

Evaluatie rapportage over karperuitzet in Nederland

A.S. Couperus & Ir. O.A. van Keeken
Rapport C020/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

RWS WVL
Eddy Lammens
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Publicatiedatum:

29 januari 2015

IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl | P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl | P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl | P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

| | |
|------------------------------------------------------|----|
| Samenvatting | 4 |
| 1. Inleiding | 6 |
| 2. Uitspraken biomassa | 7 |
| 2.1 Heuts 2008 | 7 |
| 2.2 Quak 2014..... | 8 |
| 2.3 Jaarsma 2013 | 10 |
| 2.4 Schiphouwer <i>et al.</i> 2014 | 11 |
| 3. Literatuurbespreking | 12 |
| 4. Discussie | 26 |
| 4.1 Invloed type water en ecologische toestand | 26 |
| 4.2 Vergelijking rapporten | 27 |
| 4.3 Karperbiomassa..... | 29 |
| 4.4 Overleg met de betrokken partijen | 33 |
| 5. Conclusies | 34 |
| Kwaliteitsborging | 35 |
| Referenties | 36 |
| Verantwoording | 39 |

Samenvatting

De afgelopen jaren zijn vier rapporten verschenen over de ecologische impact van karper (*Cyprinus carpio*) in relatie tot de uitzet van deze soort in Nederlandse wateren. De vier rapporten geven verschillende weergaven van het effect van karper op de waterkwaliteit en ook hoeveel karper per hectare in Nederlandse wateren kan worden uitgezet. Het doel van deze desk-studie is om te bepalen waar verschillen tussen conclusies over het uitzetten van karper in de vier rapporten door kunnen worden verklaard. De vastgestelde verschillen in dit rapport zullen als uitgangspunt dienen voor een bijeenkomst met de betrokken partijen om tot een consensus te komen.

Karper is een van oorsprong niet in Nederland voorkomende vissoort (o.a. Emmerik & de Nie, 2006), die tegenwoordig voorkomt in heel Nederland. Een deel van het karperbestand wordt door uitzet kunstmatig hoog gehouden. Deze uitzet is gericht op het faciliteren van de hengelsport; de soort wordt bevestigd door een bepaalde groep sportvissers. Uitzet van karper kan echter negatieve gevolgen hebben voor de waterkwaliteit, onder andere doordat karper een deel van het voedsel uit de bodem haalt, waardoor nutriënten en sediment in de waterkolom komen en waterplanten verdwijnen.

Binnen de vier rapporten bestaat verschil van inzicht over de maximale omvang van het karperbestand dat door uitzet tot stand mag komen zonder negatieve effecten op de waterkwaliteit. Heuts (2008) hanteert voor de uitzet van karper een grens van 30 kg/ha, waaronder geen effecten merkbaar zijn. Quak geeft aan dat bij een biomassa onder 100 kg/ha, welke is samengesteld uit grotere, laag productieve karpers, effecten op het ecosysteem en in het bijzonder op de vegetatie, nihil tot zeer beperkt zijn. In een situatie waarbij deze biomassa wordt ingenomen door kleine, hoogproductieve dieren, kunnen wel negatieve effecten worden verwacht. In de biomassa-range van groter dan 100-300 kg/ha zullen effecten van de karper op de waterkwaliteit sterker zichtbaar worden, in het bijzonder als sprake is van hoogproductieve dieren, groeiende competitie om voedsel en wateren met een fijn sediment. Het rapport van Jaarsma (2013) vergelijkt de rapporten van Quak (2014) en Heuts (2008). In het vierde rapport van Schiphouwer et al. (2014) worden de risico's geanalyseerd van exotische vissoorten die zijn opgenomen in de Nederlandse Visserijwet, inclusief karper.

De verschillen in maximaal acceptabele biomassa's voor karper tussen Heuts (2008) en Quak (2014) komen voort uit wat de auteurs acceptabel vinden. Heuts (2008) neemt de KRW als uitgangspunt en uit zijn zorgen over de negatieve invloed die een hoge karperdichtheid heeft op soorten en soortgroepen die afhankelijk zijn van waterplanten. Quak (2014) concentreert zich meer op het omslagpunt zelf en vindt het gebied van biomassa's tussen 30-50 kg/ha en 100 kg/ha acceptabel, omdat in de aangehaalde studies volgens Quak (2014) geen vertroebelingseffect optreedt. Beide refereren aan eenzelfde onderzoek, maar interpreteren de conclusies anders. Daarnaast haalt Quak (2014) ook nog andere literatuurbronnen aan.

Jaarsma (2013) stelde ons inziens terecht dat "ondanks de grote hoeveelheid literatuur is het niet mogelijk om grenzen te stellen aan de dichtheid aan karper die "veilig" is. Duidelijk is wel dat hoe hoger de dichtheid, hoe groter het risico op ongewenste effecten." In de literatuur worden grenzen genoemd voor biomassa's die zowel boven als onder de waarde van 100 kg/ha liggen. In beide rapporten van Heuts (2008) en Quak (2014) wordt echter aangegeven dat de biomassa van uit te zetten kleine karpers in Nederland onder deze grens moet zitten. Bij de uitzet zou naast de draagkracht van het waterlichaam ook rekening gehouden dienen te worden met de uiteindelijke biomassa die de karpers potentieel zouden kunnen behalen in een waterlichaam. Uit de geraadpleegde literatuur kon niet worden afgeleid welke biomassa's van karper uitgezet kunnen worden in Nederlandse wateren met verschillen in bodemsediment of productiviteit. De uitzet biomassa van karper is uiteindelijk afhankelijk van verschillende factoren en zal afhankelijk van de doelstelling een keuze zijn van de eigenaar van het

water en de geldende bestemming of functie van het water. In het overleg tussen de verschillende partijen naar aanleiding van het concept van dit rapport is gekeken of tot overeenstemming gekomen kon worden over meer uniforme adviezen over uitzetbiomassa's in Nederland.

Een eerste aanzet is gedaan tijdens de vergadering voor meer overeenstemming. Vraagtekens werden gesteld of het altijd nodig is om op nationaal niveau consensus te hebben. Gezien het feit dat niet alle informatie op tijd beschikbaar was voor alle participanten, zal een vervolgoverleg gepland worden, waarin onder andere het rekenmodel van Sportvisserij Nederland voor karperuitzet verder gepresenteerd zal worden.

Tijdens dit rapport zijn twee duidelijke kennislacunes naar voren gekomen die punt van discussie vormen en die onderzocht dienen te worden om meer duidelijkheid te verschaffen over de rol van karper in Nederlandse wateren:

- wat zijn effecten van karper op de omgeving bij biomassa's die lager zijn dan in de literatuur genoemde waardes, dus onder 30-50-100 kg/ha? Daarbij rekening houdend dat de vissen snel kunnen groeien zodat biomassa's snel toenemen en rekening houdend met verschillende watertypen en draagkracht.
- bestaat tussen de verschillende groottes van karper verschil in het effect dat karpers hebben? M.a.w. is het zo dat een karper van 10 kg minder ecologische invloed heeft op de omgeving dan 10 karpers van 1 kg?

1. Inleiding

Karper, (*Cyprinus carpio*), is een van oorsprong niet in Nederland voorkomende vissoort (o.a. Van Emmerik & de Nie, 2006). De soort is in de middeleeuwen geïntroduceerd als teelt- en consumptievis (De Wilt & Van Emmerik, 2008). Het is een omnivore vissoort die voorkomt in heel Nederland. Een deel van het Nederlandse karperbestand wordt door uitzet kunstmatig op peil gehouden. Deze uitzet is met name gericht op het faciliteren van de hengelsport; de soort wordt bevestigd door een bepaalde groep sportvissers. Uitzet van karper kan echter negatieve gevolgen hebben voor de waterkwaliteit, doordat karper een deel van het voedsel uit de bodem haalt, waaruit nutriënten en sediment in de waterkolom komen en waterplanten verdwijnen.

De afgelopen jaren zijn meerdere rapporten verschenen over de uitzet van karper in Nederlandse wateren. Heuts (2008) heeft binnen het rapport "Hoofdpijnen voor uitzetten van vis" een literatuurstudie toegevoegd over de effecten van benthivore vissen, met name karper, op de waterkwaliteit. Quak (2014) heeft recentelijk een rapportage uitgebracht met als titel "Karper in Nederland". Schiphouwer *et al.* (2014) hebben een risicoanalyse gedaan van verschillende exoten in Nederland, waaronder karper. Daarnaast is een notitie verschenen van Jaarsma (2013) over karper en waterkwaliteit, in opdracht van de Unie van Waterschappen. De vier rapporten geven andere weergaven van het effect van karper op de waterkwaliteit en ook hoeveel karper in Nederlandse wateren uitgezet kan worden per hectare.

Het doel van de studie beschreven in dit rapport is om te bepalen waar de verschillen tussen de conclusies van de verschillende rapporten door kunnen worden verklaard. Enerzijds kan dit komen door gebruik van verschillende literatuurbronnen en anderzijds door verschillende interpretatie van de resultaten wanneer dezelfde bronnen zijn gebruikt. Een combinatie van beide verklaringen is ook mogelijk. Naast het vaststellen van een verklaring voor de verschillen, is een tweede doel om na evaluatie van de vier rapporten de resultaten aan de betrokken partijen voor te leggen. Een daadwerkelijk bereiken van een consensus over uitzet van karper in Nederland valt niet binnen deze opdracht, maar de aanzet daartoe middels overleg wel. Randvoorwaarde in het rapport is dat gesteld wordt dat uitzet van karper wenselijk is in Nederland.

Hoofdstuk 2 geeft per rapport weer welke uitspraken gedaan zijn door de auteurs over de uitzetbiomassa van karper. Hoofdstuk 3 geeft vervolgens een overzicht van de beschikbare literatuur die door de auteurs in hun rapporten worden aangehaald rond de relatie tussen de aanwezigheid of het uitzetten van karper en waterkwaliteitsparameters. Hoofdstuk 4 vormt de discussie over de uitzet van karper en welke zekerheden vanuit de literatuur gezegd kunnen worden over de uitzet en eventuele verschillen hierin naar watertypes.

2. Uitspraken biomassa

In dit Hoofdstuk worden de verschillende rapporten besproken. De teksten hieronder zijn overgenomen uit de rapporten, inclusief de verwijzingen naar bronnen die gebruikt zijn door de auteurs, welke besproken worden op inhoud in Hoofdstuk 4. De tekst cursief geeft een inleiding op de rapporten, maar is niet uit de referentie rapporten overgenomen.

2.1 Heuts 2008

Het rapport van Heuts (2008) geeft een korte inleiding en samenvatting op een literatuurstudie gedaan door Heuts (2007), welke is opgenomen in de bijlage van dat rapport. De literatuurstudie vat beschikbare literatuur samen over het effect van karper op de waterkwaliteit.

Een hoge bezetting van karpers in een water heeft tot gevolg dat er verandering van een helder naar een troebel watersysteem plaatsvindt. Veranderingen van de visstand door uitzettingen zijn niet toelaatbaar tenzij deze handelingen leiden tot een verbetering van het aquatisch systeem (de leefomgeving van de vissen) resp. niet strijdig zijn met de door de KRW gestelde doelstellingen c.q. uitgewerkte doelstellingen voor het visstandbeheer. Veranderingen aan de visstand zijn alleen mogelijk wanneer een deskundig onderzoek de noodzaak daarvan heeft aangetoond en dit in overeenstemming is met de doelstelling ter plaatse (GEP). Het voornemen tot visuitzettingen dient door visrechthebbenden nader te worden uitgewerkt in een visplan.

Herintroductie, het uitzetten van vis, is dan ook alleen mogelijk als aan de volgende eisen is voldaan:

- Geen verstoring opleveren voor aanwezige vissoorten;
- Draagt bij aan voortbestaan van de soort in Nederland;
- De soort kwam waarschijnlijk in historische tijd voor in het gebied of in vergelijkbaar gebied in Nederland;
- De soort kan het gebied niet zelf bereiken;
- De oorzaak voor het uitsterven is opgeheven;
- De milieukwaliteit en de omvang voldoen aan de eisen van de soort;
- Geen sterke genetische afwijking van de oorspronkelijke populatie bij introducties;
- Er treedt geen onacceptabele schade op aan de populatie waaraan de individuen worden onttrokken.

Karpers kunnen alleen uitgezet worden wanneer dit niet strijdig is met de KRW doelstellingen.

- Er mag geen schade aan het aquatisch systeem worden veroorzaakt (dus niet aan de aanwezige vispopulatie noch aan de leefomgeving)
- In visplan de uiteindelijke maximale bezetting opnemen. Dat is dus de visstand zoals die er zal zijn wanneer de uitgezette vissen en het aanwezige visbestand uitgegroeid zijn.
- Er dient een deugdelijk monitoringssysteem te zijn om het bestand van karper te kunnen bepalen;
- Evaluatie na 2 jaar.

Heuts (2008) hanteert voor de aanwezige biomassa van karper een grens van 30 kg/ha, waaronder geen effecten merkbaar zijn. Recentelijk is de norm voor karperuitzet opgesteld voor kanalen in het kader van de KRW. Zo wordt voor ondiepe kanalen zonder en met scheepvaart (M6a en M6b) het aandeel brasem + karper gesteld op resp. 45 en 65%. Uitgaande van een gewenste visstand van max. 200 kg/ha in die

kanalen (dat is een bezetting die voor die kanalen aan de lage, en dus veilige kant, is), zou er voor brasem + karper ruimte zijn voor ca. 100 kg/ha. Dat daarvan dan max. 30 kg/ha mag worden ingenomen door karper is in verhouding passend. In speciaal daarvoor aan te wijzen geïsoleerde wateren kunnen karpers (of andere vissen) worden uitgezet waarvoor deze criteria niet gelden (de zogenaamde karperputten of forellenvijvers) (Heuts, 2008).

Het schadelijke effect van karper op de ontwikkeling van de watervegetatie is vastgesteld in vele onderzoeken (Scheffer, 1998). Sedimentatie en resuspensie van bodemmateriaal neemt lineair toe met de toenemende dichtheid van benthivore vissen. De invloed van resuspensie op de troebelheid is groot, 30 kg/ha benthivore vis is voldoende om het doorzicht in glashelder water te doen afnemen tot minder dan 1 meter (Scheffer, 1998). Dit effect is afhankelijk van de bodemsoort. Op zandige bodem zal dit effect kleiner zijn omdat zand zwaar is en daardoor snel sedimenteert. Bij een bodem van licht organisch materiaal is de sedimentatiesnelheid geringer. Hierdoor is de potentiële invloed van de benthivore vissen door resuspensie, en dus op de troebelheid, veel groter in wateren met licht organisch materiaal.

2.2 Quak 2014

Het rapport van Quak (2014) geeft een overzicht van karper in Nederland. Het bevat onder andere delen over de historie van karper in Nederland, karperkweek, sportvisserij en karper en het effect van karper op de waterkwaliteit. Voor onze studie is met name Deel 3 van belang, getiteld "Karper: waterkwaliteit, ecosysteem en Kaderrichtlijn Water". Het deel omvat onder andere een literatuurstudie van beschikbare literatuur over het effect van karper op de waterkwaliteit.

