door fytoplankton) waardoor minder zuurstofloze perioden optreden. Dit is positief voor de bodemfauna (Aliiev 1976 in Cassani et al., 2008).

In polder Steekt en in de Binnenpolder werden gedurende vijf jaar graskarperproeven gedaan waarbij geen nadelige effecten optraden op de zuurstofhuishouding (Van der Spiegel, 1981).

#### *Nutriënten*

Dat de uitscheiding van nutriënten door de graskarper leidt tot een toename van de eutrofiëring komt volgens de Werkgroep Graskarper (1984) niet duidelijk naar voren uit veldproeven/onderzoeken. In sommige gevallen bleek juist dat de eutrofiëring wordt afgeremd doordat een aanzienlijk deel van de nutriënten in het lichaam van de vis wordt vastgelegd (Li, 1998 en Lembi et al., 1978).

De Werkgroep Graskarper (1984) zette een aantal Nederlandse onderzoeken op een rij. In sommige onderzoeken nam de trofiegraad (enigszins) toe, in andere nam deze niet toe of zelfs af. Wel werd een vrij algemene verhoging van ijzer- en mangaangehaltes gevonden.

Een toename van de sedimentresuspensie door het verwijderen van waterplanten en de ontlasting van graskarper kunnen leiden tot een toename van de nitriet-, nitraat- en fosfaatconcentraties (o.a. Shireman & Smith, 1983; Kirkagac & Demir, 2004), wat algenbloei tot gevolg kan hebben (o.a. Vinogradov & Zolotova, 1974; Shireman & Smith, 1983).

Maceina et al., 1992 vonden een toename van totaal fosfaat, oplosbaar fosfaat en ammonia in Lake Conroe (Florida, VS) na een totale verwijdering van de onderwaterplanten (74 graskarpers/ha veg).



Dorenbosch & Bakker (2012) vonden een toename van de concentratie ammonium in vijverexperimenten met graskarper (148 kg/ha of ca. 8500 vissen/ha), maar er werd geen algenbloei waargenomen. Er was geen effect op het fosfaat- en nitraatgehalte.

Soms wordt een (sterke) toename van kalium genoemd (Lembi et al., 1978).

De Werkgroep Graskarper (1984) wees erop dat de waterbodem op den duur mogelijk verzadigd zou kunnen raken met voedingsstoffen waardoor algenbloei zou kunnen ontstaan. Dit hangt mede af van overige factoren zoals de aanwezige hoeveelheid voedingsstoffen, de doorstroming en de afspoeling van landbouwgronden. Om verregaande ophoping van voedingsstoffen en detritus tegen te gaan is onderhoud als baggeren van belang.

#### *Doorzicht*

De Werkgroep Graskarper (1984) meldt dat uit de literatuur blijkt dat het doorzicht in sommige graskarperproeven afneemt, soms toeneemt en soms gelijk blijft.

De abiotische troebeling die voorkomt wanneer de watervegetatie totaal verdwenen is kan ook veroorzaakt worden door vissen die meer in de bodem naar voedsel zoeken. Het effect van wind kan ook groter zijn wanneer er geen waterplanten meer zijn (Pípalová, 2009).

Meren waarin de vegetatie geheel was verwijderd door graskarper waren troebeler dan meren waarin de planten gedeeltelijk waren verwijderd en de controle zonder graskarpers. Dit verschil in doorzicht hield geen verband met het chlorofylgehalte van het water maar met zwevende deeltjes door een toename van de windwerking en sedimentopwerveling (Bonar et al., 2002).

#### *pH en alkaliniteit*

Er zijn onderzoeken die melden dat de alkaliniteit en de pH lager worden na uitzet van graskarper (refs. in Werkgroep Graskarper, 1984, Dorenbosch & Bakker, 2012).

#### *Bodemchemie*

Terrell (1975) en Hestand & Carter (1978 in Pípalová, 2006) bestudeerden de bodemchemie na uitzetting van graskarper. Beide onderzoeken suggereren dat de nutriënten die vrijkomen worden ingevangen in de bodem (ze slaan neer of binden aan organische zuren) en daardoor niet beschikbaar zijn voor fytoplankton.

#### **Resumé**

De effecten van graskarper op de waterkwaliteit zijn sterk wisselend. Vaak hangt het optreden van eutrofiëringseffecten samen met een gehele verwijdering van de waterplanten. Als de waterplanten slechts gedeeltelijk worden verwijderd zijn de effecten vaak gering.

## 6.3 Effecten op andere vissoorten en de visstand

### Theorie

In het algemeen zou het uitzetten van graskarper de volgende effecten op de visstand kunnen hebben:

- Als gevolg van de afname of het volledig verdwijnen waterplanten kan er een negatief effect optreden op de plantminnende soorten, door afname van refugia en voortplantingshabitat.
- Een gedeeltelijke verwijdering kan ook positief zijn voor andere vissoorten (zelfs plantminnende), omdat er meer bewegingsruimte ontstaat en ook mogelijk meer habitatvariatie.
- Indirect kan de (gedeeltelijke) verwijdering van de watervegetatie ook gevolgen hebben op de vissoorten die foerageren op organismen die groeien op de waterplanten, doordat de hoeveelheid voedsel minder of meer wordt en minder gevarieerd of juist meer.
- Voedselcompetitie met andere vissoorten om planten lijkt niet waarschijnlijk, omdat er geen andere geheel herbivore vissoorten zijn in Nederland/Europa.
- Voedselcompetitie met andere vissoorten om dierlijk voedsel is ook niet waarschijnlijk, omdat graskarpers die worden uitgezet ruimschoots de leeftijd/grootte zijn gepasseerd waarop dierlijk voedsel wordt genuttigd.
- Sommige omnivore vissoorten kunnen profiteren van de aanwezigheid van graskarper omdat zijn uitwerpselen kunnen dienen als voedsel voor deze soorten.
- Graskarpers kunnen effecten op andere vissen hebben door verstoring van hun voortplanting.
- Ook kunnen bij het uitzetten van graskarpers ziektes worden overgebracht op de inheemse visgemeenschap – zie paragraaf 3.9).

(onder andere Van Zon et al., 1976; Shireman & Smith, 1983; Werkgroep Graskarper, 1984; Cudmore & Mandrak, 2004).

### Kanttekeningen

Het effect van uitzetten van graskarper op de rest van de visstand is lastig te onderzoeken. Dat komt onder andere doordat effecten op de visstand pas na enkele jaren goed meetbaar zijn. Bovendien zijn resultaten van een visstandonderzoek vaak niet zo nauwkeurig. Ook spelen allerlei andere invloeden een mogelijke rol in verschuivingen van de visstand zoals temperatuur, verontreinigingen, jaarklasse-schommelingen en wintersterfte die het beeld vertroebelen. Onderstaand worden de bevindingen in de diverse reviews en enkele andere belangrijke artikelen weergegeven (vissoorten die niet in Europa voorkomen worden niet bij naam genoemd).

### Praktijk

Vinogradov & Zolotova (1974, voormalige Sovjet-Unie) constateerden dat de aanwezigheid van graskarper op lange termijn leidt tot het verdwijnen van snoek en baars en een sterke achteruitgang van kroeskarper en de 'Zwarte Zee voorn' (*Rutilus frisii*, een soort die niet in West-Europa voorkomt). Het ging daarbij wel om een hoge dichtheid van ca. 3000-10.000 vissen/ha en een totale verwijdering van de watervegetatie.

Aliev (1976 *in* Chilton & Muoneke, 1992) vond een toename van de productie na het uitzetten van graskarper, maar plantminnende soorten zoals de snoek gingen achteruit. Het is niet duidelijk hoeveel van de vegetatie er werd verwijderd.

In een langlopend experiment in een Pools meer met gemiddeld 84 kg/ha veg werd in de loop van de jaren een nagenoeg gehele verwijdering van de waterplanten bewerkstelligd en werd een afname van onder meer ruisvoorn, blankvoorn en zeelt waargenomen (Krzywosz et al., 1980).

In diverse Amerikaanse onderzoeken werden ook negatieve effecten op bepaalde vissoorten (die niet in Europa/Nederland voorkomen) waargenomen, met name na (nagenoeg) volledige verdwijning van de vegetatie (Chilton & Muoneke, 1992; Bettoli et al., 1993; Ware & Gasaway, 1976; Maceina et al., 1992). Bettoli et al., (1993) zagen in Lake Conroe in Texas vooral een afname van kleine plantminnende vissoorten, enkele cypriniden namen toe (het ging hierbij om soorten die niet in Europa voorkomen).

Na volledige verwijdering van de vegetatie door graskarper namen de visvangsten af en verdween een aantal soorten (Colle & Shireman, 1994 *in* Dibble & Kovalenko, 2009).

Shireman & Smith (1983) maakten melding van onderzoeken waarin kleine vissen werden weggegeten door piscivore vis als gevolg van afname van de schuilplaatsen en/of een afname van paaiplaatsen (Opuszyński, 1979; diverse refs. *in* Shireman & Smith, 1983; Petr, 2000). Ook kan de graskarper bij hoge dichtheden (en verwijdering van de waterplanten) de voortplanting van snoek en baars verhinderen (Sutton et al., 1977 *in* Shireman & Smith, 1983).

Van Zon et al., (1976) achtten een effect op de voortplanting van andere vissoorten gering omdat de meeste vissen in het voorjaar paaien, wanneer de impact van graskarper op de waterplanten nog klein is.

Volgens Riemens (1986A en B) hoefden snoekpopulaties geen negatieve invloed van graskarpers te ondervinden, mits er voldoende habitat overbleef in de vorm van planten als riet, lisdodde en drijfbladplanten of kunstmatig snoekhabitat zoals rijshout en dergelijke.

Sommige vissoorten vertoonden een toename van de groei, productie en overleving in de aanwezigheid van graskarper doordat er meer voedsel beschikbaar was als gevolg van een toename van planktivore vis (diverse refs. *in* Pípalová, 2006) en dat deze vis makkelijker predeerbaar was bij een lagere waterplantendichtheid (Cassani et al., 2008).

Het verwijderen van een deel van een overmatige groeiende vegetatie kan ook positief zijn. Wanneer slechts een gedeelte van de watervegetatie werd verwijderd door de graskarper bleken andere vissoorten beter te groeien, waarschijnlijk doordat er meer ruimte was (Van Zon et al., 1976; Petridis, 1990). Petridis vond in een onderzoek in Engeland een positief effect op de zeelt, welke beter kon foerageren op de open plekken. Stanley et al., (1978) vonden ook dat waar de waterplanten gedeeltelijk worden verwijderd de vispopulaties meestal toenamen.

Uit onderzoek van Moore & Spillett (1982 *in* Pípalová, 2006) kwam naar voren dat graskarper (75-150 kg/ha) gedurende drie jaar geen effect had op andere vissoorten.

Bij een gedeeltelijke verwijdering van hydrilla door graskarper in de Verenigde Staten was er gedurende zeven jaar minimaal effect op andere vissoorten (Killgore et al., 1998).

Als niet alle planten worden verwijderd is het effect op andere vispopulaties niet zo waarschijnlijk (refs. *in* Bain, 1993).

Uit een meta-analyse van Bailey (1978) van 100 meren in Arkansas in de Verenigde Staten bleek dat er een grote variatie is in de effecten op de visstand. Soms traden veranderingen op in diversiteit en biomassa van de vispopulatie, in andere niet: er waren geen duidelijke trends, wel grote fluctuaties. Ook in meren waar geen graskarper werd uitgezet kwamen dergelijke fluctuaties voor. Bailey kwam tot de conclusie dat andere variabelen zoals het weer, peilfluctuaties, voedselrijkdom en visserijdruk meer effecten lijken te hebben op vispopulaties dan de graskarper.

De Werkgroep Graskarper (1984) concludeerde dat eventueel optredende ongunstige effecten samenhangen met volledige verwijdering van de vegetatie, maar dat in het algemeen de effecten op de visstand gering zijn. Als de hoeveelheid graskarper wordt aangepast aan de hoeveelheid waterplanten kan de visproductie zelf aanzienlijk toenemen. Dit kan deels worden veroorzaakt door de 'fecale groenbemesting' door de graskarper (refs. *in* Werkgroep Graskarper, 1984).

Mikschi et al., (1996) keken vooral naar de langetermijnveranderingen in de visgemeenschap in het Neusiedler meer in Oostenrijk als gevolg van de introductie van graskarper. Hierbij werden alle waterplanten verwijderd. Het bleek niet mogelijk om het effect van de graskarper te scheiden van andere effecten (uitzetten andere vissoorten, eutrofiëring, peilbeheer). Toch menen zij te mogen concluderen dat de aanwezigheid van graskarper heeft bijgedragen aan het verdwijnen van een aantal inheemse vissoorten.

Cudmore & Mandrak (2004) gaven aan dat er een grote variatie in uitkomsten is voor wat betreft de gevolgen van graskarper op de visstand. Zij zagen in een aantal onderzoeken competitie van graskarper met benthische en planktonische soorten, maar ook een toename van sommige pelagische vissoorten. Sommige omnivore vissoorten profiteren van de graskarper doordat ze de uitwerpselen van de graskarper eten (Huazhu et al., 1990 *in* Cudmore & Mandrak, 2004) of de micro-organismen die daarbij voorkomen (ref. *in* Pípalová, 2006). Wegvraat van alle waterplanten leidde tot een toename van de groei van regenboogforel, maar ook voor een toename van de predatie door aalscholvers, door een gebrek aan schuilplaatsen (Hubert, 1994 *in* Cudmore & Mandrak, 2004).