Verschillende onderzoeken wijzen op een (niet-lineaire) afname van de (submerse) vegetatie door de aanwezigheid van karper. De dichtheid en lengte/gewicht gebonden eigenschappen (aantal individuen, snelgroeiend, hoog-productief) lijken hierbij van (veel) grotere invloed dan de biomassa als zodanig. Bij hogere dichtheden versterkt de competitie om voedsel de foerageer-intensiteit, waarbij de vegetatie afneemt zowel door ontworteling, als door een toename van de troebelheid (fijn sediment). In de brede range biomassa/aantallen 150-450 kg/ha = 100 -200 individuen (van 1,5-2 kg/ stuk) liggen voor de meeste studies de omslagpunten of drempelwaarden.

De aanwezigheid van vegetatie kan een dempende werking hebben op de potentiële effecten van laag-productieve karperbestanden (=grote karpers) met biomassa's tot 300 kg/ha. Deze biomassa lijkt grofweg ook een drempelwaarde waarboven voor dergelijke bestanden sprake is van significante effecten. Het is waarschijnlijk dat in vegetatierijke wateren het foerageergedrag (deels) verschuift van de bodem naar de macrofauna in de vegetatie zelf.

Bij een biomassa < 100 kg/ha, welke is samengesteld uit grotere laag productieve karpers, zijn effecten op het ecosysteem, in het bijzonder op de vegetatie, nihil tot zeer beperkt. Echter, in een situatie waarbij deze biomassa wordt ingenomen door kleine, hoog-productieve dieren (circa 1-2 kg stuk), kunnen er door het dan relatief grote aantal karpers (50-100) vissen per hectare) wel negatieve effecten worden verwacht. Deze impact kan vervolgens in de tijd worden versterkt door groei, competitie, productie en een eindbiomassa die dan, afhankelijk van het dragend vermogen, ver boven de 100 kg/ha zal uitstijgen.

In de biomassa-range van > 100-300 kg/ha zullen effecten van de karper op de waterkwaliteit sterker zichtbaar worden, in het bijzonder als sprake is van hoog-productieve dieren, groeiende competitie om voedsel en wateren met een fijn sediment. Ook als karpers in ondiepe delen aggregeren voorafgaand aan de paaitijd (veel individuen in een kleine ruimte/tijdschaal) kunnen er tijdelijk effecten optreden, zoals een toename van de troebelheid.

In de range 100-300 kg/ha is mogelijk sprake van ecologische 'drempels', waarbij stijgende abundanties weinig tot geen effect hebben (vgl. hysteresis = weerstand tegen verandering), totdat met een relatief geringe biomassaverhoging, er een snelle verandering of verschuiving plaatsvindt. De waarschijnlijkheid en omvang van één of meer effecten neemt verder toe in de range naar 450 kg/ha, boven 450 kg/ha zal vrijwel altijd sprake zijn van grote effecten van de karper op de waterkwaliteit en het ecosysteem. In de hier genoemde ranges dient verder ook rekening te worden gehouden met de samenstelling van de karperstand in aantallen en individuele lengte/gewicht.

Als belangrijkste doel ging en gaat het bij visuitzettingen om het behoud en optimaliseren van de (sport) visserijmogelijkheden in de Nederlandse binnenwateren. Bij visuitzettingen kunnen de volgende motivaties aan de orde zijn:

- maatschappelijk-economisch motief (exploitatie, consumptie, recreatie, beleving, ontspanning)
- biologisch motief (behoud soort, ecologisch herstel)
- een mix van beide.

Voor het uitzetten van karper zijn de beheerdoelen meestal gericht op:

- compensatie (onderhoud populatie, vervanging van andere soorten doordat deze in aantal/areaal zijn afgenomen)
- catch&release
- in een enkel geval: waterplantenbeheer.

Voor het beheer van karper is een benadering naar watertype gewenst, onder te verdelen naar:

- stedelijk water (vooral karpervissen door jeugd, ouderen)
- grote (Rijks)wateren, zoals de Randmeren, Benedenrivieren
- polders
- plassen en meren, vennen
- kanalen [verschillende functies en KRW-typen]
- specifieke sportvisserijwateren = hengelvijvers
- kleine rivieren, beken.

Als bijzonder watertype met een specifiek beheerdoel worden hierbij ook wateren genoemd met een aantoonbare impact door de aalscholver en/of wateren met een sterk geremde biologische productie. Meestal gaat het hier om kleinere geïsoleerde (stads) wateren, kanalen en hengelvijvers.

Kaderstellend is dat de aanwezigheid en het uitzetten van karper, niet strijdig mag zijn met het bereiken van (realistische) KRW-doelen. Als criterium dient dan ook te gelden:

het uitzetten van karper is binnen voorwaarden mogelijk, mits de resulterende biomassa/aantallen bij benut dragend vermogen niet leidt tot:

1. een verlaging van de EKR-score c.q. klasse
2. het niet kunnen bereiken van het GEP (mits realistisch) als kwaliteitsdoel
3. een negatief effect op de uitgevoerde of nog uit te voeren KRW- maatregelen heeft.

In de visie van De Karper Sportvisserij Nederland (De KSN) dient de speelruimte voor het uitzetten van karper afhankelijk te zijn van de ecologische mogelijkheden die een water biedt of kan gaan bieden (KSN beleidsnota). De KSN hanteert hierbij de volgende definitie van verantwoord karperbeheer: Het ten gunste van de groei van karper en de variatie van karperbestanden benutten van de ecologische ruimte die een water biedt, zonder dat kwetsbare en gewaardeerde ecosystemen en visgemeenschappen worden aangetast.

Planmatig karperbeheer voor de grotere wateren (waterlichamen) omvat de volgende stappen of bouwstenen:

1. Opstellen door visrechthebbenden (zo mogelijk in VBC-verband) van een algemeen' kort en krachtig' Beleid- en beheerprogramma karper
2. Inventarisatie wensen sportvissers (niet-karpervissers), wensen karpervissers [hsv, per water], identificeren van karper- resp. niet-karperwateren en toekennen relatief belang van water voor het karpervissen, bijv. in laag-midden-groot of schaal 0-10
3. Keuze beheerdoel (per water), [eindbeeld type karper, grootte, gewicht = optimaal bestand] incl. inschatting van het huidige bestand
4. Beoordeling van het viswatertype resp. (on) mogelijkheden toepassing karper [actueel en toekomstig], bepaling en beoordeling beheerdoelkarperbiomassa aantallen - viswatertype [is of zijn uitzettingen passend?]
5. Ontwerp uitzettingsprogramma [paragraaf visplan]
6. Ontwerp registratie en monitoringsprogramma [paragraaf visplan]
7. Voortoets KRW – EKR – kwaliteitsklassen [waterlichamen: geen verslechtering, geen toekomstige impact]
8. Formele toetsing karperbeheer door waterbeheerder (waterlichamen)
9. Uitvoering na goedkeuring, bijstelling na afkeuring
10. Evaluatie

Door Sportvisserij Nederland (Quak 2014) is een rekenhulp ontwikkeld voor het uitvoeren van uitzettingen (uitzettingsprogramma). Uitgaande van beheerdoelen en een passende eindbezetting, is het van belang om zo nauwkeurig mogelijk het aantal uit te zetten karpers te bepalen. Voor toepassing is een schatting van de jaarlijkse natuurlijke sterfte nodig. De rekenhulp gaat voorsnog uit van een gemiddelde groei en een gemiddelde jaarlijkse sterfte van 7,5%, gerekend voor K3 karpers. In het rapport wordt een aanzet gegeven voor uitzetprotocollen in verschillende watertypes.

2.3 Jaarsma 2013

De notitie vergelijkt de rapporten van Heuts (2008) en Quak (2014) en geeft reeds globale richtlijnen voor de uitzet van karper.

Karper heeft op verschillende manieren effect op de waterkwaliteit en ecologie. Onder andere op nutriënten, troebelheid, vegetatie, andere vissoorten, macrofauna en algen. Uit diverse onderzoeken naar het effect van visstandbeheer blijkt dat de vis een belangrijk effect heeft op de helderheid van het watersysteem (o.a. Meijer, 2000; Scheffer, 1998; Witteveen + Bos, 2008). Direct na uitdunning van de benthivore visstand stijgt het doorzicht zonder uitzondering, soms is dit permanent (in laag belaste systemen) en soms tijdelijk (terugval door hoge visproductie of overmatig algengroei). In de meeste gevallen is er een duidelijke (cor)relatie tussen visbiomassa en doorzicht. Verschillende mechanismen spelen daarbij een rol; een afname van algen en zwevend stof als gevolg van de afname van bodemwoeling en consumptie, de toename van plantengroei en de toename van filtratie door zoöplankton. De relatie is in ieder meer anders en vooral de grote meren lijken gevoelig hiervoor. Dit is mogelijk te verklaren door het effect van vis in combinatie met wind. Grote meren zijn windgevoeliger dan andere, kleine plasjes. De vis wervelt zwevend stof en algen op van de bodem en de wind houdt het in suspensie. Het vasthouden van de bodem door planten speelt een rol, maar ook zonder een duidelijke toename van de plantengroei wordt een hoger doorzicht waargenomen.

De mate van het effect van karper op de waterkwaliteit is afhankelijk van de dichtheid (kg/ha), maar eveneens van de grootteverdeling van de vis (enkele grote of veel kleintjes). Het effect is echter ook afhankelijk van de gevoeligheid van het specifieke water. Ondanks de grote hoeveelheid literatuur op dit

vlak is het daarom niet mogelijk om generieke grenzen te stellen aan de dichtheid aan karper die "veilig" is. Duidelijk is wel dat hoe hoger de dichtheid, hoe groter het risico op ongewenste effecten. Op basis van de literatuur kunnen wel globaal enkele trajecten worden aangegeven in karperbiomassa's en de daarbij waargenomen effecten op waterkwaliteit en ecologie:

- < 30 kg/ha, deze dichtheid wordt in alle onderzoeken verondersteld een gering effect te hebben op de waterkwaliteit en ecologie en samen te kunnen gaan met "helder en plantenrijk" water;
- 30-100 kg/ha, tussen 30 kg/ha en 100 kg/ha treden in diverse onderzoeken effecten op o.a. op helderheid en vegetatie, een dergelijke dichtheid kan samengaan met plantenrijk water maar kan ook reeds zorgen voor een substantiële afname aan planten;
- bij dichtheden > 100 kg/ha worden in veel onderzoeken grote negatieve effecten geconstateerd. Wateren met enkele honderden kilo's karper per hectare zijn eigenlijk altijd plantenarm en troebel.

2.4 Schiphouwer et al. 2014

In dit rapport worden de risico's geanalyseerd van exotische vissoorten die zijn opgenomen in de Visserijwet en hun hybriden. De volgende onderdelen zijn uitgewerkt aan de hand van literatuurstudie en database analyse: een soortbeschrijving, risico analyse, risico classificatie en management opties.

Hoge dichtheden van karper kunnen grote impact hebben op waterplanten en turbiditeit door de opwerveling van sedimenten uit de bodem dat ontstaat door het zoeken naar voedsel en de consumptie van waterplanten (Bajer & Sorensen, 2009; Breukelaar, 1992; Breukelaar *et al.*, 1994; Roberts *et al.*, 1995; Scheffer, 1998; Weber & Brown, 2009). Meren met waterplanten kunnen troebel worden en overvloedige algengroei kan voorkomen. Dit resulteert in veranderingen in soortensamenstelling van vegetatie, vis en vogels. Uit de beschikbare bewijsstukken kan worden geconcludeerd dat karper een hoog risico kan geven op negatieve impact door veranderingen in de nutriënten cyclus, fysische veranderingen van habitats, veranderingen in natuurlijke successie en verstoring van voedselwebben in Nederland.

De dichtheden van karper die kunnen resulteren in veranderingen van het ecosysteem variëren tussen studies van 30 kg/ha (Scheffer, 1998), 100 tot 250 kg/ha (Breukelaar, 1992; Breukelaar *et al.*, 1994; Bajer & Sorensen, 2009; Barthelmes, 2003; Smith, 1999) tot 450 kg/ha (Roberts *et al.*, 1995). Verschillende factoren, zoals bodem type, waterdiepte, nutriënten, predatoren en het klimaat hebben effect op het ecosysteem in combinatie met de dichtheid van karpers.

Op de schaal van de risico classificatie scoorde karper samen met gibel en snoekbaars de hoogste invasiviteit gebaseerd op dispersie- en reproductiecapaciteit. De auteurs gaven aan dat de uitzet van met name karper, gibel, snoekbaars, graskarper en vruchtbare hybriden (kruiskarper) gestopt of gereguleerd moet worden om verdere verspreiding en nieuwe introducties te voorkomen.

3. Literatuurbespreking

Hieronder worden samenvattingen gegeven van de in de vier rapporten gebruikte relevante literatuurbronnen. Voor elke samenvatting van een referentie is vooral gekeken naar informatie over de invloed van karper op de waterkwaliteit en informatie over de biomassa van karper per hectare. Achter elke referentie staan de rapporten waarin de referentie gebruikt is. Onderaan dit hoofdstuk wordt een samenvattende tabel gegeven met een beknopt overzicht van elke referentie (Tabel 1).

Arlinghaus & Mehner, 2003 (Heuts, 2008)

Middels een internet survey zijn hengelaars die met name vissen op karpers onderzocht in Duitsland. De vangsten van deze vissers zijn tot 2500% hoger dan van beroepsvissers. Input-output balans voor fosfaat liet zien dat onder sommige condities het vissen kan bijdragen aan vertroebeling van sommige wateren. Dit vindt dan met name plaats wanneer veel bijgevoerd wordt en de vangsten laag zijn. De auteurs verschaffen een eenvoudige berekening om uit te rekenen wat de kans is op negatieve ecologische invloed van fosfaat door het voeren tijdens het vissen.

Badiou & Goldsborough, 2010 (Quak, 2014)

Het effect van karper op verschillende factoren werd onderzocht in 5-7 ha grote wetlands in Canada. Vis werd uitgezet in 2001 en 2002 in biomassa's van 0, 150, 300, 600 en 1200 kg/ha. Met hogere dichtheden karper werden de nutriëntenconcentraties, zwevende deeltjes en chlorofyl-a concentratie hoger en dichtheid submerse waterplanten lager. Het water in de wetlands vertoonden echter geen omslag van helder naar troebel met toename van de visbiomassa. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door de dichte bedden submerse waterplanten en door de kleur van het water, dat fytoplankton weerhield toe te nemen. Daarnaast is de aanvoer van nutriënten beperkt, doordat de wetlands vooral gevoed worden door regenwater.

Bajer & Sorensen, 2009 (Schiphouwer *et al.*, 2014)

Deze studie gedaan in Minnesota (VS) bekeek hoe omgevingscondities en de levenswijze van karper het soms in hoge dichtheden voorkomen van karper kan verklaren. Hoewel karper overal voorkomt, bereikt de soort enkel hoge dichtheden in sommige gebieden. Het ontstaan van hoge dichtheden kan komen wanneer karper door omstandigheden een onstabiel nieuw gebied kan bereiken om zich daar voort te planten. De studie met radio-tracking liet zien dat volwassen karper in het voorjaar wateren bevolkte om te paaien, welke in de winter bloot gesteld waren aan winter-hypoxie (te weinig zuurstof). De studie was in een merengebied, waarbij twee watersystemen bestudeerd werden. Het eerste bestond uit vijf meren waarvan drie bestudeerd werden: het eerste meer is 30 ha met een max diepte van 6 m, welke verbonden is met een 40 ha meer met een max diepte van 3 m, welke verbond met een 100 ha meer met max 18 m diepte. Het tweede bestond uit 20 diepe en ondiepe meren. Beide gebieden hadden een dichtheid van karper van respectievelijk 307 en 327 kg/ha. Succesvolle reproductie en succesvolle jaarklassen werden vooral veroorzaakt door winter hypoxie en de daaropvolgende paaiperiode. Leeftijdaflezingen lieten zien dat de meeste karpers van slechts enkele jaarklassen waren, volgend op een winter met hypoxie.

Bajer *et al.*, 2010 (Quak, 2014)

In een ondiep meer (508 ha, max 3.5 m diep) in Illinois (VS) is onderzoek gedaan naar de ecologische veranderingen gedurende een periode van 7 jaar dat de karperpopulatie toenam. De bodem van het meer bestaat uit klei met gebieden van zand of modder langs 25% van de oever. Gedurende de eerste vijf jaar was de biomassa van karper in het meer onder 30 kg/ha. De eerste jaren was dit zelfs lager dan 10 kg/ha. Door een sterke rekrutering steeg de biomassa tot 110 kg/ha in het zesde jaar. Terwijl de biomassa van 30 kg/ha geen effect had op de bedekking met waterplanten of op watervogels, resulteerde de stijging in karperbiomassa tot 110 kg/ha in een 50% afname van waterplanten en

watervogels. Een verdere toename van de karperbiomassa voorbij 250 kg/ha door wederom rekrutering en groei van de voorgaande jaarklasse resulteerde in een verdere daling van de waterplantdekking tot 17% en een daling in watervogels tot 10% van het originele aantal. De gegevens suggereren volgens de auteurs dat karper ernstige schade toebrengt aan de ecologische toestand van ondiepe meren als de dichtheid voorbij circa 100 kg/ha komt.

Barthelmes & Bramick, 2003 (Heuts, 2008; Quak, 2014; Schiphouwer *et al.*, 2014)

In een meer in Duitsland (10.2 ha, max diepte 12 m, gemiddelde diepte 6.5 m) heeft visuitzet plaatsgevonden eind jaren '70. Naast zilverkarper is ook aal en karper uitgezet in een meer waar voornamelijk blankvoorn al voorkwam. Extensieve uitzet was gepland van 50-100 karpers (2 jaar oud, circa 200 g) per hectare. Door een fout is meer karper uitgezet dan gepland, wat resulteerde in een geschatte hoeveelheid van 482 karpers/ha. Gedurende minstens 10 jaar was de zoöplankton biomassa laag en ook de benthos biomassa werd laag (minder dan 1 g/m²) door de aanwezigheid van karper en ook aal (uitgezet als glasaal, 935 stuks/ha). De hoeveelheid blankvoorn daalde in de eerste jaren na de uitzet. Ondanks deze situatie die 20 jaar duurde werd geen negatief effect gevonden van de uitzet op de inheemse visfauna van 16 soorten aan het einde van studie. In het meer zijn waterplanten van nature afwezig en naar de interactie met karper en waterplanten is in deze studie niet gekeken. De auteurs refereren wel naar een experiment in bassins in Duitsland in 1989 waarbij dit onderzocht is. Het effect van karpers op de vermindering van habitat voor waterplanten was bij meer dan 100 kg/ha zichtbaar. Over dit experiment is geen verdere informatie gegeven.

Breukelaar, 1992 (Heuts, 2008; Quak, 2014; Schiphouwer *et al.*, 2014) en

Breukelaar *et al.*, 1994 (Heuts, 2008; Quak, 2014; Schiphouwer *et al.*, 2014)

Het doel van dit onderzoek was om onder gecontroleerde omstandigheden het effect van benthivore vis op de waterkwaliteit te bestuderen met als belangrijkste variabelen biomassa, grootte samenstelling en vissoort (brasem/ karper). Het effect op de waterkwaliteit werd gemeten aan onder andere zwevend sediment gehalte, nutriënten en lichtklimaat.

Het effect van brasem (25-35 en 35-50 cm) en karper (40-50 cm) op omwoeling van sedimenten en de concentraties van nutriënten en chlorofyl-a werden bestudeerd in 16 experimentele vijvers (diepte 1 m, 0.1 ha, zand/klei ondergrond) gedurende zes maanden. De vijvers werden bezet met brasem of karper in dichtheden van 0–500 kg/ha. Voor karper waren de dichtheden 150, 300 en 500 kg/ha. Concentraties zwevend sediment steeg in de experimenten lineair met de biomassa van de vissen. Tussen opwerveling en de grootte van de vis (bij brasem getest) was geen relatie aantoonbaar. Van het door karper omgewoelde materiaal kan 40% van de variantie worden verklaard door de biomassa van de vis. 100 kg/ha karper houdt 5 mg/l zwevende stof in suspensie waarvan 87 % anorganisch is. In alle gevallen was er een positieve relatie met de visbiomassa van brasem en de temperatuur enerzijds en Ca, HCO₃, humus, Mg en extinctie anderzijds. Voor karper was de relatie niet significant voor humus. Het effect van vissen op doorzicht, chlorofyl-a, orthofosfaat en totaal fosfaat, stikstof en silicaat werden enkel gepresenteerd voor brasem en niet voor karper.

Voor karper was de hypothese dat deze per eenheid van gewicht meer troebeling zou veroorzaken dan brasem. Het effect was precies tegenovergesteld. In de karpervijvers was de hoeveelheid door karper gesuspendeerd en gesedimenteerd materiaal 50% lager dan in vergelijkbare vijvers met brasem. Een mogelijke verklaring voor de verschillen ligt in het efficiënter gebruik van het beschikbare voedsel. Karper benut ook mollusken in tegenstelling tot brasem en hoeft hierdoor minder in de bodem te wroeten voor muggenlarven en wormen. Omdat karper relatief meer in gewicht is toegenomen dan brasem (± 40% bij 150 kg/ha en 10% bij 500 kg/ha) mag worden geconcludeerd dat de omstandigheden voor de karper in de vijvers beter waren dan voor de brasem.

Chow-Fraser, 1998 (Heuts, 2008)

Een ecologische model is opgezet, gebaseerd op 60 jaar studie, welke beschrijft hoe een moerasgebied veranderde van een gebied met aanzienlijke ecologische diversiteit tot een gebied met weinig doorzicht, weinig vegetatie en gedomineerd door slechts enkele planten en vissoorten. In de jaren '40 en '50 verminderde de vegetatie door hoge waterniveau's. Door afwezigheid van planten die sediment konden vasthouden, werd het gebied troebel en de volgende periode verdwenen daardoor onderwaterplanten. De hoge troebelheid wordt in stand gehouden door hoge sedimentniveau's, hoge algenbiomassa en de aanwezigheid van een grote populatie karper (onbekend hoe groot deze populatie is).

Chumchal et al. 2005 (Quak, 2014)

In een experiment in Texas (VS) werd in 10 vijvers (gemiddelde oppervlakte 0.36 ha, diepte 1.2 m) met een kleibodem karper uitgezet (0-100 kg/ha) voor onderzoek naar de relatie tussen biomassa en chlorofyl-a, fosfaat, stikstof, zoöplankton en vegetatie. De studie duurde een jaar en de karpers hadden een biomassa bereikt van (130-465 kg/ha). De biomassa van karper was significant positief gecorreleerd aan chlorofyl-a, totaal fosfaat en stikstof. Van de aanwezige drie tot negen waterplantsoorten was alleen *Najas* (nimfkruid) negatief gecorreleerd aan de karper biomassa. Turbiditeit was positief gecorreleerd met de biomassa, hoewel de relatie niet significant was. Cladoceren en copepoden waren niet significant gerelateerd aan de karperbiomassa.

Driver et al., 2005 (Quak, 2014)

Met een veldexperiment in Australië werd het effect van de biomassa en grootte van karper op verschillende factoren als troebelheid, Ph, temperatuur, nutriënten concentraties en algen biomassa onderzocht in een vijver van 100 x 30 m, diepte tussen 1-2 m. De vijver met ondergrond van klei werd verdeeld in 26 13x5 m compartimenten. De proef liep 53 dagen. Verschillende combinaties van karpers met gemiddeld formaat van 0.58 kg (einde proef 0.71 kg) en van 2.02 kg (einde proef 2.21 kg) met dichtheden van 0, 330, 570 en 650 kg/ha werden getest. Compartimenten met karper hadden hogere concentraties stikstof en fosfaat in vergelijking met compartimenten zonder karper. Het formaat (lengte, gewicht) van karper was meer van invloed dan de biomassa op totaal fosfaat en algen biomassa. De combinatie grotere karper in hoge dichtheden gaf de hoogste troebelheid.

Egertson & Downing, 2004 (Quak, 2014)

De visgemeenschap, waterkwaliteit en morfometrie werd bestudeerd van 32 eutrofe meren (gemiddelde diepte 2,9 meter). De vangst van karper (CPUE, vangst per eenheid gewicht per netnacht uit fuikvangsten) nam significant toe met trofieniveau, uitgedrukt in concentratie chlorofyl-a. De CPUE van karper nam met circa 80% toe met een stijging in chlorofyl-a van 10 tot 100 µg·L⁻¹. Terwijl karper profiteert van hoge trofieniveau's, profiteren andere niet-benthivore soorten niet van de beschikbaar gekomen energie in het systeem.

Jackson et al., 2010 (Quak, 2014)

In Iowa (VS) werden tussen 2001-2006 in totaal 129 meren (tussen 4-2174 ha, diepte 1-12 m, Secchi diepte <1.5 m) bemonsterd om patronen in vispopulaties te evalueren in relatie tot omgevingsvariabelen. Meren met hoge vangsten van karper hadden hoge nutriëntenconcentraties, fytoplankton biomassa en een beperkte doorzicht. Daarnaast waren de vangsten van andere vissoorten in deze meren laag. Wanneer karper in de vangsten hoger was dan 2 kg per fuiknacht, waren de vangsten van andere soorten laag en de waterkwaliteit slecht. Ondiepere wateren hadden hogere dichtheden karper dan diepere wateren. Biomanipulatie zal het meest effectief zijn in ondiepere wateren, mede omdat in ondiepe meren waterplanten sneller zullen herstellen. Experimentele studies suggereren dat effecten van karper op het ecosysteem niet lineair verlopen, maar dat de aanwezigheid van karper tot een bepaalde grens komt, waarboven opeens abrupte veranderingen in het ecosysteem plaatsvinden.

Hertam, 2010 (Quak, 2014)

Gedurende vier jaren werd de invloed van karper op verschillende meren (1-20 ha) in een wetland gebied in Manitoba (Canada) onderzocht. De auteur beschrijft de resultaten voor een studie gedaan in 2003 en 2004. In de studie werden meren soms afgesloten voor karper, terwijl in andere meren wel karper voorkwam. De studie toonde aan dat karper in ieder geval gedeeltelijk verantwoordelijk was voor troebel, fytoplankton gedomineerd water en dat de aanwezigheid van karper een belangrijke factor was voor het voorkomen van troebel en fytoplankton gedomineerd water. Meren die blootgesteld werden aan karper sloegen om van helder naar troebel water met weinig submerse waterplanten. Het verwijderen van de karpers deed de meren omslaan naar helder water, maar waterplanten herstelden zich niet altijd. Door de complexiteit van de systemen was het effect van karper niet altijd zo voorspelbaar als gesuggereerd wordt. Door de aanwezigheid van karper kunnen nutriënten vrijkomen die vervolgens benut kunnen worden door algen, zodat nutriënten tekorten kunnen worden opgeheven. Echter, tijdens een proef in twee meren zonder karper werden juist voldoende voedingsstoffen gemeten voor algen, terwijl in een vijver met karper te weinig voedingsstoffen gemeten werden voor algen. Ondanks dat de geclusterde metingen niet significant verschilden, was er tussen de individuele meren wel verschil waarneembaar in aanwezigheid van draadalgen, waarbij meren zonder karpers veel meer bedekt waren door draadalgen.

Lougheed & Chow-Fraser, 2001 (Heuts, 2008)

Karper groter dan 30 cm werd weggehouden uit een eutroof moerasgebied bij Lake Ontario, VS, door middel van een scheidingswand met kleine doorgang. Het moeras werd twee jaar voor en na de bouw hiervan bemonsterd gedurende mei tot september in drie gebieden. Het eerste jaar na de bouw van het scheidingspaneel daalde de turbiditeit met 49–80%. Tegelijkertijd steeg de groei van waterplanten. Twee gebieden vertoonden een daling het tweede jaar met 26–54% ten opzichte van de periode voor de verwijdering van karper. Enkel het gebied met veel plantengroei vertoonde een blijvende groei van waterplanten, een daling van de algenbiomassa en een groei van zoöplankton. De resultaten laten zien dat verwijdering van karper verschillend effect kan hebben op gebieden.

Lougheed et al., 1998 (Heuts, 2008; Quak, 2014)

De relatie tussen karper, waterkwaliteit en waterplanten werd onderzocht in vijvers nabij Lake Ontario, Noord-Amerika. In dit gebied zitten buiten het paaiseizoen circa 400 karpers/ha (biomassa onbekend). Twaalf compartimenten van 50 m² in een moerasgebied (uitloper van een rivier) werden met twee of drie karpers van gelijke lengte (variatie tussen 13-59 cm) bezet, variërend in biomassa van 23 tot 2100 kg/ha. De proef liep twee weken.

Troebelheid, totaal-P en totaal-N nam toe met de biomassa van karper. Bij een biomassa karper boven 450 kg/ha nam de troebelheid na enkele dagen toe van 7 NTU tot 73 NTU. Door verhoogde troebelheid en nutriëntenconcentraties werd de biomassa van zoöplankton minder. In delen met karpers was het gemiddeld aantal waterplantensoorten vijf of minder, terwijl in delen zonder karper 10 of meer soorten waterplanten aangetroffen werden. Volgens de experimenten zal het verwijderen van karper de troebelheid reduceren van 80 NTU naar 45 NTU (compartimenten zonder karper), wat resulteert in het voorkomen van meer dan vijf waterplant soorten. Onder natuurlijke omstandigheden zal ook resuspensie en bodemtype van invloed zijn op de troebelheid van het water en de nutriënten concentratie.

Lougheed et al. (1998) ondersteunen de theorie van Scheffer (1990), waarbij waterplanten in ondiepe meren zullen verdwijnen wanneer een bepaalde grens voor troebelheid overschreden wordt. Ze vonden aanwijzingen in wetlands dat boven 20 NTU minder waterplanten aanwezig waren, terwijl onder deze grens een meer diverse waterplantengemeenschap aanwezig was. Voor het onderzochte water was de troebelheid 45 NTU in compartimenten zonder karpers, wat hoger is dan de 20 NTU, die zij geven voor het verbeteren van de groei van submerse waterplanten. Aanvullende acties zouden nodig zijn om de NTU te verlagen.