Het uitzetten van kleine graskarpers – die nog makkelijk gepredeerd kunnen worden – kan tot effect hebben dat de overige proovis te weinig onder controle wordt gehouden (refs. *in* Dibble & Kovalenko, 2009).

### Resumé

Uit het overgrote deel van de literatuur komt naar voren dat het optreden van negatieve effecten op de visstand over het algemeen samenhangt met een volledige verwijdering van de waterplanten.

Als gedeeltelijke verwijdering van de waterplanten kan worden bewerkstelligd is er meestal geen of een gering effect op de visstand of soms een positief effect wanneer een sterk woekerende waterplantenmassa wordt gereduceerd.

## 6.4 Effecten op waterplanten

### *Theorie*

Graskarper wordt uitgezet om een overmatige hoeveelheid waterplanten in een water te reduceren. Nut en noodzaak van de verwijdering van waterplanten is reeds in de inleiding besproken. Onderzoeks- en praktijkvoorbeelden van graskarpers en (gedeeltelijke) waterplantenverwijdering zijn uitgebreid aan de orde geweest in de hoofdstukken 3 en 4. In deze paragraaf wordt volstaan met een kort overzicht van de overige mogelijke effecten op de waterplanten die optreden. De belangrijkste daarvan zijn:

- verschuiving van de waterplantensamenstelling door voedselvoorkeur van de graskarper;
- totale eliminatie van alle vegetatie of juist geen effect op de vegetatie;
- afname van de diversiteit van de watervegetatie;
- afname van de diversiteit van het habitat en de ruimtelijke variatie;
- uitbreiding van ongewenste soorten (bijvoorbeeld exoten) en afname van gewenste soorten (bijvoorbeeld inheemse soorten);
- verhindering van het herstel van de gewenste soorten (na verwijderen van de ongewenste soorten) door lange levensduur /aanwezigheid graskarper;
- verwijdering van de ook minder smakelijke plantensoorten - bij hoge dichtheden graskarper, of wanneer de graskarper lange tijd zonder eten is geweest;

(onder andere Vinogradov & Zolotova, 1974; Shireman & Smith, 1983; Chilton & Muoneke, 1992; Bain, 1993; Bonar et al., 2002; Dibble & Kovalenko, 2009).

### *Enkele praktijkpunten*

Uit veel literatuur komt echter naar voren dat het lastig is om een gedeeltelijke verwijdering van de waterplanten te bewerkstelligen (zie ook hoofdstuk 5). In veel gevallen verdwijnen alle ondergedoken waterplanten na een uitzetting. De relatie tussen de dichtheid aan graskarper en de mate van verwijdering is niet eenduidig (onder andere Bonar et al., 2002; Hanlon et al 2000; Mitzner, 1994).

Er moet per situatie gezocht worden naar de geschikte hoeveelheid graskarper om uit zetten om ongewenste effecten te vermijden. Een gedeeltelijke verwijdering van macrofyten kan ervoor zorgen dat er meer habitatheterogeniteit ontstaat (Petridis, 1990)ten opzichte van de situatie waarin het water is dichtgroeid met waterplanten.

Hoewel door selectieve vraat van de graskarper de soortenrijkdom afnam in de loop van het seizoen bleef de soortenrijkdom van een water in het voorjaar over meerdere jaren gelijk (Peters, 2016a). Dit sluit aan bij de bevinding van de OVB-proef in 1982 waar graskarpers werden uitgesloten van een deel van in jaren daarvoor kaal gegeten vijvers: hier vond herstel van de oorspronkelijk begroeiing plaats.

Een nog niet eerder genoemd positief effect van de graskarper is dat door het geleidelijke grazen de jaarlijkse ophoping van dode planten biomassa in het najaar wordt voorkomen. Dit zorgt voor een verbetering van de zuurstofhuishouding en de waterkwaliteit in het najaar (Aliev, 1976; Pípalová, 2009).

## 6.5 Effecten op overige soorten

### *Theorie*

De graskarper kan op andere plant- en diergroepen directe of indirecte effecten hebben. Directe effecten zijn het opeten van andere organismen. Onder indirecte effecten worden verstaan: competitie om habitat of voedsel, effecten op het predatierisico of effecten op het voortplantings-habitat (Chilton & Muoneke, 1992). Andere organismen kunnen hier profijt of nadeel van ondervinden. Hieronder wordt per planten-/diergroep een aantal onderzoeken besproken.

### **Plankton**

Onder de term plankton vallen alle minder dan 0,5 mm grote plantaardige (fytoplankton) en dierlijke (zoöplankton) organismen die in het water voorkomen. Omdat het graskarperbroed over het algemeen na korte tijd overgaat van dierlijk voedsel op plantaardig voedsel is het niet waarschijnlijk dat het veel directe impact heeft op het plankton- of macrofaunagemeenschappen, tenzij de larven in grote dichtheden voorkomen (Chilton & Muoneke, 1992).

In sommige wateren kan een afname van de abundantie en de diversiteit van planktongemeenschappen optreden (Chilton & Muoneke, 1992). Werkgroep Graskarper (1984) concludeerde uit meerjarig Nederland graskarperonderzoek dat slechts een geringe invloed op het zoö- en fytoplankton is gebleken.

### *Fytoplankton*

- In vijverexperimenten met een dichtheid van 125 dieren/ha had de graskarper geen effect op de fytoplanktonbiomassa (chlorofyl a) of de soortensamenstelling en geen effect op het zoöbenthos en zoöplankton (Pípalová et al., 2009).
- Bij een uitzetdichtheid van 55 kg/ha in een meer in Florida, waarbij alle macrofyten werden weg gegeten, leidde het vrijkomen van nutriënten tot een toename van het fytoplankton (ref. in Pípalová, 2006). Door beschaduwend effect hiervan werd de ontwikkeling van macrofyten verder onderdrukt.
- Bij een matige uitzetdichtheid en een gedeeltelijke verwijdering van de waterplanten waren de effecten op de fytoplanktongemeenschappen klein (refs. in Cassani et al., 2008).

- Verschillende auteurs hebben laten zien dat er variabele effecten op het fytoplankton worden gevonden: een toename, geen verandering of normale schommelingen (Werkgroep Graskarper, 1984; Cassani et al., 2008). Vooral bij een totale verwijdering van de waterplanten wordt een toename van het fytoplankton gevonden (Richard et al., (1984 in Cassani et al., 2008 in meren in Florida).
- Bij hoge uitzetdichtheden werd in diverse onderzoeken een shift van diatomeeën, cryptofyten en groenalgen naar een dominantie van blauwgroene algen waargenomen en een afname van de diversiteit aan soorten (refs. in Cassani et al., 2008).
- Maceina et al., (1992) vonden een negenvoudige toename van de hoeveelheid blauwalgen nadat de waterplanten geheel waren verwijderd in een langetermijnexperiment in het zuiden van de Verenigde Staten.
- Ook Kogan (1974 in Pípalová, 2006) vond een dominantie van de blauwalg *Microcystis* nadat graskarper alle aarvederkruid had verwijderd.

#### Zoöplankton

- Directe effecten van de graskarper op zoöplankton is in natuurlijke situaties waarschijnlijk niet groot omdat het zoöplankton in overvloed aanwezig is en de planktivore fase van de graskarper kort is, de dieren die worden uitgezet zijn herbivoor (Shireman & Smith, 1983).
- Er kan een toename van de groei van zoöplankton optreden als gevolg van de toename van nutriëntenremineralisatie door de consumptie van waterplanten en veranderingen in het fytoplankton. Er werden geen grote veranderingen in de gemeenschapsstructuur waargenomen (refs. in Cassani et al., 2008).

#### Macrofauna

- Het is aangetoond dat het wegeten van waterplanten leidt tot een afname van slakken die hun eitjes leggen op deze planten (Fedorenko & Fraser, 1978).
- Ook is aangetoond dat deze competitie kan leiden tot een afname, verplaatsing of afname van de grootte van rivierkreeften (rode Amerikaanse rivierkreeft wordt specifiek genoemd)(ref. in Fedorenko & Fraser, 1978; ref. in Chilton and Muoneke 1992; refs. in Cudmore & Mandrak, 2004). Soms namen de rivierkreeften juist toe als gevolg van de grote hoeveelheden uitwerpselen van graskarper (ref. in Cudmore & Mandrak, 2004).
- Soms neemt de benthische macrofauna af in abundantie en/of diversiteit. Mogelijke oorzaak hiervan is dat benthische organismen beter gepredeerd worden door vissen bij een geringere waterplanten-bedekking (Vinogradov & Zolotova, 1974; Fedorenko & Fraser, 1978; Petridis, 1990, ref. in Cudmore & Mandrak, 2004). Een soort als de zoetwaterpissebed kan daardoor afnemen (Petridis 1990 in Cudmore & Mandrak, 2004).
- Watervegetatie stabiliseert de bodem (ook dood materiaal) en zorgt voor een geschikt habitat voor veel andere organismen. De verwijdering van waterplanten kan een effect hebben doordat het habitat voor fytofiele macrofauna afneemt. Uit een zestal Nederlandse onderzoeken is gebleken dat, mits een redelijke hoeveelheid water-

planten overblijft (15-40%), de graskarper weinig effect heeft op de macrofauna (Werkgroep Graskarper, 1984). Gedeeltelijke verwijdering van een overvloedige hoeveelheid waterplanten kan juist een gunstig effect hebben op de macrofauna omdat minder perioden met zuurstofloosheid optreden. Pas wanneer alle waterplanten worden verwijderd, neemt de macrofauna drastisch af (dit is niet anders dan bij mechanisch schonen)(Aliev, 1976 *in* Cassani et al., 2008; Werkgroep Graskarper, 1984).

- Planten en het daarop levend perifyton bieden habitat, voedsel en schuilplaats voor een hoge dichtheid aan macrofauna. Als de waterplanten achteruitgaan kan de epifytische macrofauna afnemen, terwijl de benthische macrofauna juist toeneemt (Kirkagac & Demir, 2004; refs. in Dibble & Kovalenko, 2009).
- Ook kunnen dieren die op de planten aanwezig zijn (bijvoorbeeld slakken) bij het eten van planten door de graskarper worden mee gegeten (Terrell & Terrell, 1975 *in* Pípalová, 2006).
- De verwijdering van de waterplanten kan ongewenste effecten op benthische ongewervelden veroorzaken, zoals een toename van muggen, die daardoor een plaag kunnen vormen (Clayton & Wells, 1999).

#### **Amfibieën**

- De voortplanting en de eistadia van amfibieën zijn meestal in het vroege voorjaar tot eind april. In deze periode is het water nog vrij koud, waardoor de eetactiviteit van de graskarper laag is, zodat hier weinig effect van te verwachten is aldus de Werkgroep Graskarper (1984). Complete verwijdering van waterplanten zal wel effect hebben.
- Massale waterplantenverwijdering en afname van habitatvariatie kunnen leiden tot de afname van amfibieën (Murphy et al., 2002).
- Waterplantbedden dienen ook als refugia voor de voedselorganismen van (onder andere amfibieën).

#### **Vogels**

Graskarper kan ook effecten hebben op watervogels:

- Er kan competitie optreden met watervogels zoals eenden en meerkoeten) die waterplanten eten om de voorkeursvoedselplanten: (McKnight & Hepp, 1995 *in* Petr, 2000; Chilton & Muoneke, 1992; Cudmore & Mandrak, 2004; refs. *in* Dibble & Kovalenko, 2009).
- Er kunnen effecten optreden op vogelsoorten die dieren eten die op waterplanten leven (Fedorenko & Fraser, 1978).
- Er kunnen effecten optreden op watervogels die waterplanten gebruiken als habitat (Gasaway & Drda, 1977; Cassani et al., 2008);
- Sommige onderzoekers vonden dat de abundantie van watervogels niet veranderde, maar dat de soortensamenstelling veranderde van plantenetende vogels naar vogels van het open water (Hoyer and Canfield, 1994 *in* Cassani et al., 2008).
- Sommige vogels die water met een dichte waterplantenbedekking vermijden (duikeenden, meerkoeten en eenden) kunnen positieve effecten ondervinden van een gedeeltelijke verwijdering van waterplanten (refs. *in* Cassani et al., 2008).



### Resumé

Net als voor de vissen geldt voor de overige organismen dat een totale verwijdering van waterplanten vaak leidt tot negatieve gevolgen. Dit geldt met name voor de plantminnende soorten, maar werkt ook door op andere delen van de voedselketen. Bij veel onderzoeken wordt niet precies aangegeven welk deel van de vegetatie wordt verwijderd. Effecten die kunnen optreden zijn ook een verschuiving van plantminnende soorten naar andere soorten zoals benthivoren. Bij een gedeeltelijke verwijdering van de waterplanten lijken de effecten vaak minder ernstig, niet aanwezig of zelfs positief te zijn.

## 6.6 Effecten op het ecosysteem

Uit de vorige paragrafen is naar voren gekomen dat het uitzetten van graskarper een reeks aan effecten kan hebben op de verschillende plant- en diergroepen en op de waterkwaliteit. In deze paragraaf worden de mogelijke effecten op het aquatisch ecosysteem als geheel op een rij gezet.

Een aantal auteurs concluderen dat de uitzet van graskarper grote schade aan het ecosysteem kan aanbrengen (onder andere Vinogradov en Zolotova, 1974; Bain, 1993).

Omdat de graskarper vanaf circa 40 cm te groot is voor predatie kan de soort grote effecten hebben op de hele voedselketen (refs. in Dibble & Kovalenko, 2009). Een van de theorieën is dat het uitzetten van graskarper kan leiden tot trofische cascades<sup>1</sup> in het aquatisch ecosysteem. Door zijn gedrag kan de graskarper de snelheid van de nutriëntencyclus vergroten en daarmee de veerkracht van het ecosysteem verminderen. Dit betekent dat het evenwicht waarin het ecosysteem zich bevindt makkelijker kan worden verstoord. Populatie-explosies en daaropvolgende populatiecrashes van dominante taxa kunnen hier het gevolg van zijn (Wetzel, 2001 in Dibble & Kovalenko, 2009).