Matsuzaki et al., 2007 (Quak, 2014)

In een experiment werden 2x2 m compartimenten (diepte 0.7-0.8 m) met en zonder karpers en met en zonder scheidingsnet opgezet voor een experiment van circa twee maanden. De netten stonden circa 40 cm van de bodem en weerhielden de karpers de bodem om te woelen. Per compartiment werd een karper toegevoegd (gewicht 148 ± 13 g, lengte = 16.1 ± 1.3 cm, biomassa 369 ± 32 kg/ha). Karper bleek van invloed op de waterkwaliteit, de nutriënt-dynamiek en zorgde voor een afname van macrofyten. Excretie door de karper was in dit onderzoek de belangrijkste factor voor de gesignaleerde veranderingen, versterkt door bioturbatie in de compartimenten zonder net. Excretie en bioturbatie zorgden voor een vermindering van de zichtdiepte, de hoeveelheid lichtinval en daarmee een negatief effect op de vegetatie. De abundantie van zoöplankton, vooral rotifera, nam in het experiment toe. De hoeveelheid benthische macro-invertebraten nam af, waarschijnlijk als gevolg van de afname van waterplanten, niet of minder als direct gevolg van predatie.

Mehner, 2004 (Heuts, 2008)

Een stap-voor-stap beslisboom is opgesteld om de visstand te kunnen beheren in eutrofe wateren in de gematigde zone van Europa, gebaseerd op ervaringen van biologisch beheer projecten over de hele wereld die minstens vijf jaar hebben geduurd. Wanneer de visbiomassa lager is dan 50 kg/ha zijn er weinig negatieve effecten verwachten op de waterkwaliteit, hoewel de drempelwaarde voor juveniele planktivore vis lager kan zijn. Als de visbiomassa tussen de 50 en 100kg/ha is, kan enige invloed merkbaar zijn. Succes van biomanipulatie bij deze biomassa is afhankelijk van de toestand van het water. In sommige gevallen veroorzaken de voedselgewoontes van benthivore vissen een heviger verslechtering van de waterkwaliteit dan planktivore vissen. In dergelijke gevallen is verwijdering van een aanzienlijk deel van de benthivore vissen noodzakelijk. Cypriniden als blankvoorn en kolblei en kleine baarzen vormen vaak de belangrijkste planktivore vissen in eutrofe meren, welke watervlooiën verwijderen uit wateren, met als resultaat dat algen groeien. Om deze reden is het verwijderen van zowel planktivore als benthivore vissoorten één van de belangrijkste doelen van biomanipulatie.

Een overzicht van aanbevolen verwijdering van vissen voor biomanipulatie uit verschillende literatuurbronnen wordt gegeven. Sommige bronnen geven verwijdering van 75% van de biomassa. Voor de overblijvende biomassa worden ook verschillende waarden gegeven. Een Tsjechisch artikel gaf 70 kg/ha aan, ook worden biomassa genoemd van 200 kg/ha door een artikel, terwijl andere bronnen een overblijvende biomassa van 50 kg/ha planktivore vissen aangaven. De biomassa van benthische vissoorten werd door een bron op 20-25 kg/ha gezet.

Meijer, 2000 (Jaarsma, 2013)

Het proefschrift beschrijft het effect van Biologisch Beheer op de waterkwaliteit en de mechanismen die een rol spelen bij het helder krijgen en houden van het water na de maatregel. In het proefschrift worden enkele cases van Actief Biologisch Beheer beschreven in plassen en meren van verschillende grootte. Metingen in de meren laten een positieve relatie zien tussen de hoeveelheid benthivore vis en de hoeveelheid opgewerveld slib. Het effect van de vis op de helderheid is afhankelijk van de diepte van het water en de bodemsamenstelling. In een meer met een zandbodem is troebeling door de vis minder omdat het opgewervelde sediment sneller weer bezinkt.

Een evaluatie van 18 Actief Biologisch Beheerprojecten is daarnaast uitgevoerd om te onderzoeken wat de kritische factoren zijn voor succes en welke mechanismen hierbij een rol spelen. In 8 van de 18 beschouwde projecten is een omslag naar de heldere toestand verkregen. De meest bepalende factor voor het verkrijgen van een omslag naar helder water blijkt de mate van uitdunning van de visstand te zijn. Alleen in meren waarbij meer dan 75% van de visstand is verwijderd, is een omslag naar helder water verkregen. In meren waar een dergelijke sterke uitdunning is uitgevoerd, kan opwerveling van het sediment door wind de toename in helderheid niet tegenhouden.

In twee meren is ondanks een sterke uitdunning van de visstand geen omslag naar helder water verkregen, in het ene meer door een zeer sterke aanvoer van troebel water, in het andere meer was de 75% grens net gehaald en bestond de achtergebleven vis vrijwel geheel uit kleine planktivore vis. Uit de gegevens van de meren is niet duidelijk geworden of een hoge dichtheid blauwalgen of een hoge dichtheid predatoren van de watervlo *Daphnia* een herstel in de weg kunnen staan. In de rest van de meren is wel een verbetering van het doorzicht opgetreden, maar geen zicht tot de bodem.

Het belang van watervlooiën voor het initiëren van de helder water fase in het voorjaar is door de toepassingen bevestigd, maar er is discussie over het helder houden van het water in de zomer. In de zomer lijkt vooral de aanwezigheid van veel waterplanten essentieel voor het helder houden van het water. Bij een dichte vegetatie op een klein deel van het meer kan plaatselijk helder water boven de planten ontstaan. Ongeveer 50-70 % van het meer moet waarschijnlijk bedekt zijn met planten, om het water in de zomer in het hele meer helder te houden. In de afgelopen vijftien jaar is gebleken dat er veel mechanismen zijn die via de waterplanten het water helder houden en dat niet in ieder water dezelfde mechanismen van belang zijn.

Daarnaast heeft de auteur ook proeven gedaan gedurende mei-november 1986 waarbij 10 bassins (0.1 ha, 40 x 25 m, 1.3 m diep) gescheiden werden door schermen. De helft van de compartimenten werd bezet met 0+ groep karper, blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en brasem. De andere compartimenten werden niet bezet met vissen. Aan het einde van de proef was de biomassa vis gemiddeld 476 kg/ha, waarbij karper 84% van de visbiomassa uitmaakte. De biomassa aan *Daphnia* was in de compartimenten met vis lager dan in de compartimenten zonder vis, maar de biomassa aan kleine copepoden en *Bosmina* was hoger. Chlorophyl-a concentraties waren significant hoger in compartimenten met vis, terwijl Secchi metingen vanaf juni een lagere doorzicht liet zien voor compartimenten met vis. Verschil in nutriënten was niet waarneembaar tussen beide behandelingen.

Meijer & de Boois, 1998 (Jaarsma, 2013) De resultaten van 22 Actief Biologisch Beheer (ABB) projecten worden gegeven die in de periode 1987-1996 uitgevoerd zijn. Na toepassing van ABB is in tien van de 22 wateren een omslag bereikt van troebel water met algen naar helder water met waterplanten. In de overige wateren is (met uitzondering van twee) een verbetering van doorzicht opgetreden, maar geen bodemzicht bereikt. Voor acht wateren kon een statistische toets worden gedaan, waaruit bleek dat de verbetering van doorzicht na ABB significant groter was dan de landelijke trend en dan de verbetering na fosfaatreducerende maatregelen. De omslag van troebel naar helder water was alleen gevonden in systemen waar meer dan 75% van de visstand verwijderd was. Vooral de uitdunning van kleine vis was belangrijk. Ook de uitdunning van grote vis is belangrijk, omdat deze als paaivis veel kleine vis kan produceren. De mate waarin het doorzicht toenam na ABB was niet gerelateerd aan het fosfaatgehalte in het meer of de grootte van het water. Wateren met veenbodem leken na een ABB ingreep een geringe kans op helder water te hebben. Dit kon ook echter worden veroorzaakt door de geringe verwijdering van vis. In de meeste wateren die helder geworden zijn, kwamen snel waterplanten op. Voor een sterke toename van de hoeveelheid waterplanten was een toename van minimaal 60% van doorzicht nodig. Door een dichte bedekking met waterplanten van meer dan 50% of een grote graasdruk van *Daphnia* werden algen onderdrukt. De gegevens van zoöplankton en vis zijn te onnauwkeurig om exacte grenzen aan te geven voor maximaal toelaatbare hoeveelheid planktivore vis. Bij een herhaling van de uitdunning kon volgens de auteurs het beste een veilige grens van maximaal 10-15 kg/ha planktivore en 20-25 kg/ha benthivore vis aangehouden worden.

Parkos et al., 2003 (Heuts, 2008; Quak, 2014)

Het effect van karper op het ondiepe aquatische ecosysteem werd onderzocht en vergeleken met kanaalmeerval (*Ictalurus punctatus*). In experimentele vijvers van 0.06 ha werd karper (174 & 476 kg/ha), meerval (416 kg/ha) gedaan en ook waren er vijvers zonder vis. Troebelheid, nutriënten en fosfaat concentraties en de aanwezigheid van waterplanten, zoöplankton en macroinvertebraten werd

onderzocht. Hogere dichtheden karper hadden negatief effect op troebelheid, nutriënten en fosfaat concentraties. De toegenomen troebelheid werd veroorzaakt door toename van opgewoelde inorganische deeltjes. In vergelijking met de effecten van kanaalmeerval was de relatieve impact op de waterkwaliteit door karper groter.

Roberts et al., 1995 (Quak, 2014; Schiphouwer et al., 2014)

Het effect van karper op de waterkwaliteit en de functionering van aquatische systemen werd onderzocht in twee experimenten met lage (gemiddeld 226 kg/ha karper) en hoge (gemiddeld 510 kg/ha karper) impact condities (verschil in turbiditeit en nutriënten). Hiervoor werden per experiment 12 vijvers gebruikt (diepte 0.9 m, afmeting 4x3 meter) in Australië gedurende zeven en 20 dagen. Combinaties van vijvers met en zonder planten en karpers werden getest. De vijvers met planten waren beplant met vijf soorten waterplanten. Per vijver met karpers werden 5 karpers toegevoegd (<25 cm), resulterend in dichtheden tussen 490-526 kg/ha. Deze dichtheden waren gekozen aan de hand van een andere studie. Deze studie gaf aan dat 450 kg/ha een kritische biomassa was waarboven beschadiging van waterplanten door karper mogelijk was.

Bij hoge dichtheden had karper een significant effect op de waterkwaliteit, habitat structuur en fysische eigenschappen van de vijvers. Waterplanten werden uit de bodem gewoeld en twee soorten, *Chara* en *Vallisneria*, waren volledig verdwenen. Daarnaast werd de concentratie zwevend sediment hoger en de doorzicht minder. Echter werd geen toegenomen nutriënten concentratie in het water of verhoogde algenconcentratie waargenomen. Dit kon worden veroorzaakt doordat de sedimenten weinig fosfaat bevatten.

Scheffer, 1998 (Heuts, 2008; Jaarsma, 2013; Schiphouwer et al., 2014)

In zijn boek beschrijft Scheffer (1998) de ecologie van ondiepe meren. In Hoofdstuk 2 (The abiotic environment) wordt het effect beschreven van vissen op a-biotische factoren. Daarbij refereert Scheffer aan Breukelaar et al. (1994), waarbij wordt aangegeven dat deze schatte dat, gebaseerd op regressie modellen, resuspensie door een gemiddelde benthivore visbiomassa van 30 kg/ha voldoende is om de Secchi-diepte te reduceren van helder water tot water met een doorzicht minder dan 1 m. Daarbij geeft Scheffer aan dat deze resultaten niet geëxtrapoleerd kunnen worden naar andere situaties. De activiteit van vissen is anders voor elke situatie en het type sediment en het neerslaan van deeltjes hebben invloed op resuspensie. Het sediment in de studie van Breukelaar et al. (1994) was klei. Op zandondergrond zal het effect waarschijnlijk minder zijn, terwijl sommige zachte organische materialen slecht neerslaan waardoor de invloed van benthivore vissen daarbij weer groter kan worden. Daarnaast is de invloed van golfslag op het neerslaan van sediment belangrijk. Als het sediment niet wordt omgewoeld, wordt de kracht die nodig is om het sediment op te woelen groter. Vissen kunnen het sediment verhinderen om neer te slaan en te blijven liggen op de bodem. Daarnaast heeft de aanwezigheid van waterplanten effect op het in suspensie komen van sediment.

Sidorkewicj et al., 1998 (Heuts, 2008; Quak, 2014)

In een experiment in irrigatiekanalen met zand/klei ondergrond (0.3-0.8 m diep, 3-4 m breed) in Argentinië werd het effect van karper op waterplanten onderzocht. Twee verschillende dichtheden karper (18-40 kg/ha, gemiddeld gewicht 20g) werden samen met een controlegroep uitgezet in een kanaal in verschillende compartimenten gedurende 91 dagen, nadat de vegetatie mechanisch was verwijderd (Sidorkewicj, 1998). In een tweede experiment van 128 dagen werd grotere karper uitgezet (138-275 kg/ha, gemiddeld gewicht 258 g) waarbij de vegetatie niet werd verwijderd. De vissen groeiden uit naar 163-210 kg/ha voor experiment 1 en 342-535 kg/ha voor experiment 2.

Karper reduceerde significant de groei van de aanwezige submerse waterplanten in beide experimenten. Bij kleinere karper was binnen drie maanden van de vegetatie 40-86% over ten opzichte van de controle groepen. Grotere karper vernietigde snel de submerse vegetatie en in vier maanden tijd was de vegetatie verdwenen. Tussen de verschillende groepen en grootte van vissen was verschil waarneembaar

in turbiditeit gedurende de proef, waarbij in het extreemste geval de turbiditeit 10 keer zo veel was als de controlegroep. De resultaten van deze proef gaven aan dat lagere biomassa van kleinere vissen resulteerde in het maar gedeeltelijke verdwijnen van submerse waterplanten (40%-86%). De aanwezigheid van grotere karpers in hogere dichtheden zorgde ervoor dat binnen vier maanden de submerse waterplanten verdwenen. Resultaten gepresenteerd in de discussie gaven ook gegevens van andere studies in Utah (VS) en Camargue (Frankrijk). Hierbij werden grotere vissen gebruikt (1600-3800 g) in ondiep water. Bij het experiment in Utah was de reductie in planten 9%-33% (226-241 kg/ha) tot 48%-78% (660-683 kg/ha), bij de studie in Frankrijk was de reductie 25% (433 kg/ha) tot 51% (726 kg/ha).

Smith, 1999 (Heuts, 2008; Schiphouwer *et al.*, 2014)

Het effect van de visbiomassa op nutriënten (fosfaat), doorzicht (Secchi-disc), chlorofyl-a en macrofyten dekking was onderzocht voor 19 Europese meren, waarbij de gegevens afkomstig waren uit literatuur. De dichtheid aan vis varieerde in deze meren tussen 0-800 kg/ha. Voor ondiepe meren is geconcludeerd dat de biomassa van voornamelijk benthivore vis negatief is gecorreleerd met de macrofytenbedekking en doorzicht van het water. Submerse vegetatie was geheel afwezig bij een biomassa die hoger was dan 300 kg/ha. Dit wordt veroorzaakt door de afname van het doorzicht als gevolg van een toename van de algenbiomassa bij lage visbiomassa en een toename van gesuspendeerd materiaal bij een hoge visbiomassa. Een toename van de visbiomassa in een helder ondiep meer maakt het waarschijnlijk dat het water troebel wordt en de submerse vegetatie zal verdwijnen. Het omslagpunt of drempel ligt tussen de 150kg/ha en 250kg/ha, daarboven kan geen submerse vegetatie standhouden. Wateren met als beheerdoel helder en plantenrijk water zullen een op visbiomassa moeten worden gehouden die ruim onder deze drempel ligt.

Weber & Brown, 2009 (Quak, 2014; Schiphouwer *et al.*, 2014)

Weber & Brown (2009) presenteren een overzicht van studies naar het effect van karper op het aquatisch ecosysteem. Uit deze studies analyseerden de auteurs hoe karper invloed uitoefent door op het aquatisch ecosysteem door bottom-up en top-down processen te veranderen. De studie vat resultaten samen van 37 studies naar het effect van karper (waarvan zes ook in het literatuuroverzicht van dit IMARES rapport beschreven staan). Deze studies variëren in tijdsduur van de studie (15 dagen tot meerder jaren), grootte en diepte van de gebruikte wateren (van 2 tot 80.000 m²), afmeting vissen en biomassa (5-16.900 kg/ha). Karper verandert het bottom-up proces door nutriënten, turbiditeit en fytoplanktonaanwezigheid en -diversiteit te veranderen, terwijl zoöplankton en benthische invertebraten soorten en biomassa veranderen of verminderen door top-down processen door predatie door karper. Karper kan ook waterplanten doen verminderen, waardoor meren uiteindelijk omslaan van heldere naar troebele toestand. Waterplantendiversiteit en -aanwezigheid kan verminderd worden wanneer karper een biomassa nadert van 200 kg/ha.

Uit de verschillende studies kwam naar voren dat grote verschillen bestaan in het effect van de biomassa van karper op doorzicht. Karper kan het doorzicht snel verminderen in vergelijking met al aanwezige andere benthische soorten (<18 uur), met lage biomassa (5-7 kg/ha). Het ecosysteem kan snel omslaan naar troebel water als karper een kritische biomassa heeft bereikt (bijv. 320 kg/ha). Ook lagere biomassa's kunnen resulteren in een omslag naar troebel water, maar dit vindt dan over een langere periode plaats.

Uit verschillende studies kwam naar voren dat de biomassa van 250-450 kg/ha biotische en a-biotische eigenschappen kan veranderen, terwijl ook lagere en hogere biomassa's als 5 en 750 kg/ha genoemd werden. Naast de biomassa werden in de studies ook de afmeting van karper, afmeting van het water, substraat type en trofische staat van het water genoemd als zijnde van invloed op het effect dat karper heeft op het ecosysteem. Zo heeft de aanwezigheid van karper beperkt effect op zwevend sediment of troebelheid in meren met zand of stenen, zelfs in hogere dichtheden. Daarnaast zijn andere factoren als

wind, algenconcentraties, aanvoer van nutriënten, visgemeenschap en menselijk handelen ook van invloed samen met de aanwezigheid van karper.

Weber & Brown, 2011 (Quak, 2014)

Weber & Brown (2011) evalueerden relaties tussen karper en negen inheemse vissoorten in 81 meren (15.6-6289 ha, gemiddelde diepte 0.9-5.5 m) in Dakota (VS) in relatie tot de fysische en chemische karakteristieken van de meren. Meren waarbij vangsten van karper meer was dan 0.6 vissen per netnacht hadden een lage aanwezigheid van inheemse vissen. Deze meren werden gekarakteriseerd door grotere oppervlakte, slechter doorzicht en hogere concentraties aan zwevende deeltjes en chlorofyl-a. Voor zeven vissoorten was er een negatieve relatie met het voorkomen van karper. Hoge dichtheden karper zoals ook gevonden in deze studie komen vaker voor in het midwesten van Noord-Amerika en zuid-centraal Australië en kunnen daarbij 10 keer zo groot zijn als de gemiddelde aanwezigheid in Europese wateren.

Williams, 1999 (Heuts, 2008)

Karper, blankvoorn, brasem en zeelt van verschillende afmetingen werden gehouden in experimentele faciliteiten in een ondiep meer in Engeland in biomassa's van 0 tot 800 kg/ha. De effecten op het ecosysteem werden twee seizoenen gevolgd. Karper had een groter effect op waterplanten dan de andere soorten en een visbiomassa boven 200 kg/ha had een negatieve invloed op plantengroei door algengroei. Fosfaat concentraties stegen, zelfs in de controles, en een aanzienlijke concentratie was aanwezig, terwijl nitraat laag bleef.

Witteveen + Bos, 2008 (Jaarsma, 2013)

Referentie staat niet in de literatuurlijst van Jaarsma (2013), maar gezien de inhoud zijn wij ervan uitgegaan dat dit het rapport getiteld "Kosten en baten van actief visstandbeheer" uit 2008 betreft.

De auteurs voerden een korte studie uit met de volgende doelstellingen: a) aangeven onder welke condities actief visstandbeheer effectief kan zijn en voor welke watertypen; b) in beeld brengen van de kosten en baten van actief visstandbeheer als maatregel voor de verbetering van de ecologische kwaliteit van Nederlandse wateren c) een evaluatie van de inzetbaarheid van actief visstandbeheer, op basis van de inventarisatie en kwantificering van de kosten- en batenposten; d) geven van een overzicht van maatschappelijke mee- en tegenwerkende krachten.

Onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende vormen van actief visstandbeheer:

- 'klassiek' actief biologisch beheer (ABB). Bij deze vorm van actief visstandbeheer wordt de visstand drastisch uitgedund tot niveaus van minder dan 10-15 kg/ha aan planktivore (watervlooienetende) vis en minder dan 15-25 kg/ha aan benthivore (bodemvoedsel etende en bodemwoelende) vis;
- zogenaamde beheersvisserijen. Hierbij wordt alleen benthivore brasem gevangen, meestal in eigen beheer door de beroepsvisserij.

De ervaringen met het toepassen van actief visstandbeheer hebben geleerd dat de productiviteit van het water een belangrijke rol speelt in het behaalde resultaat. De eerste experimenten werden uitgevoerd in relatief voedselrijk water met een hoge visbiomassa (visbiomassa 600-1000 kg/ha). Deze wateren werden allemaal helder en plantenrijk, maar gaven ook zeer sterke plantengroei, overlast van flab en grote zuurstoffluctuaties over het etmaal. Experimenten uitgevoerd in beduidend minder productief water (visbiomassa 150-200) vertoonden aanzienlijk minder bijwerkingen. Een experiment in een laag-productieve plas (100 kg/ha visbiomassa) toont genoemde bijwerkingen niet na drie jaar studie.

Tabel 1. Samenvattingen van opzet en bevindingen van de studies welke werden geraadpleegd door Ouak (2014), Heuts (2008), Schiphouwer *et al.*, 2014 en Jaarsma (2013).

| Studie | Gebied | Oppervlak, diepte | Water type | Dichtheden Kg/ha | Effect op doorzicht | Effect op nutriënten | Effect op macrofyten | Zoöplankton macrofauna | Toelichting |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arlinghaus & Mehner, 2003 | Duitsland | | | | | | | | Survey naar hengelsport op karper en effect van voeren tijdens karpervissen op omgeving |
| Badiou & Goldsborough, 2010 | Canada, Manitoba | 5-7 ha, | Wetland gevoed door regenwater | 0, 150, 300, 600, 1200 | Ja, gering daling | Ja, stijging | Ja, daling gering | | Weinig invloed op turbiditeit, wellicht door kleur v/h water, dichte bedden met waterplanten en voeding door regenwater |
| Bajer & Sorensen, 2009 | VS, Minnesota | 30 & 40ha; 3-6m diep | Meer, hypoxia in winter | 307-327 | | | | | Reproductie bepaald door hypoxia in winter voorafgaand aan paaien |
| Bajer <i>et al.</i> , 2010 | VS, Illinois | 508ha; 3.5m diep | Meer, kleibodem (zand) | 10->30->100->250kg/ha | ? | | Ja, 50% afname >100kg/ha | | 7 jaar; start dichtheden <10kg/ha, na 5 jaar, na sterke recruiting > 110kg/ha, waarbij effecten optraden bij o.a. vogels |
| Barthelmes & Bramick, 2003 | Duitsland | 10.2ha; 6.5m diep | Meer | Ca. 100kg/ha bij uitzet | | | | Zoöplankton daalt | Ook aal uitzet; Minder benthos en zoöplankton; geen impact op aantal soorten in inheemse visfauna |
| Breukelaar, 1992 | | 0.1 ha; 1m diep | Bassin, zand/klei bodem | 150, 300, 500kg/ha | | Ja, stijging | | | zwevend sediment stijgt lineair met vis concentratie. Effect brasem 2 keer zo groot |

| Studie | Gebied | Oppervlak, diepte | Water type | Dichtheden Kg/ha | Effect op doorzicht | Effect op nutriënten | Effect op macrofyten | Zoöplankton macrofauna | Toelichting |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | | | | | als karper |
| Breukelaar <i>et al.</i> , 1994 | | | | | | | | | Zelfde studie als hierboven. |
| Chumchal <i>et al.</i> 2005 | VS, Texas | 0.36ha; 1.2m diep | Vijvers, kleibodem | 0-100kg/ha - > 0- 465kg/ha | | Ja, stijging | Daling, effect voor 1 van 9 soorten | Geen significant effect | |
| Chow-Frasier, 1998 | Verenigde Staten | 250 ha | Moerasgebied | | | | | | Conceptueel model over troebel worden van moerasgebied |
| Driver <i>et al.</i> , 2005 | Australië | 13x5m; 1-2m diep | Vijver, kleibodem | 0, 330, 570, 560 kg/ha | Ja | Ja, stijging | | | Grote vissen in hoge dichtheden hadden grootste effect op doorzicht en nutriënten |
| Egertson & Downing, 2004 | | 2.9m diep | 32 meren, eutroof; | | | | | | Dichtheid karpers positief gecorreleerd met trofieniveau |
| Jackson <i>et al.</i> , 2010 | VS, Iowa | 4-2174ha; 1-12m diep | 129 meren | | | | | | Dichtheid karpers positief gecorreleerd met hoge gehalte nutriënten; negatief met doorzicht |
| Hertam 2010 | Canada, Manitoba | 1-20ha | Meertjes in een wetland | Aanwezig/afwezig | Ja | Niet eenduidig | Daling hoeveelheid draadalg | | Correlatie aanwezigheid karper met troebelheid en lage dichtheden waterplanten. Bij wegvangen wordt water helder, maar neemt het aantal waterplanten niet toe. |
| Lougheed & Chow-Fraser, 2008 | N-Amerika, Lake Ontario | 250 ha | moerasgebied | | Ja, stijging bij verwijdering karper | | Ja, toename bij verwijdering karper | Ja, toename bij verwijdering karper | Door scheidingspaneel kon grote karper moerasgebied niet meer in. |

| Studie | Gebied | Oppervlak, diepte | Water type | Dichtheden Kg/ha | Effect op doorzicht | Effect op nutriënten | Effect op macrofyten | Zoöplankton macrofauna | Toelichting |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lougheed <i>et al.</i> , 1998 | N-Amerika, Lake Ontario | 50m ² | 12 compartimenten van een streng | 23-2100 kg/ha | Ja, daling | Ja, stijging | Minder soorten in delen met karpers | Ja, daling | Verwijderen karpers zou leiden tot verminderen NTU van 80 naar 45. 20 NTU is nodig voor toename van macrofyten |
| Matsuzaki <i>et al.</i> , 2007 | | Vakken 2x2m; 0.8m diep | | 1 karper van 16cm per vak; 369kg/ha | Ja, daling | Ja, effect op nutriënten dynamiek | Ja, daling. | Toename <i>Rotifera</i> ; afname invertebraten | Effecten waren het gevolg van excretie, versterkt door bioturbatie |
| Mehner, 2004 | | | | | | | | | Deskstudie: beslis-tool voor beheer, o.a. biomanipulatie <50kg/ha vispopulatie weinig effect 50-100 enig effect op de waterkwaliteit |
| Meijer, 2000 | | 0.1ha; 1.3m diep | 10 bassins | Tot 476kg/ha, ook blankvoorn en brasem | Ja, daling | Nee. | | Ja, negatief voor <i>Daphnia</i> , positief voor <i>Bosmina</i> en copepoden | Studie beschrijft het effect van Biologisch Beheer op de waterkwaliteit en de mechanismen die een rol spelen bij het helder krijgen en houden van het water. Ook beschrijving van een experiment. |
| Meijer & de Boois, 1998 | Nederland | 5 ha – 1000 ha | 22 meren | Visstand 90-734 kg/ha voor ABB | Ja, daling | | Ja, toename | Verschuiving | Studie beschrijft het effect van Biologisch Beheer op de waterkwaliteit en de mechanismen die een rol spelen bij het helder |

| Studie | Gebied | Oppervlak, diepte | Water type | Dichtheden Kg/ha | Effect op doorzicht | Effect op nutriënten | Effect op macrofyten | Zoöplankton macrofauna | Toelichting |
|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | | | | | krijgen en houden van het water. |
| Parkos <i>et al.</i> , 2003 | | 0.6ha | Vijvers | 174, 476kg/ha | Ja, daling | Ja, stijging | Nee? | | Ook meerval. Effect van karper was groter. |
| Roberts <i>et al.</i> , 1995 | Australie | 4x3; 0.9m diep | 12 vijvers | 490-526 kg/ha | Ja, daling | Nee | Ja, daling | | Weinig fosfaat in het systeem. |
| Scheffer, 1998 | | | | | | | | | |
| Sidorkewicj <i>et al.</i> , 1998 | Argentinië | 3-4m breed; 0.3-0.8m diep | Irrigatiekanalen, zand en klei bodem | 18-40kg/ha; vissen van 20g -> 163-210kg/ha 138-275kg/ha; vissen van 258g -> 342-535kg/ha | Ja, daling in beide experimenten | | Ja, daling in beide experimenten | | Effect van grotere karpers (bij uitzet 258g) sterker dan kleinere (bij uitzet 20g). Grotere karpers deden alle macrofyten verdwijnen binnen 4 maanden. |
| Studie aangehaald door Sidorkewicj <i>et al.</i> , 1998 | VS, Utah | | | 226-683kg/ha | | | Ja, daling | | Grotere karpers (1600-3800g) |
| Studie aangehaald door Sidorkewicj <i>et al.</i> , 1998 | Frankrijk, Camargue | | | 433-726kg/ha | | | Ja, daling | | |
| Smith, 1999 | Europa | | 19 Meren | 0-800kg/ha; verschillende soorten vis | Ja, daling | ? | Ja, daling. Afwezig wanneer > 300kg/ha | | In helder, ondiep water omslagpunt tussen 150 en 250kg/ha |
| Weber & Brown, 2009 | Diverse | 2m ² -8 ha | Diverse | 5-16900kg/ha | Ja, daling | ja | ja | ja | Samenvatting 37 studies; vermindering macrofyten vanaf ca. 200kg/ha. |
| Weber & Brown, 2011 | VS, Dakota | 15.6-6289ha; 0.9-5.5m | 81 Meren | | | | | | Voor 7 van 9 inheems vissoorten negatieve correlatie met karper. |

| Studie | Gebied | Oppervlak, diepte | Water type | Dichtheden Kg/ha | Effect op doorzicht | Effect op nutriënten | Effect op macrofyten | Zoöplankton macrofauna | Toelichting |
|-----------------------------------------|-----------|-------------------|------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | diep | | | | | | | Meer karper in grotere meren met hoger trofieniveau en minder doorzicht. |
| Williams, 1999 | Engeland | Ondiep meer | | | | Stijging P | Ja, daling | Toename macro-invertebraten gekoppeld aan draadalg | Studie in ondiep meer van effect van vis op waterplanten |
| Witteveen & Bos, 2008 | | | | | | | | | <i>"Kosten en baten van actief visstandbeheer"</i> . Succes actief visstandsbeheer ook afhankelijk van mate van trofieniveau. |
| Exp. 1989 in Barthelmes & Bramick, 2003 | Duitsland | | | | | | Ja, > 100kg/ha | | |

4. Discussie

4.1 Invloed type water en ecologische toestand

De in hoofdstuk 3 gepresenteerde studies laten zien dat een verhoging van de karperstand, gepaard gaat met een daling van het doorzicht gevolgd door een afname van het aantal macrofyten. De gevonden verschillen tussen de studies worden wellicht veroorzaakt door verschillen in allerlei uitgangsvariabelen zoals: bodemtype, diepte, oppervlak, trofieniveau, of het water geïsoleerd is (kanaal, moeras, vijver, plas/meer), maar ook door verschil in uitvoer en tijdsduur van de studies. Naast de biomassa van karper is ook de dichtheid van andere vissoorten belangrijk. Aangezien het aantal combinaties van deze variabelen oneindig groot is, is het moeilijk om het omslagpunt of –traject te specificeren naar het watertype en de ecologische toestand waarin het water verkeerd.