Hilt et al., (2006) en Zehnsdorf et al., (2015) waarschuwen voor de uitzet van graskarper in Duitsland bij de waterplantenbestrijding omdat dit zou kunnen leiden tot het omslaan van een helder plantenrijk systeem naar een troebel algengedomineerd systeem.

Naast auteurs die vooral nadelen zien van de graskarper zijn er ook auteurs die vooral de mogelijkheden zien in het beheer met graskarper. Petridis (1990) stelt dat in een gematigd klimaat een matig beheer van de vegetatie met graskarper een geschikte methode voor de verbetering van aquatische habitats kan zijn.

Chilton & Muoneke (1992) zien in de graskarper mogelijkheden voor een effectief biologisch beheer van de watervegetatie, maar geven aan dat de soort niet moet worden uitgezet in ecologisch gevoelige gebieden met beschermde soorten.

Welke keuze gemaakt wordt in het waterplantenbeheer is een kwestie van afwegen van de doelstellingen en de grootte van het probleem van de

---

<sup>1</sup> Een trofische cascade kan omschreven worden als een domino-effect dat doorwerkt in opeenvolgende trofische niveau's van het ecosysteem.

watervegetatie. In het geval van sterk woekerende exoten kan graskarperbeheer een goede optie zijn (Garner et al., 2013).

Uit de voorgaande paragrafen is ook gebleken dat de aard en mate van effecten die de graskarper heeft op de andere soorten en het ecosysteem grotendeels samenhangen met de mate van reductie van de vegetatie. Wanneer een gedeeltelijke verwijdering van de waterplanten kan worden bereikt lijken de effecten vaak gering voor de overige taxa. De analyse van de resultaten van graskarperuitzettingen in binnen- en buitenland geven echter aan dat er in de meeste gevallen sprake is van een te groot dan wel te klein effect en zelden een gedeeltelijke verwijdering van waterplanten.

## 6.7 Effecten van graskarper versus andere methoden voor plantenbeheer

In deze paragraaf wordt de effecten van waterplantenbeheer met graskarpers vergeleken met de effecten van maaibeheer of geen beheer van waterplanten. In een aantal artikelen wordt ook een vergelijking gemaakt met chemische bestrijding van waterplanten (Chilton & Muoneke, 1992; Werkgroep Graskarper 1984). Hier wordt niet verder op ingegaan omdat een dergelijke methode in de huidige tijd in onze regio geen optie meer is.

De graskarper wordt vaak als visvriendelijk alternatief gezien van het mechanisch onderhoud van watergangen. Een feit is dat bij regulier maaionderhoud, wanneer dit niet op een visvriendelijke wijze wordt uitgevoerd, de visstand en het ecosysteem grote schade kunnen ondergaan. Rigoureuze schoningen, zuurstofproblemen en daaropvolgende predatie en schade door snijmesses zorgen voor een schokeffect in het ecosysteem en veel slachtoffers binnen vispopulaties.



**Omwoeling (links) en fysieke schade aan een snoek (rechts) door de maaiboot.**

Als nadeel van de graskarperbeheermethode wordt vaak genoemd dat er meer voedingsstoffen vrijkomen in het water. Er komen echter niet meer voedingsstoffen in het systeem dan er voor het uitzetten aanwezig waren, hoogstens worden ze verplaatst van de waterbodem naar de waterkolom.

Daarnaast legt de vis een deel van de nutriënten bij de groei vast in de vorm van biomassa.

Bij mechanisch onderhoud (maaien) en afvoeren van het maaisel worden voedingsstoffen die zijn opgeslagen in de waterplanten onttrokken aan het systeem. Dit kan leiden tot een afname van de nutriënten in het systeem. Wanneer echter bij het maaien de bodem wordt omgewoeld, (zoals vaak gebeurt bij het maaien met de maaiboot) dan kan dit weer een toevoer van voedingsstoffen van de waterbodembodem naar de waterkolom geven (Werkgroep Graskarper, 1984). Bij de inzet van graskarpers voor de plantenbestrijding is dat allemaal niet aan de orde.

Uit de voorgaande hoofdstukken kwam naar voren dat er bij het waterplantenbeheer met graskarpers vaak de effecten niet kunnen worden voorspeld en dat in veel gevallen sprake is van een totale verwijdering van ondergedoken waterplanten. Wanneer waterplanten worden gemaaid gaan zij daarna meestal weer uitlopen. Ook kan door middel van gedifferentieerd maaibeheer een deel van de vegetatie worden gespaard. Met graskarpers bestaat er echter een kans dat de ondergedoken waterplanten het volgende jaar nauwelijks meer terugkomen omdat opkomende planten direct worden weggegeten. Afhankelijk van de functie van het water zijn in dat geval aanvullende maatregelen nodig ter afscherming van een deel van de waterplanten, zoals aanvullende beplanting van riet en drijfbladplanten of het aanbrengen van rijshoutconstructies. Deze maatregelen zorgen ervoor dat schuilplaatsen, foerageergebied en paaien- en opgroeiplaatsen voor de visstand behouden blijven.



**Aanvullende inrichtingsmaatregelen zoals aanbrengen takkenbossen (links) of zogenaamde vissenbossen (rechts).**

Ook kan de uitzet van graskarper worden vergeleken met het achterwege laten van onderhoud (in wateren met een overmatige hoeveelheid waterplanten). In dat geval zullen de waterplanten aan het einde van het groeiseizoen grotendeels afsterven waardoor de voedingsstoffen ook vrijkomen in het water.

Onderhoudsmaatregelen in watergangen zijn nodig om wateren open te houden. Wanneer onderhoud achterweg blijft zal het water verlanden en overgaan in een moerasbos. De uitzet van graskarper is één van de mogelijke methoden van onderhoud naast verschillende vormen van maaibeheer. De keuze van de methode zal altijd bezien moeten worden in

relatie tot de functie of doelstelling van het water en de praktische haalbaarheid. De mogelijke effecten van graskarper moeten dan ook worden vergeleken worden met die van maaibeheer.

## 6.8 Discussie en conclusies

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten op de verschillende plant- en diergroepen en het ecosysteem op een rij gezet. Het is gebleken dat het overgrote deel van de effecten van de graskarper samenhangt met de mate van verwijdering van de waterplanten. Bij een totale verwijdering treden tal van effecten op op andere soorten, het habitat en het ecosysteem. Wanneer de waterplanten gedeeltelijk worden verwijderd zijn de effecten vaak gering of niet aanwezig.

De variatie in de effecten van graskarper (op de mate van verwijdering van de waterplanten) heeft waarschijnlijk onder meer te maken met alle dynamische processen in het watersysteem zoals de nutriëntenhuishouding, het seizoensritme van de waterplanten en de watertemperatuur (Pípalová, 2006 en refs. in Pípalová, 2006).

Er worden in de buitenlandse literatuur nauwelijks verklaringen gegeven voor het feit dat graskarperuitzettingen meestal óf (te) veel of geen of weinig effect hebben.

### *Nauwelijks of geen verwijdering van waterplanten:*

Er kunnen meerdere oorzaken ten grondslag liggen aan het uitblijven van effect.

Een voor de hand liggende oorzaak is predatie of sterfte onder de graskarpers na de uitzetting of gedurende de winter(s) daarna. Een andere oorzaak kan zijn dat wanneer graskarpers in (te) lage dichtheid door het eten van voorkeursplanten andere minder favoriete planten juist de ruimte wordt geboden om uit te groeien (Leslie et al., 1987); Lynch, 2009).

Een andere oorzaak kan zijn dat de groeisnelheid van de waterplanten groter is dan de graskarperconsumptie bij een lage graskarperdichtheid. Het is zelfs ook denkbaar dat graskarperconsumptie, door het ontstaan van meer licht in de waterkolom, de waterplantenproductie stimuleert zoals sommige planten ook worden gestimuleerd door maaien. De werkelijke oorzaak is echter moeilijk vast te stellen. Alleen visserijkundig onderzoek kan vaststellen of sterfte de oorzaak is van het uitblijven van effect.

### *Verwijdering van (bijna) alle waterplanten*

Het is zeer waarschijnlijk dat het bestaan van alternatieve heldere en troebele toestanden van een watersysteem hier aan ten grondslag ligt (Jaarsma et al., 2008; Scheffer, 1993). Alleen Hilt et al. (2006) en Zehnsdorf et al. (2015) noemen dit argument bij de afweging om geen graskarper uit te zetten bij de waterplantenbestrijding in Duitsland.

Het alles-of-niets-effect van de graskarper kan als volgt worden verklaard. De groei van waterplanten neemt toe bij het toenemen van het

doorzicht bij een verbetering van de waterkwaliteit. Een sterke groei treedt vooral op wanneer er nog veel fosfaat in de waterbodem aanwezig is. Een hoge waterplantenbedekking draagt vervolgens bij aan het verder toenemen van het doorzicht. Wanneer graskarpers ondergedoken waterplanten eten kan het doorzicht langzaam afnemen. Dit heeft verschillende oorzaken. Enerzijds krijgt de wind meer invloed op de waterkolom waardoor bodemdeeltjes kunnen opwervelen. Anderzijds neemt de troebeling toe door de uitwerpselen van de graskarpers met halfverteerde plantenresten en meer algengroei door het vrijkomen van voedingsstoffen uit de plantenresten. Op een zeker moment kan het doorzicht zodanig zijn afgenomen dat de waterplantengroei belemmerd wordt door gebrek aan licht. Op dat moment kan het systeem omslaan naar een troebel systeem. De nog resterende waterplanten verdwijnen vervolgens snel door gebrek aan licht (o.a. Jaarsma et al., 2008) en niet door graskarpervraat. Dit proces is vergelijkbaar met de genoemde 'trofische cascades' en populatie-explosies en -crashes van dominante taxa (Wetzel, 2001 en andere refs. in Dibble & Kovalenko, 2009).

In veel watergangen en andere watertypen zoals stadswateren worden in de huidige situatie waterplanten beheerd door te maaien. Vaak vindt dit maaien plaats op een wijze die een schok in het ecosysteem teweegbrengt en de fauna, waaronder ook de visstand, grote schade toebrengt. Hierbij worden namelijk in één keer alle waterplanten volledig gemaaid. Daarbij wordt vaak ook de waterbodem omgewoeld waardoor (vooral bij hogere watertemperaturen) een zuurstofdip kan optreden. Bovendien is het aquatische habitat geheel verstoord, zijn er geen schuilplaatsen meer voor vissen en andere dieren en gaan de mogelijkheden voor het zoeken van voedsel sterk achteruit. De mogelijke effecten van het inzetten van de graskarper bij het waterplantenbeheer moet daarom altijd vergeleken worden met de effecten van alternatieve beheermethoden.

#### *Conclusies*

- In grote lijnen kan gesteld worden dat relatief geringe of geen effecten optreden op de waterkwaliteit, de visstand, de overige organismen en het ecosysteem als de waterplanten gedeeltelijk worden verwijderd door de graskarper (intermediate control). Een gedeeltelijke verwijdering van een sterk woekerende waterplantenmassa kan ook positieve effecten hebben.
- Het optreden van negatieve effecten hangt vaak samen met een (nagenoeg) gehele verwijdering van alle waterplanten.

# 7 Synthese

## 7.1 Conclusies

Uit de voorgaande hoofdstukken kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

### *Relatie graskarperdichtheid versus waterplantenbestrijding:*

- De effecten van de graskarperuitzettingen worden in het algemeen zichtbaar vanaf één tot drie jaar.
- Er bestaat geen éénduidige relatie tussen de toegepaste graskarperdichtheid en de mate van waterplantenbestrijding.
- Bij lagere graskarperdichtheden varieert het effect van de uitzettingen van 0 tot 100% verwijdering van ondergedoken waterplanten. Vanaf een bepaalde graskarperdichtheid wordt de kans op een sterke of totale verwijdering van de waterplantenbestrijding groot. Dit omslagpunt in de graskarperdichtheid wordt bepaald door klimatologische omstandigheden. Op basis van de voorhanden zijnde gegevens kan niet bepaald worden waar dit omslagpunt ligt in de Nederlandse situatie.
- Een gedeeltelijke controle van de waterplanten komt bijna niet voor, ook niet wanneer gericht tussentijds beheer van graskarpers plaatsvindt. De afname van de bedekking ondergedoken waterplanten als gevolg van een graskarperuitzetting is meestal of heel groot, of zeer beperkt.
- Wanneer behoud van een deel van de waterplantenvegetatie de beheerdoelstelling is, kan dit alleen gegarandeerd worden door er voor te zorgen dat er voldoende vegetatie is waar de graskarper niet bij kan, of bij voorkeur niet wordt gegeten, zoals riet en drijfbladplanten. Wanneer het beheerdoel primair een gezonde visstand is kan de vegetatie (deels) worden vervangen door rijshout of afgezonken bomen.

### *Effecten graskarperuitzetting*

- Het optreden van negatieve effecten door graskarper hangt meestal samen met een (nagenoeg) gehele verwijdering van alle waterplanten.
- Bij een gedeeltelijke verwijdering van de waterplanten (intermediate control) is gebleken dat meestal relatief geringe of geen effecten optreden op de waterkwaliteit, de visstand, de overige organismen en het ecosysteem. Een gedeeltelijke verwijdering van een sterk woekerende waterplantenmassa door de graskarper kan ook positieve effecten hebben.