Aan de hand van de aangehaalde studies kunnen we wel enkele algemene opmerkingen maken. De effecten ten aanzien van vertroebeling en achteruitgang van macrofyten in de studie in Manitoba, Canada, zijn niet zo sterk en eenduidig als in andere studies (Badiou & Goldsborough, 2010; Hertam 2010). Het type water onderscheidt zich van de water typen in de andere studies, doordat het een moerasgebied is dat voornamelijk wordt gevoed door regenwater (Badiou & Goldsborough, 2010). Het betreft hier per definitie water met een laag trofieniveau (lage voedselrijkdom). Mogelijk is er ook een tekort aan specifieke mineralen (Hertam, 2010). Dit sluit aan bij de bevindingen van Weber & Brown (2011), die meer karper vonden in meren met minder doorzicht en een hoger trofieniveau en bij Witteveen en Bos (2008) die vonden dat de kans op succes van actief biologisch beheer (het drastisch verlagen van de visstand door het wegvangen van vis) hoger is, naarmate het water voedselarm is. Roberts *et al.*, 1995 vonden wel een daling van het doorzicht en achteruitgang van macrofyten, ondanks een laag fosfaatgehalte. Het betrof hier echter directe uitzet met een hoge dichtheid (ca. 500 kg/ha).

Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat in watertypes met een slibachtige bodem het doorzicht eerder verminderd dan in water met een harde bodem zoals zand en steen. De studies geven hierover echter geen uitsluitend, omdat de bodems vaak bestaan uit een klei-zand mengsel. De enige studie die direct tot doel had om te bepalen of het verminderen van doorzicht een gevolg is van het opwoelen van de bodem of van excretie is Matsuzaki *et al.* (2007). Zij vonden dat verschillen in doorzicht werden veroorzaakt door excretie door de karpers en tevens werden versterkt door het opwoelen van sediment.

De aangehaalde studies vonden vrijwel allemaal plaats in ondiep water, meestal niet dieper dan enkele meters. Jackson *et al.* (2010) had wel diepere wateren in de studie zitten (gemiddeld 3m, maximaal 11.5m). Hun gegevens suggereren dat ondiepe wateren gevoeliger zijn voor karper dan diepere wateren. Zij concluderen, omgekeerd, dat actief visbeheer in ondiepe wateren meer succes heeft. Volgens modelberekeningen, komen bodemplanten niet dieper voor dan 12m (Chambers en Kalff, 1985). Concluderend, kan gesteld worden dat de kans om vertroebeling en omslag van het ecosysteem in ondiepe wateren groter is naarmate de voedselrijkdom van het water hoger is. Een zachte bodem kan versterkend werken, maar lijkt niet de doorslaggevende factor hierbij te zijn.

Overigens heeft een water met een hoog trofieniveau per definitie een hogere draagkracht voor wat betreft de hoeveelheid vis die het op een natuurlijke manier kan voortbrengen. Dit betekent dat bij uitzetting van gelijke omvang het ecologische effect van het uitzetten van karper in voedselarm water met lage visbiomassa in vergelijking tot het uitzetten van karper in voedselrijk water met lage visbiomassa groter is, alleen al omdat er verhoudingsgewijs veel meer vis wordt toegevoegd.

4.2 Vergelijking rapporten

De verschillen in maximaal acceptabele biomassa's voor karper tussen de verschillende auteurs komen voort uit wat de auteurs acceptabel vinden. Heuts (2008) neemt de KRW als uitgangspunt en uit zijn zorgen over de negatieve invloed die een hoge karper dichtheid heeft op soorten en soortgroepen die afhankelijk zijn van waterplanten en wijst op de bijzondere natuurwaarde die geïsoleerde wateren hebben voor amfibieën en libellen. Een vispopulatie moet zichzelf in stand kunnen houden. Wanneer toch tot uitzetten wordt overgegaan, moet onderzoek worden gedaan en moet de karperstand in de jaren erna gevolgd worden. Hij noemt het uitzetten van karper in open watersystemen ongewenst, omdat de soort zich kan verplaatsen en op plaatsen terecht kan komen "waar hij niet gewenst is". Gezien de uiteenlopende resultaten van de aangehaalde studies en de aanwijzingen dat er veranderingen optreden bij lagere dichtheden, moet een veiligheidsmarge ingebouwd worden om (blijvende) ecologische schade te voorkomen. Quak (2014) concentreert zich meer op het omslagpunt zelf en vindt het gebied van biomassa's tussen 30-50kg/ha en 100kg/ha acceptabel, omdat in de aangehaalde studies volgens Quak (2014) geen vertroebelingseffect optreden. Dit betreft dan wel enkel grote karper, waarbij Quak (2014) uitgaat dat deze lager productief zijn dan kleinere karpers, die wel negatief effect kunnen hebben volgens Quak (2014) door hun hogere aantallen. Jaarsma (2013) stelt dat onder 30 kg/ha in alle door hem onderzochte onderzoeken verondersteld wordt dat karper een gering effect heeft, tussen 30 kg/ha en 100 kg/ha treden in diverse onderzoeken effecten op (o.a. op helderheid en vegetatie), terwijl bij dichtheden hoger dan 100 kg/ha in veel onderzoeken grote negatieve effecten geconstateerd werden. Karper kan uiteraard niet los worden gezien van de rest van de visstand, ook brasem kan de waterkwaliteit sterk beïnvloeden. Schiphouwer *et al.* (2014) stelt daartegen dat het uitzetten van karper en vruchtbare hybriden (kruiskarper) gestopt of gereguleerd moet worden om verdere verspreiding en nieuwe introducties te voorkomen.

Heuts (2009) hanteert 30 kg/ha als maximale karperbiomassa en refereert met name aan Scheffer (1998). Bij lezing van Scheffer (1998) blijkt dat deze op zijn beurt refereert naar Breukelaar (1994): "Using regression models to separate the effect of changes in phytoplankton, Breukelaar *et al.* (1994) estimated that, roughly speaking, resuspension by a moderate benthivorous stock of 30 kg/ha suffices to reduce the Secchi-depth from crystal clear water to less than 1m.", terwijl Quak (2014) 100 kg/ha hanteert en daarbij met name refereert aan verschillende literatuurbronnen die eerder besproken zijn, waarbij biomassa's van 100 kg/ha benoemd wordt door Breukelaar (1992), Breukelaar *et al.* (1994), Barthelmes & Bramick (2003), Chumchal *et al.* (2005) en door Bajer *et al.* (2009).

Breukelaar (1992) gaf aan dat een visbezetting van 100 kg/ha resulteerde in een doorzicht van meer dan twee meter. De hoeveelheid materiaal die door karpers in resuspensie werd gebracht lag 50% lager dan bij vergelijkbare hoeveelheden brasem. Barthelmes & Bramick (2003) refereerden enkel aan een monitoring in vijvers in Duitsland (Blumberger Mühle) in 1989, waarbij habitats verdwenen voor waterplanten bij een biomassa van meer dan 100 karpers/ha met een gewicht van 1 kg (100 kg/ha). Verdere informatie over het effect van karper op omgevingsfactoren tijdens deze proef werd echter niet gegeven. Chumchal *et al.* (2005) zette karper uit van 0-100 kg/ha, welke uitgroeiden tot 130-465 kg/ha. De turbiditeit leek toe te nemen met de biomassa, alhoewel de relatie niet significant was. Van de waterplanten nam de totale biomassa niet af en van enkel één soort waterplant nam de biomassa af.

De conclusie van Heuts (2008) over de uitspraak van Scheffer (1998) is afgeleid van Breukelaar (1992) en Breukelaar *et al.* (1994). Scheffer (1998) gaf aan dat een visbiomassa van 30 kg/ha water kon laten omslaan van helder naar water met een doorzicht van minder dan 1 m. Daarbij gaf Scheffer (1998) wel aan dat de resultaten niet eenvoudig konden worden geëxtrapoleerd naar andere studies. Wij konden echter de uitspraak van Scheffer (1998) niet herleiden uit de resultaten die gepresenteerd werden door Breukelaar (1992) en Breukelaar *et al.* (1994). Daarnaast is de afweging of de grens van een doorzicht van 1 meter de leidraad moet zijn voor de uitzetgrens voor vis. Kritische belastingen van een meer voor

omslag naar helder water zijn namelijk ook afhankelijk van strijklengte (hetgeen min of meer overeenkomt met de windgevoeligheid), diepte, bodemtype, moeraszones, verblijftijd van het water en visserijdruk (Jaarsma *et al.*, 2008). Navraag bij Scheffer door ons resulteerde in het volgende commentaar: "Het maakt in elk geval erg veel uit in wat voor meer die vis zit. Daarbij zijn twee dingen van belang:

- Het sediment type; fijn slib of organisch materiaal wervelt makkelijker op en blijft ook langer in het water hangen dan grof zand nadat het opgewerveld wordt.
- De diepte: In diepe putten is de opwerveling relatief minder belangrijk.

Ik denk dus dat beide genoemde hoeveelheden wel goed zijn waarbij die 100 kg voor een diepe zandput geldt en de 30 kg voor een ondiep slibbig meertje."

Quak (2014) refereert aan Bajer *et al.* (2009) voor een biomassa van 100 kg/ha als kritische biomassa voor een mogelijke omslag, maar de resultaten van Bajer *et al.* (2009) over een grens van 100 kg/ha zijn ons inziens onjuist geïnterpreteerd door Quak (2014). Volgens Bajer zijn bij biomassa's van karper onder 100 kg/ha al negatieve effecten te verwachten. Quak (2014) vat de resultaten samen als volgt " Bajer *et al.* (2009) indiceren een biomassa van 100 kg/ha als kritische biomassa voor een mogelijke omslag (drempelwaarde), met onder 100 kg/ha karper geen of nauwelijks effect op ecosysteem (vogels, waterplanten e.d.)". Echter is dit ons inziens een onjuiste samenvatting van de gerefereerde literatuurbron. De tekst uit de samenvatting van Bajer *et al.* (2009) luidt "Although a carp biomass of 30 kg/ha had no discernible effects on vegetative cover (which exceeded 90%) or waterfowl, the increase to 100 kg/ha was associated with a 50% decrease in both vegetative cover and waterfowl. A further increase in carp biomass to over 250 kg/ha during the seventh year coincided with a decrease in the vegetative cover to 17% of the lake's surface and a decline in waterfowl use to 10% of its original value. These data suggest that the common carp is extremely damaging to the ecological integrity of shallow lakes when its density exceeds 100 kg/ha". Bij deze laatste zin ligt de nuance bij het woord "extremely". Bajer *et al.* (2009) geeft aan dat bij biomassa's hoger dan 100 kg/ha extreme beschadiging voorkomt, maar ook bij lagere biomassa's (toename van 30-100 kg/ha) waren effecten zichtbaar met afname van waterplanten en watervogels bij deze studie. Navraag door Heuts in Jaarsma (2013) bij Bajer gaf het commentaar van Bajer: 'I agree that 30-50 kg/ha is a safe threshold. 100 kg/ha is a bit risky because carp quickly become damaging above that value'. Dit is in tegenstelling tot de samenvatting waarin Quak (2014) stelt dat onder 100 kg/ha geen of nauwelijks effecten geeft op het ecosysteem.

4.3 Karperbiomassa

Jaarsma (2013) stelde ons inziens terecht dat "Ondanks de grote hoeveelheid literatuur is niet mogelijk om grenzen te stellen aan de dichtheid aan karper die "veilig" is. Duidelijk is wel dat hoe hoger de dichtheid, hoe groter het risico op ongewenste effecten." Weber & Brown (2009) geeft een overzicht van onderzoek naar karper. Ook hij komt niet tot een eensluidende conclusie. Dat karper nadelige invloed uitoefent op zijn omgeving is duidelijk. Bij welke dichtheid dat is wordt uit de diverse onderzoeken niet duidelijk. Veel onderzoek is gedaan in Noord Amerika en Australië. De problemen daar worden vooral veroorzaakt door een snellere groei en een hoge mate van rekrutering. Gesteld wordt dat biomassa's in deze continenten vaak hoger liggen dan in Europa (o.a. Weber & Brown, 2011). In studies wordt vaak met kleine vakken of afzonderlijke bassins gewerkt waarin een paar (kleine) karpers worden geplaatst (o.a. Roberts *et al.*, 1995, Parkos *et al.*, 2003, Matsuzaki *et al.*, 2007). In deze bassins worden vaak geen andere vissen gehouden en is weinig tot geen windinvloed. Bij veel van de studies waarbij het effect van karper op de waterkwaliteit onderzocht worden in gecontroleerde omstandigheden is sprake van biomassa's van karper die hoger zijn dan de biomassa van 100 kg/ha, waaraan door Quak (2014) en Jaarsma (2013) aan gerefereerd wordt. Jaarsma (2013) merkt daarbij op dat bij dichtheden groter dan 100 kg/ha in veel onderzoeken grote negatieve effecten worden geconstateerd. Door lichaamsgroei namen de gewichten van de gebruikte karpers toe gedurende de proeven, waardoor de biomassa van de karpers aan het einde van de proeven tot ver boven de gerefereerde grens van 100 kg/ha uitkwamen. Proeven waarbij de biomassa's ruim hoger waren dan deze grens lieten bijna uitsluitend negatieve effecten zien op de waterkwaliteit.