*Diverse beheersaspecten:*

- Voor het uitzetten van graskarper dienen mogelijke effecten hiervan afgewogen te worden tegen de beheerdoelen van een water.
- Op grote wateren met een recreatieve functie ligt de inzet van graskarpers minder voor de hand dan op kleine wateren. Graskarpers mijden de drukkere plaatsen, waar waterplantenbestrijding meestal juist gewenst is.
- Om na uitzetting predatie van graskarpers door vogels en piscivore vis te voorkomen kunnen het beste exemplaren met een formaat van meer dan 40 cm worden uitgezet.
- In polderwateren is de graskarper inzetbaar, wanneer er voldoende oppervlak begroeide, ondiepe kavelsloten aanwezig is.
- Er zijn aanwijzingen dat het uitzetten van karper, tegelijk met graskarper, het effect van graskarper bij de waterplantenbestrijding kan versterken.
- Graskarpers kunnen gebruikt worden ter bestrijding van exotische waterplanten, ook als het de bestrijding van een voor de graskarper minder favoriete soorten betreft zoals vederkruiden. Graskarpers eten namelijk vaak wel de jonge spruiten van de soorten.
- Het effect van de graskarper kan sterk worden bevorderd door aanvullende maatregelen voorafgaande aan de uitzetting, zoals het vooraf maaien van de waterplanten of het baggeren van de waterbodem.
- Het is belangrijk om gedurende meerdere jaren na de uitzetting waterplanten te monitoren en op basis daarvan graskarperbeheer te plegen. Dit beheer is nodig om eventuele graskarpersterfte te compenseren (graskarper bijzetten) of honger en/of aantasting van oevervegetatie te voorkomen (graskarper weghalen).
- Het verwijderen van te veel graskarper is soms een lastige zaak omdat zij bij alle mogelijke methoden voor verwijdering (hengelvangst, professionele visserijen al of niet in combinatie met opdrijving) al snel mijdingsgedrag gaan vertonen.
- Het uitzetten van graskarpers is een veel goedkopere methode om waterplanten te bestrijden dan het maaien van waterplanten.

*Risico's graskarper*

- De mogelijke insleep van ziektes vanuit buitenlandse viskwekerijen kan worden teruggedrongen door het uitsluitend betrekken van vis van gecertificeerde bedrijven die een gezondheidsverklaring geven bij de uit te zetten vis.
- Uitgaande van de Nederlandse omstandigheden wordt de kans van succesvolle voortplanting door de graskarper verwaarloosbaar geacht.

## 7.2 Beantwoording onderzoeksvragen

### 1. *Wat is de optimale graskarperdichtheid voor het beheer van onderwaterplanten in Nederland?*

Uit een analyse van zowel binnenlandse uitzettingen als bestudering van de buitenlandse literatuur is gebleken dat er geen eenduidige relatie bestaat tussen de graskarperdichtheid en de mate van waterplantenbestrijding. Het kan één tot drie jaar duren voordat na uitzetting het effect van de graskarper op de waterplantenbedekking zichtbaar wordt. Het effect van de graskarper is in de meeste gevallen of zeer beperkt of juist heel groot.

Bij lagere graskarperdichtheden varieert, onafhankelijk van de graskarperdichtheid, het effect van de graskarper van 0 tot 100% afname in de waterplantenbedekking. Bij hoge graskarperdichtheden wordt de kans op een uiteindelijk resulterende waterplantenbedekking van <10% zeer groot. De ligging van dit omslagpunt wordt bepaald door het klimaat. Het is niet bekend bij welke graskarperdichtheid dit omslagpunt ligt in de Nederlandse situatie.

De kans is minimaal dat bij graskarperuitzetting, al dan niet in combinatie met actief graskarperbeheer in de daaropvolgende jaren, de waterplantenbedekking uitkomt op 10-40% zonder aanvullende maatregelen. De ondergedoken waterplanten worden opgegeten en in de meeste gevallen is de bedekking van moerasvegetatie en/of drijfbladplanten, (welke door graskarpers nauwelijks worden gegeten) erg laag. Wanneer een zekere waterplantenbedekking is gewenst, kan dit worden gerealiseerd door afscherming van een deel van de ondergedoken waterplanten, of zo nodig door aanplant van riet en drijfbladplanten.

### 2. *Wat zijn de effecten van het uitzetten van graskarper op andere vissoorten, de waterkwaliteit en het verdere ecosysteem?*

Voor wat betreft de effecten op de andere plant- en diergroepen is gebleken dat het overgrote deel van de effecten van de graskarper samenhangt met de mate van verwijdering van de waterplanten. Bij een gehele verwijdering treden tal van negatieve effecten op op andere soorten, het habitat en het ecosysteem. Wanneer de waterplanten gedeeltelijk worden verwijderd zijn de effecten gering of niet aanwezig.

### 3. *Vormt de graskarper een potentieel risico voor/in Nederland?*

Bij de mogelijkheid dat het toepassen van graskarper een risico kan vormen, kan worden gedacht aan twee aspecten, namelijk het risico van de insleep van ziektes en het risico van voortplanting.

In de afgelopen 40 jaar waarin graskarper zijn uitgezet zijn parasieten en ziektes nooit aantoonbaar een probleem geweest. Zekerheden zijn er echter niet. Sportvisserij Nederland adviseert daarom uitsluitend vis te betrekken van gecertificeerde bedrijven die een gezondheidsverklaring geven bij de uit te zetten vis.

Voor wat betreft de voortplanting: uitgaande van de Nederlandse omstandigheden wordt de kans van succesvolle voortplanting door de graskarper verwaarloosbaar geacht, omdat er een lange stromende rivier



nodig is met een voldoende hoge watertemperatuur en een sterke en plotselinge stijging van het waterpeil. Het kan echter niet geheel uitgesloten worden dat ooit onder uitzonderlijke omstandigheden een keer voortplanting zou kunnen plaatsvinden. De kans dat dit tot een populatie-explosie en actieve verbreiding van de graskarper in Nederland zou kunnen leiden wordt nihil geacht.

#### 4. *Wat zijn de mogelijkheden voor graskarperbeheer in de toekomst?*

Omdat onzeker is in welke mate de waterplanten verwijderd worden door de graskarper is de uitzet ervan voor wateren met een hoge(re) ecologische doelstelling over het algemeen ongeschikt.

Voor een aantal andere typen wateren kan de graskarperuitzetting (onder voorwaarden of met aanvullende maatregelen) wel een geschikte maatregel vormen. Hier wordt verder op ingegaan in de volgende paragraaf.

### **7.3 Graskarpers en beheerdoelstellingen**

Op basis van de uitkomsten van het literatuuronderzoek kan er antwoord worden gegeven op de vraag of, en zo ja waar en hoe graskarpers kunnen worden uitgezet. De belangrijkste uitkomsten zijn:

De graskarper is vooral geschikt als plantenbestrijder in kleinere wateren. De (neven) effecten op grotere wateren zijn lastiger te voorspellen en moeilijker terug te draaien indien nodig.

De graskarper is niet geschikt om in te zetten op stromende wateren. Na de uitzetting van graskarper is over meerdere jaren beheer en monitoring nodig. Niet alleen vóór de uitzetting maar ook de jaren daarna moet de waterplantenontwikkeling goed in de gaten worden gehouden. Daarnaast is het belangrijk de conditie en eventuele sterfte van de graskarpers in de gaten te houden.

Bij de vraag of het uitzetten van graskarper een oplossing is voor overmatige plantenbegroeiing is het belangrijk het beheerdoel van een water te bepalen. Verschillende beheerdoelen stellen verschillende eisen aan de waterplantenvegetatie en de daaraan gekoppelde fauna. Daarnaast bestaat er specifieke regelgeving waar de graskarper wel of niet mag worden uitgezet en onder welke voorwaarde uitzet mag plaatsvinden. Er is allereerst toestemming nodig van de eigenaar van het water. Graskarper mag verder alleen worden uitgezet in afgesloten wateren, dan wel in wateren waar de graskarper door middel van roosters of hekwerken niet uit kan ontsnappen (zie 2.3).

De graskarper mag niet worden uitgezet in wateren die (onderdeel van) een (kwetsbaar) natuurgebied vormen met hoge doelstellingen (Natura 2000-gebieden) of in beken en rivieren (zie ook 2.3).

Voor KRW-waterlichamen zijn ook ecologische doelstellingen opgesteld voor onder meer vissen en waterplanten (zie 2.2). KRW-waterlichamen zijn over het algemeen minder geschikt voor graskarperuitzetting, omdat het om grotere wateren gaat of om wateren die in verbinding staan met andere wateren en graskarpers niet uit de wateren waar ze zijn uitgezet mogen ontsnappen.

De uitzet van graskarper zou een belemmering kunnen vormen voor het halen van de KRW-doelen, zoals een bepaalde gewenste bedekking met waterplanten en een gewenste soortensamenstelling. Overigens zijn er ook KRW-waterlichamen die geheel dichtgroeien met onderwaterplanten, waardoor ze ook onvoldoende scores op de KRW maatlatten.

Het volledig dichtgroeien van een KRW-waterlichaam met een exotische waterplant scoort slecht binnen de KRW-doelstellingen en kan dus een reden zijn om de inzet van graskarpers te overwegen.

Een andere mogelijkheid is het uitzetten van graskarper in (afgesloten) poldergebieden die dichtgegroeid zijn met waterplanten. Wanneer er voldoende oppervlak begroeide ondiepe kavelsloten is, in combinatie met sterk begroeide hoofdwatgangen, is het inzetten van de graskarper een mogelijkheid. De graskarper mijdt immers de ondiepe kavelsloten waardoor er toch voldoende waterplantenbedekking overblijft.

Voor andere KRW-wateren geldt dat alleen wanneer er maatregelen kunnen worden genomen om het gewenste oppervlak waterplanten af te schermen van de graskarper, het uitzetten van graskarpers een optie is. Hierbij valt te denken aan wateren in stedelijk gebied die soms wel onder een KRW-waterlichaam vallen. Belangrijk is dat er een bepaald percentage bedekking gespaard blijft en ook dat de soortensamenstelling niet achteruit gaat.

Wateren die vaker in aanmerking kunnen komen voor het uitzetten van graskarper zijn over het algemeen kleine, zoete, geïsoleerde, stilstaande wateren die meestal niet vallen onder de KRW-waterlichamen. Afhankelijk van de functie van het water kan bij waterplantenoverlast de inzet van graskarper worden overwogen.

Een belangrijke categorie wateren is die met een specifieke hengelsportfunctie, waar waterplanten een probleem vormen. Hier kan de uitzet van graskarpers nuttig zijn voor zowel de vissen, het ecosysteem en de gebruikers. Er worden weinig nadelige neveneffecten verwacht als de richtlijnen voor de uitzet dichtheden aanhoudt en indien nodig maatregelen voor aanvullende beschutting worden genomen.

Een bedekking van 20-40% is ideaal voor een gezonde én gevarieerde visstand, waarbij er tevens goede mogelijkheden voor de sportvisser zijn (*snoek-blankvoorn-viswatertype*, waterplantenbedekking 20-60%). Voor specifieke visvijvers kan een lagere bedekking gewenst zijn van bijvoorbeeld rond de 15% (*blankvoorn-brasem viswatertype*, 10%-20% waterplantenbedekking). Een nog lagere waterplantenbedekking is ongunstig voor de visstand. Er zijn dan nauwelijks of geen mogelijkheden meer om te paaien, op te groeien en te schuilen (*brasem-snoekbaars viswatertype*, waterplantenbedekking 0-10%). In vijvers waar een specifieke waterplantenbedekking en soortensamenstelling geen beheerdoel op zich vormt is het echter mogelijk om aanvullende maatregelen te nemen. Wanneer wel het behoud van een deel van de waterplanten wordt beoogd kan bijvoorbeeld een deel van de waterplanten afgeschermd worden en/of riet en drijfbladplanten worden aangeplant. Wanneer het accent van het beheer meer ligt op goede mogelijkheden voor de sportvisserij en een gezonde visstand kunnen de waterplanten ook (deels) worden vervangen door rijshoutconstructies of afgezonken (kerst)bomen.

## 7.4 Kosten waterplantenbeheer

De kosten van graskarperbeheer zijn laag; ze bestaan uit de aanschaf van de vissen, transport en uitzetten en daarna controle op effectiviteit en zo nodig bijzetten of wegvangen. In wateren die niet geïsoleerd zijn dienen ook roosterafzettingen te worden geplaatst.

Mechanisch onderhoud vraagt een periodieke inzet van maaimachines en afvoer van maaisel. Daarbij komen (hoge) kosten voor bedienend personeel, aanschaf en onderhoud van machines en brandstof.

Wanneer een vergelijking wordt gemaakt van de kosten van mechanisch onderhoud en de graskarper, blijkt dat de graskarpermethode vele malen goedkoper is (Werkgroep Graskarper, 1984; Chilton & Muoneke, 1992; Van Emmerik, 2015). Naar schatting is het uitzetten van graskarper vijf tot meer dan tien maal zo goedkoop als maaien, wanneer deze worden vergeleken over een periode van 20 jaar. Hoeveel goedkoper de graskarpermethode is, is afhankelijk van onder andere het te maaien oppervlak, de maaifrequentie, de maaimethode en de arbeidskosten. Wanneer graskarpers te weinig effect hebben, kan de beheermethode worden gecombineerd met maaien. De kosten zullen dan hoger zijn dan van graskarper uitzetten alleen, maar waarschijnlijk wat lager dan alleen maaien doordat er minder maaisel hoeft te worden afgevoerd.