In de literatuur worden grenzen genoemd voor biomassa's die zowel boven als onder deze waarde van 100 kg/ha liggen. Volgens Smith (1999) ligt het omslagpunt tussen een visbiomassa van 150-250 kg/ha, waarboven submerse waterplanten niet kunnen bestaan. Hierbij wordt wel uitgegaan van de hele visgemeenschap in biomassa en niet alleen van karper. Sidorkewicj (1998) gebruikte bij een proef een biomassa van kleine karpers met een startbiomassa van 18-40 kg/ha, waarbij platen mechanisch verwijderd werden. Echter, deze vissen groeiden binnen drie maanden uit tot 163-210 kg/ha. Aan het einde van deze drie maanden was de gegroeide vegetatiebiomassa in de compartimenten met deze karpers 40%-86% ten opzichte van de vegetatiebiomassa van de controlegroepen. Probleem bij het vaststellen wat het effect is van een bepaalde biomassa van karper is dat de biomassa tijdens deze proef 8-10 keer zo groot geworden is en niet duidelijk is wat het effect is bij een bepaalde biomassa. Biomassa's onder 50 kg/ha worden ook genoemd. In de studie van Bajer *et al.* (2010) was de biomassa van karper in het meer voor de eerste vijf jaar onder 30 kg/ha, waarbij dit geen effect had op de bedekking met waterplanten of op watervogels. De karperbiomassa van 100 kg/ha in het zesde jaar had daarentegen een 50% afname van waterplanten en watervogels tot gevolg. Mehner (2004) stelde dat voor biomanipulatie de biomassa benthische vissen onder 25 kg/ha moet komen.

Over het effect van de grootte van karper op de waterkwaliteit bestaat ook geen zekerheid. Quak (2014) gaf aan dat "*De combinatie van biomassa met individuele lengte/gewicht en aantal karpers, speelt een primaire rol bij het potentiële effect van karper (vgl. het aantal 'bekken' per hectare). Er zijn duidelijke aanwijzingen dat de impact van hoog productieve dieren (K1, K2, K3) groter is dan de impact van grote, laag-productieve dieren. Op basis van de gerefereerde onderzoeken, kan bijvoorbeeld met zekerheid worden aangenomen dat het mogelijke effect van 50 vissen van 2 kg/stuk/hectare (veel) groter is dan het effect van 10 vissen van 10 kg/stuk.*". Wij konden deze laatste uitspraak echter niet herleiden en ook gaf de bestudeerde literatuur verschillende resultaten over het effect van de grootte van de vis. Driver *et al.* (2005) vond dat karpers van circa 2 kg juist meer effect hadden dan karpers van circa 0,6-0,7 kg op troebelheid, fosfaat concentraties en chlorofyl-a. De auteur gaf aan dat dit verklaard kan worden doordat verschillende formaten karpers verschillende voedingsbronnen benutten, resulterend in verschillen in hoeveelheden in omloop gebrachte nutriënten, met name fosfaat. Kleine karper draagt vooral bij aan de

verhoging van de fosfaatbelasting door excretie en de grotere karper vooral door omwoeling en daarmee het suspenderen van het sediment. Breukelaar (1992) en Breukelaar *et al.* (1994) gaven aan dat tussen twee verschillende lengteklassen van brasem (25-35 en 35-50) geen significant verschil bestond in effecten op de waterkwaliteit.

Bij de uitzet zou zeker rekening gehouden moeten worden met de potentiële groei van de uitgezette biomassa karper en de uitzet biomassa zou daarop afgestemd moeten worden. Om te komen tot een bepaalde doelbiomassa aan karpers in een systeem, zou een kleinere biomassa aan kleine karpers uitgezet dienen te worden om dit te bereiken. Quak (2014) gaf aan dat *"Bij een biomassa < 100 kg/ha, welke is samengesteld uit grotere, laag productieve karpers, en een benut dragend vermogen, zijn effecten op het ecosysteem, in het bijzonder op de vegetatie, nihil tot zeer beperkt. Echter, in een situatie waarbij deze biomassa wordt ingenomen door kleine, hoog-productieve dieren (circa 1-2 kg stuk), kunnen er door het dan relatief grote aantal karpers (50-100) vissen per hectare) wel negatieve effecten worden verwacht. Deze impact kan vervolgens in de tijd worden versterkt door groei, competitie, productie en een eindbiomassa die dan, afhankelijk van het dragend vermogen, ver boven de 100 kg/ha zal uitstijgen."* Bij de uitzet van karper wordt juist gebruik gemaakt van kleinere karpers welke in potentie dus boven de uitzetbiomassa kunnen uitgroeien en juist grote karpers worden beperkt uitgezet. Bij de uitzet van de kleinere karpers met aanzienlijke groeipotentie zou aan de hand groei- en sterfteschattingen een inschatting gemaakt moeten worden tot welke biomassa de karpers zouden kunnen toenemen en wat het effect is van een dergelijke eindbiomassa op de draagkracht van het systeem. Quak (2014) presenteert een rekenhulp hiervoor, welke vooralsnog uitgaat van een gemiddelde groei en een gemiddelde jaarlijkse sterfte van 7,5%, gerekend vanaf karpergrootte K3. Het model heeft als doel een indicatie van het eindbestand van karper na uitzetten te berekenen. In de praktijk spelen een groot aantal variabelen een rol, deels verbonden aan de vis, deels aan het betreffende water. De berekening is daarom niet meer dan een orde van grootte. Naarmate uit monitoring meer praktijkgegevens beschikbaar komen, kan de rekenhulp verder worden verfijnd met een koppeling aan beheervariant, watertype etc..

Uit de literatuur gebruikt door de auteurs van de onderzochte rapporten kon niet worden afgeleid welke biomassa's van karper uitgezet kunnen worden in wateren met verschillen in bodemsediment of productiviteit. Indelingen naar watertype en de relatie met draagkracht of aanwezige visbiomassa in Nederland konden wij achterhalen in drie rapporten, waarvan twee van Sportvisserij Nederland (Zoetemeyer & Lucas, 2007; Quak, 2014). De visbiomassa in een water is afhankelijk van de staat van het water en biotische en a-biotische factoren en de gerapporteerde biomassa's tonen het verschil aan in draagkracht bij verschil in onder andere sediment type.

Jaarsma *et al.* (2008) geven een voorzet tot toetswaarden voor het open water (Tabel 2), met een indeling naar productiviteit en staat van het water. Daarbij is een visbiomassa onder 100 kg/ha gekoppeld aan hogere doorzicht en biomassa's boven 150 kg/ha aan weinig doorzicht (Tabel 2). Volgens Jaarsma *et al.* (2008) ligt de draagkracht van een helder en plantenrijk water afhankelijk van o.a. oppervlakte en diepte, rond 100-150 kg/ha visbiomassa. Om een troebel water weer te laten omslaan naar een heldere toestand, moet de visstand echter worden teruggebracht tot beneden 50 kg/ha. Bronnen voor deze gegevens worden echter niet gegeven. De auteurs gaan daarbij uit van fase I van het landelijke *Overlevingsplan Bos en Natuur* (OBN) -onderzoeksprogramma laagveenwateren (Lamers *et al.*, 2006). De resultaten van het OBN-onderzoek zijn volgens de auteurs niet alleen toepasbaar op laagveenwateren, maar op alle meren en plassen. Ook die met een zand- of kleibodem. De reden is dat in alle meren veenvorming plaatsvindt door het afsterven van organisch materiaal (planten en algen). De processen die optreden in veenplassen, treden dus ook - in meerdere of mindere mate - op in plassen met een minerale bodem (Lamers *et al.*, 2006).

Tabel 2. Diagnostische waarden (Bron: *Jaarsma et al., 2008*).

| Goed: Productiviteit gering | Matig: Productiviteit matig | Slecht: Productiviteit hoog |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Chlorofyl-a <20 µ/l | Chlorofyl-a 20-50 µ/l | Chlorofyl-a >50 µ/l |
| Visbiomassa < 100 kg/ha | Visbiomassa 100-150 kg/ha | Visbiomassa >150 kg/ha |
| Bedekking submers >25% | Bedekking submers 5-25% | Bedekking submers <5% |
| Turbiditeit <5 NTU | Turbiditeit 5-15 NTU | Turbiditeit >15 NTU |
| Zicht:diepte >0.6 | Zicht:diepte 0.4-0.6 | Zicht:diepte >0.4 |

Quak (2014) geeft een indicatie voor de draagkracht van een systeem waarbij wordt uitgegaan van verschillende type wateren (Tabel 3) en een overzicht voor de range van de karperbiomassa per type water, uitgesplitst naar functie (Tabel 4). Quak (2014) geeft daarbij aan dat in een nagestreefde snoek-ruisvoorn en snoek-blankvoorn visgemeenschap weinig ruimte is voor karper (in termen van biomassa /aantal). De ruimte voor karper (aandeel karperbiomassa ten opzichte van het dragend vermogen) neemt toe in de richting van viswateren van het snoekbaars-brasem-type. In een brasem-blankvoorn type is volgens Quak (2014) meer ruimte voor karper en in het snoekbaars-brasem type kan de karper ruim vertegenwoordigd zijn.

Onduidelijk is bij zowel Tabel 3 als Tabel 4 op welke bronnen de waarden voor de draagkracht en range van karperbiomassa gebaseerd zijn. Quak (2014) geeft zelf ook aan dat onderzoek nodig is voor een verdere kwantitatieve onderbouwing van de huidige productie per viswatertype. De biomassa's die worden genoemd voor watertypes van het blankvoorn-brasem type (<150kg/ha; beheerdoel karper "belangrijk") en het snoekbaars-brasem type (<150kg/ha, <250kg/ha en <500kg/ha; beheerdoel karper respectievelijk "nevensgeschikt", "belangrijk" en "uitsluitend karper") liggen boven de biomassa's die door de verschillende auteurs genoemd zijn, waarbij ecologische effecten te verwachten zijn van karper. Quak (2014) heeft aangegeven (zie Hoofdstuk 2.2, derde paragraaf) dat indien de biomassa ingenomen wordt door kleine karpers (1-2 kg) negatieve effecten kunnen worden verwacht bij een biomassa onder 100 kg/ha. Waar Quak (2014) stelt dat "*Onafhankelijk van de specifieke draagkracht van een water, zijn de gepresenteerde biomassa's/aantallen 'ecologisch veilig'*", kan dit volgens ons uit de eerder bestudeerde literatuur niet worden gesteld.

Quak (2014) heeft ook de aanname dat in effecten op het systeem verschil bestaat tussen kleine en grote karpers (Hoofdstuk 2.2, derde paragraaf), waarbij kleine karper meer effect zou hebben. Zoals besproken in de derde paragraaf van dit hoofdstuk 4.3 zijn uit de literatuur geen bronnen gevonden die de aanname gesteld door Quak (2014) bevestigen. Het is mogelijk dat de bewering juist is, maar het is ook mogelijk dat grote karper juist meer effect heeft, doordat aanvullende processen een rol gaan spelen.

Tijdens het tot stand komen van dit rapport zijn twee duidelijke kennislacunes naar voren gekomen die punt van discussie vormen en die onderzocht dienen te worden om meer duidelijkheid te verschaffen over de rol van karper in Nederland:

- wat zijn effecten van karper op de omgeving bij biomassa's die lager zijn dan in de literatuur genoemde waarden, dus onder 30-50 kg/ha? Daarbij rekening houdend dat de vissen snel kunnen groeien zodat biomassa's snel toenemen en rekening houdend met verschillende watertypen en draagkracht.
- bestaat tussen de verschillende groottes van karper verschil in het effect dat karpers hebben? M.a.w. is het zo dat een karper van 10 kg minder ecologische invloed heeft op de omgeving dan 10 karpers van 1 kg?

De uitzetbiomassa van karper is uiteindelijk afhankelijk van verschillende factoren en zal afhankelijk van de doelstelling een keuze zijn van de eigenaar van het water en de geldende bestemming of functie van het water. Daarbij moet in ogenschouw gehouden worden dat de uitzet van karper niet ten koste gaat van de al aanwezige visgemeenschap. In het overleg tussen de verschillende partijen naar aanleiding van

het concept van dit rapport is gekeken of tot overeenstemming gekomen kon worden over meer uniforme adviezen over uitzetbiomassa's in Nederland. De samenvatting van dit overleg staat beschreven in Hoofdstuk 4.4.

Tabel 3. Draagkracht van verschillende watertypes volgens Quak (2014). De indeling van ondiepe wateren is gemaakt voor wateren waarin geen zogenoemde temperatuurgelaagdheid of – stratificatie optreedt. In Nederland zijn dit meestal wateren met een diepte van minder dan zes meter. (Bron: Quak (2014) voor draagkracht, en Zoetemeyer & Lucas (2007)). Onduidelijk is op welke bronnen deze waardes gebaseerd zijn in deze tabel.

| Type water | Ruisvoorn-snoek | Snoek-blankvoorn | Baars-blankvoorn | Blankvoorn-brasem | Brasem-snoekbaars |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| Waterplantbedekking ondiep meer | 60-100% | 20-60% | 10-60% | 10-20% | 0-10% |
| Waterplantbedekking diep meer | | | 15-50% | 5-20% | 0-5% |
| Zichtdiepte diep meer | | | >3m | 1-3m | <1m |
| Draagkracht kg/ha | 100-350 | 210-350 | Onbekend vanuit Quak 2014 | 245-420 | 270-480 |
| Bodemtype | Zacht, modder en detritus | Divers, grove deeltjes | Voedselarme (zand) bodem | Zand-klei bodem | Slib bodem |

Tabel 4. Door Quak (2014) voorgestelde range van karpersbiomassa voor verschillende beheerdoelen (Functie) in verschillende watertypes. "Cat" geeft eerst weer of het aantal karpers laag, matig of hoog moet zijn, gevolgd door het relatieve gewicht van de karpers. "Functie" geeft aan of 2) karpers ondergeschikt is, 3) nevensgeschikt, 4) belangrijk en 5) karpers enige soort. Functie 1) ongewenst is altijd 0 en daarom niet opgenomen in dit overzicht. Onduidelijk is op welke bronnen deze waardes en keuzes voor verschillende biomassa's gebaseerd zijn in deze tabel.

| Viswatertype | Cat laag-matig | Aantal hoog | Functie | Cat hoog | Aantal hoog | Functie |
|-------------------|--------------------------------|-------------|---------|-----------------------------------|-------------|---------|
| Ruisvoorn-snoek | Zeer laag-laag, hoog gewicht | <80 | 2 | | | |
| Snoek-blankvoorn | Zeer laag-laag, hoog gewicht | <80 | 2 | | | |
| | Laag-matig, hoog gewicht | 80-100 | 3 | | | |
| Blankvoorn-brasem | Laag-matig, hoog gewicht | 80-100 | 2 | Matig-tamelijk hoog, laag gewicht | <100 | 3 |
| | | | | Hoog-zeer hoog, laag gewicht | <150 | 4 |
| Snoekbaars-brasem | Laag-matig, hoog, laag gewicht | <100 | 2 | Matig-tamelijk hoog, laag gewicht | <150 | 3 |
| | | | | Hoog-zeer hoog, laag gewicht | <250 | 4 |
| | | | | Hoog-zeer hoog, laag gewicht | <500 | 5 |

4.4 Overleg met de betrokken partijen

Aanwezig: IMARES (dhr. van Keeken, dhr. Couperus & mevr. Kraan), RWS (dhr. Lammens & dhr. Schouten), Sportvisserij Nederland (SVNL, dhr. Quak & dhr. van Alderen), Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (dhr. Heuts), Adviesbureau Jaarsma (dhr. Jaarsma), Unie van Waterschappen (dhr. van Rossem) & Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (dhr. Roodzand).

Reacties op eerdere, voorlopige versie van dit rapport

RWS: (1) ondersteunt de conclusie van het rapport; (2) zou graag aanbevelingen willen voor uitsplitsten naar watertype/ecologische toestand.

Waterschappen: (1) de conclusie van Schiphouwer dat karper schadelijk effect heeft en niet uitgezet zou moeten worden niet is opgenomen, (2) mist aanbevelingen voor wat betreft uitsplitsen naar watertype/ecologische toestand, (3) ecologische effecten beperken zich niet tot alleen opwerveling en het verdwijnen van vegetatie, maar het hele watersysteem verandert door karper doordat deze vissoort een nadelige invloed uitoefent op meerdere trofische niveau's. Het rapport van Schiphouwer benadrukt dit en stelt dat karper niet uitgezet moet worden, dan wel gereguleerd.

Onderzoeksbureau Jaarsma: ondersteunt de conclusie van het rapport.

SVNL: (1a) rapport gaat voorbij aan de praktijk/de onzekerheid rond de grenswaarden. Die kan ook benaderd worden met gezond verstand vanuit de bestaande praktijk, waar is karper een probleem; (1b) jammer dat er voorbij wordt gegaan aan deel 1 en deel 5 van Quak (2014), waarin voorstellen worden gedaan voor planmatig beheer, onderscheid naar beheerdoelen en uitsplitsing naar (vis)watertype.

Hoofdpunten vervolgdiscussie

1. Rapport beperkt zich tot de vraag "wat is voor de waterbeheerder een aanvaardbare eindbezetting van karper, die geen of zeer geringe effecten heeft op de waterkwaliteit".

2. Het is dus noodzakelijk om onderscheid te maken tussen bezetting en uitzet. Door planmatig en verantwoord uitzetten, kan men zorgen voor een gewenste populatie opbouw. Probleem blijft dat van het onderscheidend effect van grootte en opbouw van een karperbestand op de ecologische toestand in praktijksituaties weinig bekend is. Daarnaast is het monitoren van het aanwezige karperbestand een probleem. Voor de Nederlandse situatie is weinig literatuur, ook in het buitenland zijn onderzoeken buiten experimentele vijvers om erg schaars.

3. Uitgaande van meetbare effecten, ligt de aanvaardbare eindbezetting tussen de 0 en 100 kg/ha. Binnen dit bereik is men het er over eens dat de eindbezetting afhankelijk is van het watertype en ecologische toestand, maar dit onderscheid kan niet gemaakt worden op basis van de literatuur. De precieze waarden per watertype en ecologische toestand kunnen worden beredeneerd of geschat. Hiervoor hebben Lammens (notitie 2015), Jaarsma (2013) en Quak(2014) voorzeten gegeven.

4. Het gaat om alle wateren waarvan de visstand en de ecologische conditie bekend is.

5. In de huidige praktijk is er niet voor alle situaties een overzicht van wat er uitgezet wordt. Er wordt ook illegaal uitgezet. De mogelijke effecten worden meestal niet gemonitord of onderzocht.

6. Met goede communicatie tussen waterschappen en sportvisserijverenigingen/visrechthebbenden, een planmatige aanpak, beschikbare kennis en gezond verstand is maatwerk mogelijk en noodzakelijk. De kostprijs verbonden aan het uitzetten van karper in grote wateren beperkt al de omvang van uitzettingen en eindbiomassa's tot onder de 100 kg/ha eindbezetting. Er wordt onderkent dat gezamenlijke richtlijnen van bovenaf voor de praktijk zeker nuttig zijn.

7. Door de verschillende belanghebbenden wordt een vervolgoverleg ingepland. De uitzetrichtlijnen gepresenteerd door Quak (2014) (zoals weergegeven in Tabel 3 in dit rapport en opgenomen in het rapport na dit overleg) zijn kort voor de vergadering ingediend en daarom nog niet bekeken door de overige participanten. In petit comité zal de berekening en aanpak (viswatertype, beheerdoelen, functies) die hier aan ten grondslag ligt nader bekeken worden en daarna voorgelegd worden aan de begeleidingsgroep.

5. Conclusies

- De verschillen in maximaal acceptabele biomassa's voor karper tussen de verschillende auteurs komen voort uit wat de auteurs acceptabel vinden en hoe de literatuur geïnterpreteerd wordt. Heuts (2008) neemt de KRW als uitgangspunt en uit zijn zorgen over de negatieve invloed die een hoge karper dichtheid heeft op soorten en soortgroepen die afhankelijk zijn van waterplanten en wijst op de bijzondere natuurwaarde. Quak (2014) concentreert zich meer op het omslagpunt zelf en noemt 100 kg/ha de grens voor grote karpers. Jaarsma (2013) stelt dat onder 30 kg/ha in alle door hem onderzochte onderzoeken verondersteld wordt dat karper een gering effect heeft, tussen 30 kg/ha en 100 kg/ha treden in diverse onderzoeken effecten op. Schiphouwer *et al.* (2014) stelt dat het uitzetten van karper en vruchtbare hybriden (kruiskarper) gestopt of gereguleerd moet worden.
- Uitspraken over aangehaalde literatuurbronnen kunnen niet altijd teruggevonden worden of zijn verkeerd geïnterpreteerd.
 - Heuts (2008) gaat uit van een grens van 30 kg/ha. Uit de literatuurverwijzing is de herkomst van deze uitspraak echter niet te herleiden.
 - Quak (2014) geeft aan dat bij 100 kg/ha aan grote karper geeft geen vertroebelingseffect optreden, bij kleine karpers is dit wel te verwachten. Uit de literatuur is deze grens door ons niet af te leiden. Aangezien uitzet plaatsvindt met veelal kleinere karpers, is een effect op het watersysteem bij een uitzet van kleine karpers onder de gerefereerde biomassa van 100 kg/ha te verwachten.
- Jaarsma (2013) stelde ons inziens terecht dat "Ondanks de grote hoeveelheid literatuur is niet mogelijk om grenzen te stellen aan de dichtheid aan karper die "veilig" is. Duidelijk is wel dat hoe hoger de dichtheid, hoe groter het risico op ongewenste effecten."
- Bij de uitzet zou, naast de aanwezige visstand en de draagkracht van het systeem, zeker rekening gehouden moeten worden met de potentiële groei van de uitgezette biomassa karper en de uitzet biomassa zou daarop afgestemd moeten worden.
- Uit de gebruikte literatuur kon niet worden afgeleid welke biomassa's van karper uitgezet kunnen worden in wateren met verschillen in bodemsediment of productiviteit. De uitzetbiomassa van karper is uiteindelijk afhankelijk van verschillende factoren en zal afhankelijk van de doelstelling een keuze zijn van de eigenaar van het water en de geldende bestemming of functie van het water. Daarbij moet in ogenschouw gehouden dat de uitzet van karper niet ten koste gaat van de al aanwezige visgemeenschap.
- Tijdens dit rapport zijn twee duidelijke kennislacunes naar voren gekomen die punt van discussie vormen en die onderzocht dienen te worden om meer duidelijkheid te verschaffen over de rol van karper in Nederland:
 - wat zijn effecten van karper op de omgeving bij biomassa's die lager zijn dan in de literatuur genoemde waarden, dus onder 30-50 kg/ha? Daarbij rekening houdend dat de vissen snel kunnen groeien zodat biomassa's snel toenemen en rekening houdend met verschillende watertypen en draagkracht.
 - bestaat tussen de verschillende groottes van karper verschil in het effect dat karpers hebben? M.a.w. is het zo dat een karper van 10 kg minder ecologische invloed heeft op de omgeving dan 10 karpers van 1 kg?

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Arlinghaus, R. & T. Mehner. 2003. Socio-economic characterisation of specialised common carp (*Cyprinus carpio* L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control. *Fisheries Research* 61: 19-33.
- Badiou, P.H.J. & L.G. Goldsborough. 2010. Ecological impacts of an exotic benthivorous fish in large experimental wetlands, Delta Marsh, Canada. *Wetlands* 30 (4): 657-667.
- Bajer, P.G. & P.W. Sorensen. 2009. Recruitment and abundance of an invasive fish, the common carp, is driven by its propensity to invade and produce in basins that experience winter-time hypoxia in interconnected lakes. *Biological Invasions*, 12: 1101-1112. doi 10.1007/s 10530-009-9528-y
- Bajer, P.G., G. Sullivan & P.W. Sorensen. 2010. Effects of a rapidly increasing population of common carp on vegetative cover and waterfowl in a recently restored Midwestern shallow lake. *Hydrobiologia* 632 (1): 235-245.
- Barthelmes, D. & U. Brämick. 2003. Variability of a cyprinid lake ecosystem with special emphasis on the native fish fauna under intensive fisheries management including common carp (*Cyprinus carpio*) and silver Common carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Limnologica*, 33: 10-28.
- Breukelaar, A.W., E.H.R.R. Lammens, J.G.P. Klein-Breteler & I. Tatrai. 1994. Effects of benthivorous bream (*Abramis brama*) and Common carp (*Cyprinus carpio*) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll a. *Freshwater Biology*, 32: 113-121.
- Chow-Fraser, P. 1998. A conceptual ecological model to aid restoration of Cootes Paradise Marsh, degraded coastal wetland of Lake Ontario, Canada. *Wetlands Ecology and Management* 6: 43-57.
- Chumchal, M.W., W.H. Nowlin & R.W. Drenner. 2005. Biomass-dependent effects of common carp on water quality in shallow ponds. *Hydrobiologia* 545: 271-277.
- De Wilt, R.S. & W.A.M. van Emmerik. 2008. Kennisdokument karper, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). Sportvisserij Nederland.
- Driver, P.D., G.P. Closs & T. Koen. 2005. The effects of size and density of carp (*Cyprinus carpio* L.) on water quality in an experimental pond. *Archives of Hydrobiology* 163: 117-131.
- Egertson, C.J. & J.A. Downing. 2004. Relationship of fish catch and composition to water quality in a suite of agriculturally eutrophic lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 1784-1796.
- Hertam, S.C. 2010. The effects of common carp (*Cyprinus carpio* L.) on water quality algae and submerged vegetation in Delta Marsh, Manitoba. Master Thesis, University of Manitoba.
- Heuts, P. 2007. Effecten van benthivore vissen, met name Karper (*Cyprinus carpio* L.), op de waterkwaliteit. Een literatuuronderzoek. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Nr. 161035.
- Heuts, P. 2008. Hoofdlijnen voor het uitzetten van vis. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Houten.

- Jaarsma, N., M. Klinge & L. Lamers. 2008. Van helder naar troebel... en weer terug. STOWA rapport 2008-04.
- Jaarsma, P. 2013. Karper en Waterkwaliteit. Unie van Waterschappen.
- Jackson, Z.J., M.C. Quist, J.A. Downing & J.G. Larscheid. 2010. Common carp, sport fishes and water quality : ecological thresholds in agriculturally eutrophic lakes. *Lake and Reservoir Management* 26: 1, 14-22.
- Lamers, L., J. Geurts, B. Bontes, J. Sarneel, H. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, B. Kuijper, H. Esselink & J. Roelofs. 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren: Eindrapportage 2003-2006. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Rapport DK nr. 2006/057-O.
- Lougheed, V.L. & P. Chow-Fraser. 2001. Spatial variability in the response of lower trophic levels after carp exclusion from a freshwater marsh. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 9: 21-34.
- Lougheed, V.L., B. Crosbie & P. Chow-Fraser. 1998. Predictions on the effect of common carp (*Cyprinus carpio*) exclusion on water quality, zooplankton, and submergent macrophytes in a Great Lakes wetland. *Can. J. Fish. Sci.* 55: 1189-1197.
- Matsuzaki, S.S., N. Usio, N. Takamura & I. Washitani. 2007. Effects of common carp on nutrient dynamics and littoral community composition: roles of excretion and bioturbation. *Fundamental and Applied Limnology* 168: 27-38.
- Mehner, T., R. Arlinghaus, S. Berg, H. Dörner, L. Jacobsen, P. Kasprzak, R. Koschel, T. Schulze, C. Skov, C. Wolter & K. Wysujack. 2004. How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step-by-step guideline for lakes of the Europe temperate zone. *Fisheries Management and Ecology* 11: 261-275.
- Meijer, M.L. 2000. Biomanipulation in the Netherlands, 15 years of experience. WUR. ISBN 90-5808-226 1
- Meijer, M.L. & I. de Boois. 1998. Actief Biologisch Beheer in Nederland Evaluatie projecten 1987-1996. RIZA rapport 98.023.
- Parkos, J.J. III, V.J. Santucci, D.H. Wahl. 2003. Effects of adult common carp (*Cyprinus carpio*) on multiple trophic levels in shallow mesocosms. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60: 182-192.
- Quak, J. 2014. Karper in Nederland: historie, teelt, omgeving, sportvisserij en beheer. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Roberts, J., A. Chick, L. Oswald & P. Thompson. 1995. Effect of Common carp, *Cyprinus carpio* L., an exotic benthivorous fish, on aquatic plants and water quality in experimental ponds. *Marine & Freshwater Research*, 46: 1171-1180.

- Scheffer M. 1998, Ecology of shallow lakes. Population and community biology series 22. Chapman & Hall, London.
- Scheffer, M. 1990. Multiplicity of stable states in freshwater systems. *Hydrobiologia*, 200/201: 475–486.
- 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 (NEC-E), Nijmegen.
- Sidorowicz, N.S., A.C. López Cazorla, K.J. Murphy, M.R. Sabatini, O.A. Fernandez & J.C.J. Domaniewski. 1998. Interaction of common carp with aquatic weeds in Argentina drainage channels. *J. Aquatic Plant Manage.* 36: 5-10.
- Smith, P.A., B. Moss, L. Carvalho, A.E. Williams & B.J. Howard. 1999. Towards a quantitative basis for the management of freshwater fisheries in sites of nature conservation interest. Presented at the institute of Fisheries Management 30th Annual Study Course, Sparsholt College.
- Van Emmerik, W.A.M. & H.W. de Nie. 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Sportvisserij Nederland.
- Weber, J.M. & M.L. Brown. 2009. Effects of Common carp on Aquatic Ecosystems 80 Years after "Common carp as a Dominant": Ecological Insights for Fisheries Management. *Reviews in Fisheries Science*, 17: 524-537.
- Weber, J.M. & M.L. Brown. 2011. Relationships among invasive common carp, native fishes and physicochemical characteristics in upper Midwest (USA) lakes. *Ecology of Freshwater Fish* 20 (2): 270-278.
- Williams, A.E. 1999. Effects of coarse fish in shallow lake ecosystems: An ecological and sociological appraisal. Thesis University of Liverpool (Abstract).
- Witteveen + Bos. 2008. Kosten en baten van actief visstandbeheer achtergrondrapport Ex-ante evaluatie KRW. Witteveen + Bos BHV28-1.
- Zoetemeyer, B. & B. Lucas. 2007. Basisboek Visstandbeheer. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Verantwoording

Rapport C020/15

Projectnummer: 4302103101

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. Ir. K.E. van de Wolfshaar
Onderzoeker



Handtekening:

Datum: 29 januari 2015

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben
Afdelingshoofd afdeling Vis



Handtekening:

Datum: 29 januari 2015