## 7.5 Waar kan graskarper worden uitgezet?

Gezien het voorgaande zijn er verschillende situaties waarin de graskarper een rol kan vervullen binnen de waterplantenbestrijding:

### 1. *Visvijvers en andere wateren met een belangrijke functie voor de hengelsport*

Visvijvers in eigendom van een hengelsportvereniging en wateren met een belangrijke hengelsportfunctie (bijvoorbeeld sommige stadswateren of wedstrijdwateren) hebben geen specifieke waterplantendoelstelling. Het beoogde viswatertype is veelal het *blankvoorn-brasem viswatertype* (10-20% bedekking) of het *brasem-snoekbaars viswatertype* (0-10% bedekking).

Om een zekere waterplantenbedekking en beschutting in dit soort vijvers te behouden kan een deel van de waterplanten afgeschermd worden en/of riet en drijfbladplanten worden aangeplant. Wanneer het accent meer ligt op goede mogelijkheden voor de sportvisserij en een gezonde visstand kunnen de waterplanten ook (deels) worden vervangen door rijshoutconstructies of afgezonken takken of (kerst)bomen.

### 2. *Poldersystemen, bestaande uit diepere hoofdwatgangen en voldoende oppervlak begroeide kavelsloten <1 meter diep*

Bij uitzet van graskarpers in polders zullen de graskarpers vooral zich ophouden in de diepere hoofdwatgangen omdat de kavelsloten te ondiep zijn. Voor de waterhuishouding is het gunstig wanneer de hoofdwatgangen door de graskarpers vrijgehouden worden van ondergedoken waterplanten, maar de drijfbladplanten grotendeels blijven staan. Ook voor het ecologisch functioneren van de polder is dit geen

probleem omdat er voldoende kavelsloten zijn met ondergedoken waterplanten ten behoeve van het paai- en opgroeigebied voor vissen. Van belang is wel dat de graskarpers zich in goed kunnen verspreiden door de hele polder en er geen barrières aanwezig zijn.

3. *Wateren die zijn dichtgegroeid met een woekerende exotische waterplant*

Wanneer een water helemaal is dichtgegroeid met een exotische waterplant kan overwogen worden er een aantal jaren een hoge bezetting graskarpers op te zetten. In Nederland betreft dit meestal (*Cabomba* of ongelijkbladig vederkruid). Vederkruiden vormen niet het favoriete voedsel voor graskarpers, maar ze eten ze wel, bij voorkeur de jonge scheuten. Eventuele ongewenste neveneffecten van de graskarperuitzetting moet dan afgewogen worden tegen de aanwezigheid van een exotische waterplant.

4. *Wateren die zijn dichtgegroeid met draadalg en kroos*

Ook een dichte begroeiing met draadalg of kroos kan de graskarper effectief bestrijden. De aanwezigheid van draadalg maakt de sportvisserij erg moeilijk, terwijl kroos zorgt voor zuurstofloos water zonder waterleven van enige betekenis. Beide typen begroeiing belemmeren de groei van andere ondergedoken waterplanten. Zowel draadalg als kroos behoren tot het favoriete menu van graskarpers. In het geval van draadalg kan ter bij de bestrijding hiervan waarschijnlijk met een lage graskarperdichtheid worden volstaan.

5. *Wateren die moeilijk bereikbaar zijn voor maaimachines*

Vooral in stedelijk gebied is het door ruimtegebrek soms lastig om met behulp van een maaikorf of een maaiboot waterplanten efficiënt te verwijderen. Om de goede waterafvoer te garanderen kan dan gedacht worden aan de inzet van graskarpers.

*Geen graskarperbeheer, maar visvriendelijk maaien*

In wateren die dichtgroeien met waterplanten en die niet geschikt zijn voor de graskarper, zal men vaak toch op maaibeheer uitkomen. In onderstaand kader worden een aantal aanbevelingen gegeven om schade aan de visstand bij maaien te voorkomen:

**Visvriendelijk maaibeheer**

- Wanneer maaien:
  - Het best kan worden gemaaid wanneer bij een totale waterplantenbedekking van rond 50 tot 60% - daarboven wordt de overlast groot. Het heeft geen zin te maaien als de bedekking lager dan ca. 30% is en er nog geen overlast is. Als te lang wordt gewacht met maaien is de plantenmassa zo dicht dat veel vis met het maaisel op de kant terechtkomt.
  - Indien nodig een keer extra maaien in de watergang of een gedeelte ervan.
- Nooit alles wegmaaien:
  - Minstens 15-20% onderwaterplanten laten staan.
- Gebruik visvriendelijke apparatuur:
  - Gebruik de bij het watertype en begroeiing passende apparatuur.
  - Een traditionele maaiboot is niet geschikt voor water van minder dan 1 m diep.

- De maaikorf heeft de voorkeur boven de maaiboot.
- Gebruik bij voorkeur een visvriendelijke maaiboot (weinig diepgang, maaisel direct verzamelen). Er is een aantal kansrijke innovatieve methoden (De Vries, 2014).
- Zorgvuldig werken:
  - Rustig werken, zo min mogelijk bodemslib opwoelen om zuurstofproblemen te voorkomen.
  - Sla stukken (bij voorkeur minimaal 20% van de bestaande begroeiing) over of maai alternerend per maaibeurt de linker- en rechteroever.
  - Niet werken naar een dicht einde van de watergang; de vis moet goed kunnen ontsnappen.
  - Vermijd zichtbaar paaiende vis.
  - Niet maaien bij een watertemperatuur >20 °C.
  - Verwijder de waterplanten uit het water.
  - Laat vrijwilligers van een hengelsportvereniging het maaisel nalopen op meegeschepte vis.
  - Voer regelmatig controles uit om te kijken of het maaien vis- en natuurvriendelijk wordt uitgevoerd.
- Alternatieven
  - Een hengelsportvereniging kan in samenwerking/overleg met het waterschap zelf actie ondernemen aan de waterkant door het kleinschalig maaien van visstekken.

## 7.6 Toe te passen graskarperdichtheden

In Tabel 7.8 zijn richtlijnen gegeven voor toe te passen dichtheden graskarper bij uitzettingen.

In het verleden is meestal uitgegaan van kilogram graskarper per hectare. Aanbevolen wordt echter om voortaan uit te gaan van aantallen graskarper per hectare begroeiing oftewel stuks/ha veg (hectare vegetatie).

In de discussie van 5.7 is aangegeven dat bij hoge graskarperdichtheden de kans groot is op volledige verwijdering van de ondergedoken waterplanten. Ook bij lagere graskarperdichtheden kan echter een sterke verwijdering van de onderwatervegetatie optreden. Dit is van te voren niet te voorspellen. Op basis van de literatuur en eigen ervaringen met de laatste graskarperpilots in de periode 2013-2015 worden in Tabel 7.8 globale richtlijnen voor de toe te passen graskarperdichtheden gegeven. Vanwege het feit dat ook bij lage graskarperdichtheden al een volledige verwijdering van de onderwatervegetatie kan optreden is uitgegaan van een voorzichtige benadering. Er kan beter te weinig dan te veel graskarper worden uitgezet. Wanneer na twee jaar blijkt dat de toegepaste graskarperdichtheid geen effect heeft kan eventueel graskarper worden bijgezet.

Tabel 7.8 Globale richtlijnen toe te passen graskarperdichtheden.

Beheerdoel	graskarperdichtheid
Bestrijding draadalgen	20-30 stuks/ha vegetatie
Bestrijding waterplantenoverlast, dominante waterplant is voorkeursplant (inclusief geprefereerde exoten)	50-100 stuks/ha vegetatie
Bestrijding waterplantenoverlast, dominante waterplant geen voorkeursplant (inclusief weinig geprefereerde exoten)	100-150 stuks/ha vegetatie

Benadrukt wordt dat dit slechts globale richtlijnen betreffen en dat het uiteindelijke effect en de snelheid waarmee dit optreedt nooit voorspeld kan worden. Dit betekent dat het belangrijk is om de situatie goed te volgen via monitoring van de waterplanten en eventueel in te grijpen door middel van het bijzetten of weghalen van graskarper (zie **monitoring** en **aanvullend beheer** in 7.7).

Er kan aanleiding zijn om af te wijken van de genoemde richtlijnen. Wanneer een snelle bestrijding gewenst is (bijvoorbeeld bij de bestrijding van exoten) kan voor een hogere bezetting worden gekozen. Een aanleiding om voor een lagere dichtheid te kiezen is de aanwezigheid van veel relatief jonge karper in een water of wanneer men van plan is tegelijkertijd karper uit te zetten. Het effect van de graskarper kan namelijk versterkt worden in aanwezigheid van karper.

## 7.7 Overige aanbevelingen voor het beheer met graskarper

### Graskarperaankopen

Om mogelijke insleep van ziektes vanuit buitenlandse viskwekerijen te voorkomen dient men graskarper te betrekken van gecertificeerde bedrijven die een gezondheidsverklaring afgeven bij de uit te zetten vis.

### Uitzetformaat van de graskarper

Om na uitzetting predatie door vogels en piscivore vis te voorkomen kan het best graskarper met een formaat van meer dan 40 cm worden uitgezet.

### Monitoring

#### Waterplanten

Wanneer er besloten wordt tot een graskarperuitzetting, is het altijd belangrijk om vóór de uitzetting de 0-situatie van de waterplantenbedekking goed in kaart te brengen ( $T_0$ -waterplantenbedekking). Dit is nodig om de graskarperdichtheid bij aanvang te kunnen bepalen. Bij de monitoring kan niet worden volstaan met alleen een inspectie van het wateroppervlak, omdat er ook waterplanten onzichtbaar onder het wateroppervlak aanwezig kunnen zijn. Aanbevolen wordt daarom om bij de monitoring gebruik te maken van een waterplantenhark (hark aan een touw of ketting) en deze op diverse plekken door het water te halen om

op die manier een goed zicht op de totale bedekking van de onderwaterplanten te krijgen. Ook is dit belangrijk bij de beoordeling van de voedselsituatie van de graskarper.

Na de uitzetting is het van belang een aantal malen in het seizoen opnieuw de waterplantenbedekking te bepalen. Afhankelijk van de beoogde snelheid waarin men effect wil zien kan men dan besluiten om graskarpers bij te zetten. Ziet men dat binnen één seizoen alle vegetatie is verwijderd, dan kan overwogen worden een deel van de graskarpers te verwijderen.

#### *Doorzicht*

Naast de monitoring van de waterplanten is het raadzaam daarnaast het doorzicht te meten met een Secchi-schijf. Het volgen van het doorzicht kan inzicht geven of en zo ja het verdwijnen van de waterplanten gerelateerd kan worden direct aan alleen de graskarpervraat, dan wel indirect aan een omslag van het watersysteem van helder naar troebel. Ook dit kan namelijk van belang zijn bij de afweging of de graskarper nog wel genoeg voedsel tot zijn beschikking heeft of juist gebrek aan voedsel.

#### *Sterfte*

Aanbevolen wordt de sterfte van graskarper goed in de gaten te houden. Dit betekent dat het van belang is meldingen van (drijvende) dode graskarper bij te houden. Aangezien dode graskarper niet altijd gaat drijven maar op de bodem blijft liggen is het daarnaast aan te bevelen regelmatig de waterkanten af te lopen op zichtbare dode vis op de bodem. De praktijkervaring is dat bij sterfte over het algemeen slechts de helft van de dode vissen gaat drijven (F. Jacques Sportvisserij Nederland, pers. comm.).

### **Maatregelen vóór de uitzetting**

#### *Maaien of baggeren*

Het effect van de graskarper kan sterk worden bevorderd door maatregelen voorafgaande aan de uitzetting, zoals het vooraf maaien van de waterplanten in het geval van wintergroene exoten, of baggeren van de waterbodembodem.

#### *Beschutting*

Aangezien het effect van de graskarperuitzet in veel gevallen bestaat uit een gehele verwijdering van de onderwaterplanten is het belangrijk te inventariseren hoe groot de bedekking is van overige watervegetatie zoals moeras- en drijfbladplanten. Wanneer de bedekking van de overige waterplanten erg laag is, is het daarom aan te bevelen extra paai- en opgroeihabitat aan te brengen in de vorm van riet- of drijfbladbeplanting, en/of afgezonken takkenbossen of oude kerstbomen, dan wel de aanleg van een 'vissenbos' (rijshout aangebracht onder water tussen staande palen).

### **Aanvullend beheer na de uitzetting**

Afhankelijk van de resultaten en de snelheid waarmee dit wordt bereikt kan het besluit worden genomen om graskarper bij te zetten of het graskarperbestand uit te dunnen en een deel in een ander water uit te zetten.

*Uitdunnen*

Wanneer de waterplanten geheel dreigen te verdwijnen of helemaal zijn verdwenen, en voedseltekort voor de graskarper in zicht is (bij zichtbaar grazen van riet en gras van de oever of zichtbare slechte conditie bij hengelvangst) moet een deel worden verwijderd. In kleine ronde wateren kan dit het beste met de hengel of met elektrisch vissen, in kleine langwerpige wateren kunnen ze worden opgedreven naar één kant en met een net worden gevangen. In grotere wateren is verwijdering van graskarper een lastiger zaak. De verwijderde graskarper kan, met in acht neming van de geldende regelgeving, overgezet worden naar ander water of overgedragen worden aan een andere vereniging of een beroepsvisser.

*Bijzetten*

Wanneer na ongeveer drie jaar nog geen gewenst effect is bereikt, kan een bijzetting van graskarper overwogen worden tot een dichtheid op basis van de genoemde richtlijnen (hierbij moet evt. tussentijdse sterfte in aanmerking worden genomen).



## Woordenlijst

Benthivoor	in/op de bodem zoekend naar voedsel
Benthisch	levend en zich voedend in of op de bodem
Cryptofyt	een terrestrische tweejarige- of vaste plant waarvan enkel de ondergrondse delen een ongunstige periode, zoals een winter, hete zomer of periode met schaduw, overleven
Daggraden	= aantal dagen x temperatuur in °C; - de ontwikkeling van de eitjes voordat ze uitkomen heeft een bepaald aantal daggraden nodig - de hoeveelheid waterplanten dat per seizoen wordt gegeten door de graskarper is afhankelijk van het aantal daggraden
Epifytisch	op planten groeiend
Fenolen	een groep van secundaire metabolieten, d.w.z. stoffen die niet direct nodig zijn voor de groei, ontwikkeling of reproductie van het organisme, in dit geval de plant. Een van de functies is de bescherming van de plant tegen vraat
Fytofiel	plantminnend
Gonadectomie	verwijdering van de gonaden
Gynogenese	stimulatie eiceldeling zonder contact met spermacellen, het verkrijgen van nakomelingen met twee kopieën van het genoom afkomstig van het moederdier
Herbivoor	planteneter
LC50	(LC – lethal concentration) de concentratie waarbij 50% van de aan een stof blootgestelde organismen doodgaat
Macrofauna	met het blote oog zichtbare, in het water levende ongewervelde dieren (groter dan 0,5 mm)
Macrofyten	hogere waterplanten (d.w.z. niet algen)
Perifyton	perifyton is een complex mengsel van algen, cyanobacteriën, bacteriën en detritus dat onder water aangehecht aan oppervlakken voorkomt
Planktivoor	dierlijk en/of plantaardig plankton etend
Triploïd	een genetische term — normale graskarper hebben 2 sets chromosomen en zijn diploïd, triploïd wil zeggen dat er drie sets chromosomen aanwezig zijn. Triploïde graskarpers zijn voor 99% onvruchtbaar. Haploïd wil zeggen één set chromosomen (zoals in de geslachtscellen)
Trofische cascade	een kettingreactie door meerdere trofische niveaus in een ecosysteem

## Verwerkte literatuur

- Aliev, D.S., 1976. The role of phytophagous fishes in the reconstruction of commercial fish fauna and the biological improvement of water. *Journal of Ichthyology* 16(2): 216-29.
- Allen, S.K. & R.J. Wattendorf. 1987. Triploid grass carp: Status and management implications. *Fisheries* 12 (4): 20-24.
- Anonymus 1977A. De ontwikkeling van slootvegetatie en visfauna in aanwezigheid van graskarper In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1975. GK 75-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Anonymus 1977B. Bestrijding ongewenste waterplanten/Interactie  $S_{4v} \leq S_{6v}$ /Mortaliteit als gevolg van electrovisserij In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1975. S 75-02/Plb 75-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Anonymus 1978A. Bestrijding ongewenste waterplanten. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1976. S 76-02/Plb 76-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Anonymus 1978B. De ontwikkeling van slootvegetatie en visfauna in aanwezigheid van graskarper. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1976. GK 76-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Anonymus, 2010a. Biological Weed Control in Alberta using triploid grass carp. Government of Alberta. Agricultural Research Division, Alberta Agricultural and Rural Development.
- Anonymus, 2010b. King County Noxious Weed Control Program: Eurasian Watermilfoil, Variable-leaf Milfoil. <http://www.kingcounty.gov/weeds>
- Bailey, W.M. 1978. A Comparison of Fish Populations before and after Extensive Grass Carp Stocking. *Transactions of the American Fisheries Society* 107 (1): 181-206.
- Bain, M.B., 1993. Assessing impacts of introduced aquatic species: grass carp in large systems. *Environmental Management*, 17: 211-224.
- Bănărescu, P.M. 1999. *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel 1846) In: Bănărescu, P.M., 1999. *The Freshwater Fishes of Europe – Vol. 5/I. Cyprinidae 2/I*; AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Bardach, J.E., J. H. Ryther & W.O. McLarney, 1974. *Aquaculture: The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms*. Wiley Interscience, New York. ISBN: 978-0-471-04826-8.
- Bauer L.B. & D.W. Willis, 1990. Effects of triploid grass carp on aquatic vegetation in two south Dakota lakes. *Lake and reservoir management*, 6(2): 175-180.
- Beck, R. D. Blaney, S. Gudmundson, E. Hutchings, S. Jonas, M. Madsen & J. Willis, 1999. Studies on biological weed control using triploid grass carp in Northern dugouts, 1996-1998. Alberta Agricultural, Food and Rural Development, Alberta.
- Bíró, P. 1999. *Ctenopharyngodon idella* Steindachner, 1888. In: Bănărescu, P.M., 1999. *The Freshwater Fishes of Europe – Vol. 5/I. Cyprinidae 2/I*; AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Bonar, S.A., H.S. Sehgal, G.B. Pauley & G.L. Thomas, 1998. Relationship between the chemical composition of aquatic macrophytes and their consumption by grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Journal of Fish Biology* 36 (2): 149-157.
- Bonar, S.A., B. Bolding & M. Divens, 2002. *North American Journal of Fisheries Management* 22:96-105, 2002. Effects of Triploid Grass Carp on Aquatic Plants, Water Quality, and Public Satisfaction in Washington State. *North American Journal of Fisheries Management* 22:96-105.
- Bungenberg de Jong, C.M. 1971. Bestrijding ongewenste waterplanten. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1969, R/Pl.bestr.69.01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.

- Cassani, J.R., 1996. Managing aquatic vegetation with grass carp; a guide for water resource managers. American Fisheries Society, Introduced Fish section Bethesda, Maryland, USA.
- Cassani, J.R. & W.E. Caton, 1986. Efficient production of triploid grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) utilizing hydrostatic pressure. *Aquaculture* 50 (1): 43-50.
- Cassani, J., S. Hardin, V. Mudrak & P. Zajicek, 2008. A Risk Analysis Pertaining to the Use of Triploid Grass Carp for the Biological Control of Aquatic Plants. Lee County Hyacinth Control District / Florida Fish and Wildlife Conservation Commission / U.S. Fish and Wildlife Service / Florida Department of Agriculture / Warm Springs Fish Technology Center and Consumer Services.
- Catarino, L.F., M.T. Ferreira & I.S. Moreira, 1997. Preferences of grass carp for macrophytes in Iberian drainage channels. *J. Aquat. Plant Manage.* 36: 79-83.
- Chilton, E.W. & Muoneke, M.I., 1992. Biology and management of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Cyprinidae) for vegetation control: a North American perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2: 283-320.
- Clayton, J.S. & R.D.S. Wells, 1999. Some issues in risk assessment reports on grass carp and silver carp. Conservation Advisory Science Notes No. 257, Department of Conservation, Wellington.
- CBS, PBL, Wageningen UR (2012). Vermesting in meren en plassen, 1980-2010 (indicator 0503, versie 05, 14 september 2012). [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- Clugston, J.P. & J.V. Shireman. 1987. Triploid grass carp for aquatic plant control. Fish and Wildlife Service, Washington. Fish and Wildlife Leaflet 8.
- Conner, J.V., R.P. Gallagher & M.F. Chatry. 1980. Larval evidence for natural reproduction of the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in the lower Mississippi river. Proceedings of the fourth annual larval fish conference, February 27-28, 1980 Oxford, Mississippi.
- Conover, G., R. Simmonds, and M. Whalen, editors. 2007. Management and control plan for bighead, black, grass, and silver carps in the United States. Asian Carp Working Group, Aquatic Nuisance Species Task Force, Washington, D.C., Verenigde Staten.
- Cudmore, B. & N.E. Mandrak, 2004. Biological Synopsis of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). Fisheries and Oceans Canada. Great Lakes Laboratory for Fisheries and Aquatic Sciences. Burlington, Canada.
- De Nie, H.W., 1997. De Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. Media Publishing, Doetinchem. 2e herziene druk. ISBN 90-76020-04-3.
- De Vries, R., 2014. Naar een visvriendelijk(er) maaibeheer. Een vergelijking tussen de maaibeheerplannen van waterschappen en de praktijk en voorstellen voor verbeteringen. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. Stageverslag HZ University of Applied Sciences.
- Dibble, E.D. & K. Kovalenko, 2009. Ecological impact of grass carp. A review of the available data. *Journal Aquatic Plant Management* 47: 1-15.
- Dorenbosch, M. & E.S. Bakker, 2011. Herbivory in omnivorous fishes: effect of plant secondary metabolites and prey stoichiometry. *Freshwater Biology* 56, 1783-1797.
- Dorenbosch, M. & E.S. Bakker, 2012. Effects of contrasting omnivorous fish on submerged macrophyte biomass in temperate lakes: a mesocosm experiment. *Freshwater Biology*, 57: 1360-1372.
- Driessen, G. & M. van der Meer, 1981. Passage van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en graskarper (*Ctenopharyngodon idella*) door duikers. RIVO DLO. RIVO-Rapport 81-04.
- Edwards, D.J., 1974. Weed preference and growth of young grass carp in New Zealand. *Fisheries Research Publications* 223: 341-350.
- FAO, zonder jaartal. Cultured Aquatic Species Programme. *Ctenopharyngodon idellus* (Valenciennes, 1844). Food and Agricultural Organization of the United Nations.

- Fedorenko, A.Y. & F.J. Fraser, 1978. Review of grass carp biology. Fisheries and Marine Service, Canada. Technical report no. 786.
- Filizadeh, Y., H. Ahmadi & K. Zolfinejad, zonder jaartal. The feeding preferences of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) for ten aquatic plants Proceedings of The Fourth International Iran & Russia Conference, p. 1447-1451.
- Fowler, M.C., 1985. The present status of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) for the control of aquatic weeds in England and Wales. Proc. VI Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, 19-25 August, Vancouver Canada. Delfosse, E.S. (ed.). Agric. Can.: 537-542.
- Fowler, M.C. & T.O. Robson, 1978. The effects of the food preferences and stocking rates of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) on mixed plant communities. Aquatic Botany 5: 262-276.
- Garner, A.B., T.J. Kwak, K.L. Manual & D.H. Barwick, 2013. High-density grass carp stocking effects on a reservoir invasive plant and water quality. J. Aquat. Plant Manage. 51:27-33.
- Gasaway, R.D. & T.F. Drda, 1977. Effects of grass carp introduction on waterfowl habitat. Transactions of the North American Wildlife National Resource Conference 42 (4): 73-85.
- Gerstmeier, R. & T. Romig, 2001. Zoetwatervissen van Europa. Uitg. Tirion. ISBN 90 5210 369 0.
- Gibbons, M.V., H.L. Gibbons, Jr., and M.D. Sytsma, 1994. A Citizen's Manual for Developing Integrated Aquatic Vegetation Management Plans. Washington State Department of Ecology, Olympia.
- Gozlan, R.E. Andreou, D., Asaeda, T., Beyer, K., Bouhadad, R., Burnard, D., Caiola, N., Cakic, P., Djikanovic, V., Esmaeili, H.R., Falka, I., Golicher, D., Harka, Á., Jeney, G., Kovac, V., Musil, J., Nocita, A., Porz, M., Poulet, N., Virbickas, T., Wolter, C., Tarkan, S.A., Tricarico, E., Trichkova, T., Verreycken, H., Witkowski, A., Zhang, C.G., Zweismueller, I. & Britton R.J., 2010. Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions. Fish and Fisheries 11(4): 315-340.
- Gozlan, R. E., S. St-Hilaire, S. W. Feist, P. Martin & M.L. Kent, 2005. Biodiversity: Disease threat to European fish. Nature 435, 1046.
- Grabowska, J., J. Kotusz & A. Witkowski, 2010. Alien invasive fish species in Polish waters: an overview. Folia Zool. 59 (1): 73-85.
- Hanlon, S.G., M.V. Hoyer, C.E. Cichra & D.E. Canfield JR., 2000. Evaluation of macrophyte control in 38 Florida lakes using triploid grass carp. J. Aquat. Plant Manage. 38: 48-54.
- Hölcík, J., 1976. On the occurrence of far east plantivorous fishes in the Danube river with regard to the possibility of their natural reproduction. Vestník Československé společnosti zoologické XL (2): 88-103
- Hilt, S., E.M. Gross, M. Hupfer, H. Morscheid, J. Mühlmann, A. Melzer, J. Poltz, S. Sandrock, E-M. Scharf, S. Schneider & K. van de Weyer, 2006. Restoration of submerged vegetation in shallow eutrophic lakes- A guideline and state of the art in Germany. Limnologica 36: 155-171.
- Hofstra, D.E. & J.S. Clayton, 2012. Assessment of the efficiency of contained grass carp at removing the aquatic weed hornwort. New Zealand government Ministry for Primary Industries, Manatū Ahu Matua.
- Hofstra, D.E. 2014. Grass carp effectiveness and effects, stage 2: Knowledge review. National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd. Nr. HAM2014-060, Hamilton New Zealand.
- Hofstra, D.E., D.K. Rowe & J.S. Clayton, 2014. Assessment of grass carp use for aquatic weed control: environmental impacts, management constraints and biosecurity risks in New Zealand waters. National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd. Nr. HAM2014-061, Hamilton New Zealand.
- Hoogenboom, H.J.C., 1987. Migratie van graskarper, *Ctenopharyngodon idella*, in twee slotencomplexen met stuwen en duikers. RIVO DLO. RIVO rapport nr. BV 87-01.

- Huisman, E.A., 1979. The culture of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val. under artificial conditions. Proc. World Symposium Finfish Nutrition and Fishfeed Technology volume 1. pp. 491-499.
- Jaarsma, N., Klinge, M. & Lamers, L., 2008. Van helder naar troebel ... en weer terug. STOWA. Rapportnummer 2008-04.
- Jankovic, D., 1998. Natural reproduction by Asiatic herbivorous fishes in the Yugoslav section of the River Danube. Italian Journal of Zoology, 65: 227-228.
- Jol, C. 1983. Graskarpers en waterkwaliteit. Waterschapsbelangen 67 (14): 374-377.
- Kempenaar, C., A.C. Franke & L.A.P. Lotz, 2009. Nota Deskstudie biologische bestrijding van invasieve exotische oever- en wateronkruiden in Nederland. Plant Research International B.V., WUR. Nota 589.
- Kirk, J.P., J.V. Morrow, JR. K.J. Killgore, S.J. de Kozlowski & J.W. preacher, 2000. Population response of triploid grass carp to declining levels of Hydrilla in the Santee Cooper Reservoirs, South Carolina. J. Aquatic. Plant Manage. 38: 14-17.
- Kirk, J.P. & R.C. Socha, 2003. Longevity and persistence of triploid grass carp stocked into the Santee Copper Reservoirs of South Carolina. J. Aquat. Plant Manage. 41: 90-92.
- Kirk, J.P., J.V. Morrow, Jr., K.J. Killgore, S. J. de Kozlowski & J. Preacher, 2000. Population response of triploid grass carp to declining levels of Hydrilla in the Santee Cooper Reservoirs, South Carolina. 38:14-17.
- Kirkağaç & N. Demir, 2004. The effects of grass carp on aquatic plants, plankton and benthos in ponds. J. Aquat. Plant Manage. 42: 32-39.
- Kirkağaç & N. Demir, 2006. The effects of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val., 1844) on water quality, plankton, macrophytes and benthic macroinvertebrates in a spring pond. Turkish Journal of fisheries and aquatic sciences 6:07-15.
- Klein Breteler. J.G.P & G.H. Trentelman, 1978. Een verkennend onderzoek naar de kweekmogelijkheden van graskarper in de nettenkultuur bij de P.E.B.-Centrale te Bergum. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Kolb, F.H. 1972. Waterplantenbestrijding met graskarper in samenwerking met het IBS; resultaat puntuitzetting van S<sub>400</sub>. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1972, R/GK(1)/S(3)-1972. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Ladiges, W. & D. Vogt, 1979. Die Süßwasserfische Europas: Bis zum Ural und Kaspischen Meer: Ein Bestimmungsbuch für Sport- und Berufsfischer, Biologen und Naturfreunde. Hamburg: Paul Parey. 2. neubearbeitete Auflage.
- Lagerweij, J. 1971. Gebruikswaarde graskarpers (*Ctenopharyngodon idella*) bij de plantenbestrijding. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1969, R/68-69.GK.01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Laird, C.A. and L.M. Page, 1996. Non-native fishes inhabiting the streams and lakes of Illinois. Illinois Natural History Survey Bulletin 35(1):1-51.
- Lembi, C. A., Ritenour, B. G., Iverson, E. M., and Forss, E. C. 1978. The effects of vegetation removal by grass carp on water chemistry and phytoplankton in Indiana ponds. Transactions of the American Fisheries Society 107:161-171.
- Lenhardt, M., G. Markovic, A. Hegedis, S. Maletin, M. Cirkovic & Z. Markovic, 2010. Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. Reviews in Fish. Biol. Fisheries 21: 407-421.
- Leslie, A.J., J.M. van Dyke, R.S. Hetand, III & B.Z. Thomas, 1987. Management of aquatic plants in Multi-use lakes with grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Lake and Reservoir Management 3: 266-276.
- Leslie, A.J. Jr., R.S. Hestland, III & J.M. Van Dyke, 1996. Lakes and large impoundments, Pages 14-39 in J.R. Cassani, editor. Managing aquatic vegetation with grass carp; a guide for water resource managers. American Fisheries Society, Introduced Fish section Bethesda, Maryland, USA.
- Lloyd, E.D., 1994. Elimination of aquatic vegetation in irrigation canals using triploid grass carp. Committee on Biological Control of Aquatic Vegetation, Project nr 91M301, Final Report. Alberta

- Lynch, W.E. Jr., 2009. Using grass carp to control aquatic plants. Factsheet Agriculture and Natural Resources. Ohio State University.
- Maceina, M. J., M. F. Cichra, R. K. Betsill & P. W. Bettoli, 1992. Limnological Changes in a Large Reservoir Following Vegetation Removal by Grass Carp. *Journal of Freshwater Ecology* Volume 7(1) 1992: 81-95.
- Madsen, J.D., R.J. Richardson & R.M. Wersal, 2012. Managing Aquatic Vegetation. Pp. 275-305 in W. Neal & D.W. Willis, editors Small impoundment management in North America. American Fisheries Society Bethesda, Maryland.
- Mandrak, N.E. & B. Cudmore, 2004. Risk assessment for Asian Carps in Canada. Canadian Science Advisory Secretariat, Fisheries and Oceans Canada Research document 2004/103.
- Manual, K.L., J.P. Kirk, D.H. Barwick & T.W. Bowen, 2013. Hydrilla management in Piedmont Reservoirs using herbicides and triploid grass carp: a case study. *North American Journal of Fisheries Management* 33:488-492.
- Mikschi, E., G. Wolfram and A. Wais, 1996. Long-term changes in the fish community of Neusiedler See (Burgenland, Austria). In: Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Birghauser Verlag, Basel. pp. 111-120.
- Milardi, M., M. Lanzoni, M. Kiljunen, J. Torniaainen & G. Castaldelli, 2015. Natural recruitment contributes to high densities of grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) in Western Europe. *Aquatic Invasions* 10 (4): 439-448.
- Mitzner, L., 1994. Management of aquatic vegetation with grass carp in Iowa, 1973-1993. *Lake and Reservoir Management* 9(2): 99-100.
- Oostdijk, R.A., 2013. Waterplantenbeheer en de effectiviteit van verschillende beheermethoden; onderzoek naar waterplantenbeheermethoden op probleemlocaties in Nederland. Afstudeerrapport Aquatische ecotechnologie, Hogeschool Zeeland.
- Opuszyński, K., 1979. Weed control and fish production. Proceedings of the Grass Carp Conference, edited by J.V. Shireman. Gainesville, Florida. Aquatic Weeds Research centre, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences: 103-138.
- Osborne, J.A. & N.M. Sassic, 1981. The size of the grass carp as a factor in the control of hydrilla. *Aquatic Botany* 11: 129-136.
- OVB, 1988. Cursus vissoorten. Deel 2. Hoofdstuk graskarper. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- OVB, 1977-2006, jaarverslagen en activiteitenplannen. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Peters, J.S., 2016a. Graskarperpilots 2013-2015; resultaten graskarperuitzetting in vijf visvijvers. Project Waterplantenbeheer, Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Peters, J.S., 2016b. Werkdocument graskarper. Sportvisserij Nederland Bilthoven.
- Petr, T., 2000. Interactions between fish and aquatic macrophytes in inland waters. A review. FAO Fisheries Technical Paper. No. 396. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/006/X7580E/X7580E01.htm>
- Petridis, D., 1990. The influence of grass carp on habitat structure and its subsequent effect on the diet of tench. *Journal of Fish Biology* 36(4): 533-544 (abstr.).
- Pípalová, I., 2006. A Review of Grass Carp Use for Aquatic Weed Control and its Impact on Water Bodies. *Journal of Aquatic Plant Management* 44: 1-12.
- Pípalová, I., J. Květ & Z. Adámek, 2009. Limnological changes in a pond ecosystem caused by grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) Val. low stocking density. *Czech Journal Animal Sciences* 54(1): 31-45).
- Queseda, R., 2004. Les dessous noir de l'Amour Blanc. Reperes dans le paysage agricole français. Le Courier de l'environnement de L'INRA nr 51 février 2004.
- Rice, J.A., R.L. Nobel & R.L. Curry, 2014. Pond Management Guide. North Carolina Cooperative Extensions Service in samenwerking met Wildlife Resources Commission. USA

- Riemens, G.R. 1971. Bestrijding ongewenste waterplanten. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1971. R/pl. Bestr.71.01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1971. Gebruikswaarde graskarpers in relatie tot dichtheid en stuks grootte (annex herkomst). In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1971. 71-GK.01 Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1973. Graskarperproef Beesd 1973. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1973. R/GK.73-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1974. Uitzettingswaarde van snoek o.i.v. vegetatie, graskarper als vegetatiebestrijder. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1974. S.74-03/GK.73-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1977A. Bestrijding ongewenste waterplanten. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1977. Plb.77-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1977B. De ontwikkeling van slootvegetatie en de overleving van  $S_{v \rightarrow o}+$  onder invloed van graskarper. Een tussentijds verslag. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1977. GK.77-02. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1978. De ontwikkeling van slootvegetatie en de overleving van  $S_{v \rightarrow o}+$  onder invloed van graskarper. 2e tussentijds verslag. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1978. GK.77-02(1978). Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1979. De ontwikkeling van slootvegetatie en de overleving van  $S_{v \rightarrow o}+$  onder invloed van graskarper. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1979. GK.77-02(1979). Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1980. De invloed van graskarper stuks grootte op de plantenbestrijding. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1980. GK.80-02. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1982a. Waterplantenbeheer met graskarper in Nederland; resultaten van een enquête onder 231 beheerders van graskarperprojecten. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, R.G., 1982b. The survival of grass carp stocked in a prey/predator population. Proceedings 2nd International Symposium on Herbivorous Fish, Novi Sad, 149-157.
- Riemens, G.R. 1984. Vergelijkend onderzoek naar de invloed van graskarper en mechanisch onderhoud op een zich ontwikkelende visstand. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1981. GK81-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1986A. Een oriënterend onderzoek naar de invloed van graskarper en andere schoningsmethoden op de visstand met name snoek. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1982. GK 82-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1986B. Vergelijkend onderzoek naar de invloed van diverse schoningstechnieken (mechanisch, chemisch, graskarper) op een vegetatie gebonden snoekstand. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1983. GK 83-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Riemens, G.R. 1987. Vergelijkend onderzoek naar de invloed van diverse schoningstechnieken (mechanisch, chemisch, graskarper) op een vegetatie gebonden snoekstand. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1984 en 1985. GK 84-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Rowe, D.K. & P.D. Champion, 1994. Biomanipulation of plants and fish to restore lake Parkinson: a case study and its implications. Pp. 53-65 in: Restoration of aquatic habitats. Selected papers from the second day of the New Zealand Limnological Society 1993 Annual Conference. Department of Conservation
- Savini, D., A. Occhipinti-Ambrogi, A. Marchini, E. Tricario, F. Gherardi, S. Olenin & S. Gollasch, 2010. The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. J. Appl. Ichtyol. 26 (2):1-7

- Schaap, L.A., 1980. Onderzoek naar de mate van stuwpassage door graskarper in de Hagmolenbeek. RIVO. RIVO-Rapport 80-1.
- Schiphouwer, M.E., N. van Kessel, J. Matthews, R.S.E.W. Leuven, S. van de Koppel, J. Kranenbarg, O.L.M. Haenen, H.J.R. Lenders, L.A.J. Nagelkerke, G. van der Velde, B.H.J.M. Crombaghs & R. Zollinger, 2014. Risk analysis of exotic fish species included in the Dutch Fisheries Act and their hybrids. Nederlands Expertise Centrum Exoten, RAVON, Natuurbalans – Limes Divergens, Radboud Universiteit Nijmegen, Wageningen UR. Rapportnummer 2013.068.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M.L., Moss, B. & Jeppesen, E. (1993). Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in ecology and evolution*. 8: 275-279.
- Shireman, J.V. D.E. Colle & R.W. Rottman, 1978. Size limits to predation on grass carp bij largemouth bass. *Trans. A. Fish. Soc.* 107: 213-215.
- Shireman, J.V. & C.R. Smith, 1983. Synopsis of biological data on the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). FAO, Rome. FAO Fisheries Synopsis 135.
- Sowinsky M.S. 2001. Triploid Grass Carp and Aquatic Plant Management. Powerpoint presentative. Florida Fish & Wildlife Conservation Commission Bartow FL 33830. .
- Spikmans, F., T. van Tongeren, T.A. van Alen, G. van der Velde & H.J.M. op den Camp, 2013 High prevalence of the parasite *Sphaerothecum destruens* in the invasive topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* in the Netherlands, a potential threat to native freshwater fish. *Aquatic Invasions* 8 (3): 355–360.
- Sportvisserij Nederland, 2016. Gezamenlijk Lijst van Nederlandse Viswateren 2016-2017-2018.
- Stanley, J.G., W. Woodard Miley II, & D.L. Sutton, 1978. Reproductive requirements and likelihood for naturalization of escaped grass carp in the United States. *Transactions of the American Fisheries Society* 107 (1: 119-128).
- Stewart, R.M. & W.A. Boyd, 1999. The grass carp stocking rate model (AMUR/STOCK). Aquatic Plant Control Technical Note TN APCRT MI-03. US Army Engineer Research and Development Center. Vickburg MS. 15 pp.
- Stich, D.S., V. Dicenzo, E.A. Frimpong, Y. Jiao & B.R. Murphy, 2013. Growth and Population Size of Grass Carp Incrementally Stocked for Hydrilla Control. *North American Journal of Fisheries Management* 33:14–25.
- Sutton, D. L., J.G. Stanley & W. W. Miley II, 1981. Grass carp hybridization and observations of a grass carp X bighead hybrid. *Journal of Aquatic Plant Management* vol. 19: 37-39.
- Sutton, D.L., V.V. Vandiver, Jr., & J. E. Hill. 2012. Grass Carp: A fish for biological management of Hydrilla and other Aquatic weeds in Florida. Publication BUL867, University of Florida IFAS Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/fa043>
- Swanson, E.D. & E.P. Bergersen, 1988. Grass carp stocking model for coldwater lakes. *North American Journal of Fisheries Management* 8: 284-291.
- Texas Parks & Wildlife, 2016.  
<http://tpwd.texas.gov/landwater/water/habitats/privatewater/gcarp.phtml#stock>
- Trentelman, G.H., 1982. Over de teelt van graskarper. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Van Benthem, M., 1972. Bestrijding ongewenste waterplanten. In: Rapporten O.V.B. Proefbedrijf Beesd 1970, R/70.PIbestr.01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Van de Bund, W.J. & E. van Donk, 2004. Effects of fish and nutrient additions on food-web stability in a charophyte-dominated lake. *Freshwater Biology* 49, 1565–1573.
- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers & L.L.J. van Nieuwerburgh, 2012. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA, rapport 2012-31



- Van der Spiegel, A. 1981. Graskarper en (vis)waterbeheer. In: Verslag graskarpercontactdag 1981, gehouden op 2 september 1981 in Noordwijkerhout. Werkgroep graskarper.
- Van Dyke, J.M., A.J. Leslie Jr. & L.E. Nall, 1984. The effects of the grass carp on the aquatic macrophytes of four Florida lakes. *Journal of Aquatic Plant Management* 22: 87-95.
- Van Emmerik, W.A.M. 2015. Deelproject Monitoring Hydro Venturi het Rondeel/de Veste. Project Waterplantenbeheer. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Van Rijn, C.P.N., W.G. Werumeus Buning & W. van der Zwerde. 1974. Onderzoek naar de invloed van graskarper op de macrofauna van sloten en naar de samenhang tussen graskarper(activiteit), waterplanten en waterkwaliteit / AB DLO Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek / Landbouw-universiteit Wageningen/ CABO. CABO-project 455, IBS-project nr. 455. Rapport nr. 254.
- Van Zon, J.C.J., 1978. The use of grass carp in comparison with other aquatic weed methods. *Proceedings Grass Carp Conference, Gainesville, VS.* pp 15-26.
- Van Zon, J.C.J., W. van der Zwerde & B.J. Hoogers, 1976. The grass-carp, its effects and side-effects. *Proceedings 4th International Symposium on Biological Control of Weeds. Gainesville, VS.* pp. 251-256.
- Vinogradov, V. K. & Z. K. Zolotova. 1974. The influence of the grass carp on aquatic ecosystems. *Hydrobiological Journal* 10(2):70-78.
- Visserij Service Nederland, 2014. Het Vissenbos. Toelichting voor watereigenaren en -beheerders.
- Ware, F.J. & Gasaway, R.D., 1978. Effects of grass carp on native fish population in two Florida lakes. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 30: 324-335.
- Wells, R.D.S., H.J. Bannon & B.J. Hicks, 2003. Control of macrophytes by grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in Waikato drain, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37: 85-93
- Wells, R.D.S., 2014. South Kaipara Head hornwort strategy. National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd, nr. HAM2014-066. Hamilton New Zealand.
- Werkgroep Graskarper, 1984. Graskarper in Nederland. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Werkgroep Graskarper, 1985. Graskarper en waterplantenbeheer. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Wiley, M.J., P.P. Tazik & S.T. Sobaski. 1987. Controlling aquatic vegetation with triploid grass carp. Circular 57. Illinois Natural History Survey, Champaign.
- Willemsen, J., L.A. Schaap, H.M. Rolloos & C.J. van den Ham, 1978. De ontwikkeling van de visstand in Gasunie-sloten na introductie van de graskarper. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden.
- Zehnsdorf, A., A. Hussner, F. Eismann, H. Rönicke & A. Melzer, 2015. Management options of invasive *Elodea nutalli* and *Elodea canadensis*. *Limnologica* 51: 110-117.
- Zoetemeyer, R.B. & B.J. Lucas, 2007. Basisboek visstandbeheer. Sportvisserij Nederland.

## Bijlage: Voedselvoorkeur

Water- en oeverplanten die al dan niet bij voorkeur worden gegeten door de graskarper (planten die in Nederland voorkomen). De nummers verwijzen naar de literatuurbronnen, aangegeven onder aan de tabel.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	exoot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Agrostis stolonifera</i>	fioringras				-												
<i>Azolla caroliniana</i>	kleine kroosvaren							±				±					
<i>Azolla filiculoides</i>	grote kroosvaren	x			+		±*										+
<i>Azolla</i> sp.	kroosvaren soorten		+												+		
<i>Berula erectum</i>	kleine watereppe				+												
<i>Bidens tripartita/tus</i>	veerdelig tandzaad				-												
<i>Cabomba caroliniana</i>	waterwaaier	x						+	+			+					
<i>Callitriche</i> sp.	sterrenkroos soorten		+														
<i>Callitriche stagnalis</i>	geveugeld sterrenkroos														+		
<i>Carex acuta</i>	scherpe zegge				-												
<i>Carex nigra</i>	zwarte zegge		+													-	
<i>Carex pseudocyperus</i>	hoge cyperzegge		+					-								-	
<i>Ceratophyllum</i>	hoornbladsoorten															+	+
<i>Ceratophyllum demersum</i>	grof hoornblad		+		+	-	-*	-		+	±	-	+	+	?		
<i>Chara</i> sp.	kranswier soorten		+				+	+			+	+	+	+	+	+	
<i>Cladophora</i> sp.	cladophora (draadalg)		+										-	+	+	+	
<i>Crassula helmsii</i>	watercrassula	x							±								
<i>Eichornia</i>		x														-	?
<i>Eichornia crassipes</i>	waterhyacinth	x	+			-		-		±							-±
<i>Eleocharis acicularis</i>	naaldwaterbies		+			±		±			-						
<i>Eleocharis</i> sp.	waterbies soorten									±		±	±		+		
<i>Elodea</i>															+		
<i>Elodea canadensis</i>	brede waterpest	x	+					+			+	+	+	+	+	+	
<i>Elodea nutalli</i>	smalle waterpest	x			+	+											
<i>Elodea/Egeria densa</i>	Argentijnse waterpest/egeria	x	+			+		+				+					
<i>Galium palustre</i>	moeraswalstro				-												
<i>Glyceria fluitans</i>	mannagras				+												+
<i>Glyceria maxima</i>	liesgras				+												
<i>Groenlandia densa</i>	paarbladig fonteinkruid		+														
<i>Hippuris vulgaris</i>	lidsteng		+	-													
<i>Hottonia palustris</i>	waterviolier			-													
<i>Hydrilla verticillata</i>	hydrilla	x	+		+	+	+	+		+		+			+	+	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	kikkerbeet		+		-			-						+	-		
<i>Hydrocotyle</i> sp.	waternavel soorten	(x)								-							
<i>Iris pseudacoris</i>	gele lis														±		
<i>Juncus articulatus</i>	zomprus				-												
<i>Juncus effusus</i>	pitrus		+		-											±	
<i>Juncus</i> sp.	rus soorten										-						
<i>Lagarosiphon major</i>	verspreidbladige waterpest	x							-								
<i>Lagarosiphon</i> sp.															+		
<i>Lemna gibba</i>	bultkroos				+												
<i>Lemna minor</i>	klein kroos		+				+								+	+	
<i>Lemna</i> sp.	kroos soorten							+	+	±	+	+		+	?	+	
<i>Lemna trisulca</i>	puntkroos		+		+										+		
<i>Lysimachia nummularia</i>	penningkruid				-												
<i>Mimulus guttatus</i>	gele maskerbloem	x							-								
<i>Myosotis palustris</i>	moerasvergeet-mij-				-												

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	exoot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	nietje																
<i>Myriophyllum aquaticum/brasiliense</i>	parelvederkruid	x	+			±		-	-						-		-±
<i>Myriophyllum exalbescens</i>	geen Nederlandse naam		+										-				
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	ongelijkbladig verdkruid	x						-									
<i>Myriophyllum sp.</i>	vederkruid soorten											-			+	+	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	aarvederkruid					±	-*	-	-	±				+	?		±
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	kransvederkruid		+														
<i>Najas flexilis</i>	slank nimfkruid							-							+		
<i>Najas marina</i>	groot nimfkruid													+			
<i>Najas minor</i>	klein nimfkruid										+						
<i>Najas sp.</i>	nimfkruiden														+	+	
<i>Nasturtium microphyllum</i>	slanke waterkers				-												
<i>Nasturtium officinale</i>	witte waterkers		+					±			+				?		
<i>Nitella sp.</i>	Nitella		+								+		+		+	?	
<i>Nuphar luteum</i>	gele plomp		+	-	-						-		-				
<i>Nuphar sp.</i>	plomp soorten							-									
<i>Nymphaea alba</i>	waterlelie			-													
<i>Nymphaea sp.</i>	waterlelie soorten							-				-			-		
<i>Nymphoides</i>															-		
<i>Nymphoides peltata</i>	watergentiaan			-													
<i>Oenanthe aquatica</i>	watertorkruid				+												
<i>Phalaris arundinacea</i>	rietgras				+												
<i>Phragmites australis/communis</i>	riet		+											+	±		
<i>Polygonum amphibium</i>	veenwortel		+	-	-								-	±			
<i>Polygonum hydropiper</i>	waterpeper				+												
<i>Polygonum sp.</i>	duizendknoopsoorten										-						
<i>Pontederia cordata</i>	moerashyacint/snoek kruid	exoot								±							
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	klein fonteinkruid		+														
<i>Potamogeton crispus</i>	gekroesd fonteinkruid		+			+	±*				+		-	+			
<i>Potamogeton lucens</i>	glanzig fonteinkruid													+	-	-	
<i>Potamogeton natans</i>	drijvend fonteinkruid													+	+		
<i>Potamogeton nodosus</i>	rivierfonteinkruid					+					±						
<i>Potamogeton pectinatus</i>	schedefonteinkruid		+			±	±*						±	+	+		±
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	doorgroeid fonteinkruid						±*							+			
<i>Potamogeton praelongus</i>	langstengelig fonteinkruid												-				
<i>Potamogeton pusillus</i>	draadfonteinkruid				+						+		+		+		
<i>Potamogeton sp.</i>	fonteinkruid soorten							±				±	±		+	+	
<i>Ranunculus circinatus</i>	stijve wateranonkel			-													
<i>Ranunculus fluitans</i>	vloTTende waterranonkel			-													
<i>Ranunculus sp.</i>	ranonkel soorten												-			-	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	haarbladwaterranonkel		+											-			
<i>Ruppia maritima</i>	snavelruppia		+										±				
<i>Sagittaria sp.</i>	pijlkruid soorten		+		-						-						
<i>Schoenoplectus sp.</i>	biezen soorten										-						
<i>Schoenoplectus tabernaemontanus</i>	ruwe bies													+			
<i>Scirpus sp.</i>	biezen soorten		+					-			-						
<i>Sium latifolium</i>	grote watereppe													+			
<i>Sparganium</i>	egelskop														+		
<i>Sparganium erectum</i>	grote egelskop				-												
<i>Spirodela polyrhiza</i>	veelwortelig kroos		+		+												

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	exoot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Spirodela sp.</i>	kroos soorten							+			±	+			+	+	
<i>Spirogyra sp.</i>	spirogyra (draadalg)		+					±					-	+	+	+	
<i>Stratiotes aloides</i>	krabbenscheer			-													
<i>Trapa natans</i> - niet in NI?	waternoot													+			
<i>Trapa sp.</i> - niet in NI?															+	+	
<i>Typha angustifolia</i>	kleine lisdodde													±			
<i>Typha latifolia</i>	grote lisdodde		+					-						+	±	-	
<i>Typha sp.</i>	lisdodde soorten									±	-				+	-	
<i>Utricularia vulgaris</i>	gewoon blaasjeskruid										+						
<i>Utricularia sp.</i>	blaasjeskruid		+	-						+		±			+	+	
<i>Vallisneria sp.</i>	vallisneria														+	+	
<i>Wolffia arrhiza</i>	wortelloos kroos				+												
<i>Wolffia sp.</i>	wortelloos kroos		+					+			-				+	+	
<i>Zannichellia palustris</i>	zanichellia		+										±				
<i>Zygnema sp.</i>	een draadalgsoort															+	
Diverse draadalgsoorten	<i>draadalg</i> soorten				-					+	-				+		

goed gegeten +  
 matig gegeten ±  
 slecht gegeten -  
 tegenstrijdige resultaten ?  
 -± tot een leeftijd van 2 jaar slecht, daarna matig  
 \* voornamelijk jonge toppen

- ref. 1) Chilton & Muoneke 1992
- ref. 2) refs in Werkgroep Graskarper 1984
- ref. 3) Van Zon et al., 1977
- ref. 4) Pine & Anderson 1991
- ref. 5) Filizadeh et al., ?, graskarpers van 60 gram!
- ref. 6) ref. in Jordan 2003
- ref. 7) refs. in Kempenaar et al., 2009
- ref. 8) ref. in Leslie et al., 1987
- ref. 9) Lynch, 2009
- ref. 10) refs. in Steward & Boyd, 1999
- ref. 11) Swansson & Bergerson 1988
- ref. 12) ref. in Bíró, 1999
- ref. 13) refs. in Fedorenko & Fraser, 1978
- ref. 14) refs. in Petr, 2000
- ref. 15) Catarino et al., 2009





**Sportvisserij Nederland**  
Postbus 162  
3720 AD Bilthoven

