



AGRIVIS

De economische haalbaarheid van het kweken van vis in open poldersystemen
en het effect op de veenbodemdaling en overige risico's

Alterra-rapport 2398
ISSN 1566-7197

F.G.W.A. Ottburg, G. Maas, R. Schrijver, J. Kranenbarg, M. Schiphouwer, O. Haenen, R. Blonk,
M. Kotterman en M. de Graaf

AGRIVIS

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van ministerie van Economische Zaken, directie Regio en Ruimtelijke Economie.

AGRIVIS

De economische haalbaarheid van het kweken van vis in open poldersystemen
en het effect op de veenbodemdaling en overige risico's

F.G.W.A. Ottburg¹, G. Maas¹, R. Schrijver¹, J. Kranenbarg², M. Schiphouwer², O. Haenen³, R. Blonk⁴,
M. Kotterman⁴ en M. de Graaf⁴

- 1 Alterra Wageningen UR
- 2 Stichting RAVON
- 3 Central Veterinary Institute (CVI) Wageningen UR
- 4 IMARES Wageningen UR

Alterra-rapport 2398

Alterra Wageningen UR
Wageningen, 2013

Referaat

Ottburg, F.G.W.A., G. Maas, R. Schrijver, J. Kranenbarg, M. Schiphouwer, O. Haenen, R. Blonk, M. Kotterman en M. de Graaf, 2013. *AGRIVIS: de economische haalbaarheid van het kweken van vis in open poldersystemen en het effect op de veenbodemdaling en overige risico's*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2398. 60 blz.; 13 fig.; 10 tab.; 45 ref.

In de agrarische sector is men op zoek naar mogelijkheden om de agrarische activiteiten te verbreden. Eén van deze verbrede activiteiten wordt ontwikkeld door het bedrijf AGRIVIS. AGRIVIS wil door gebruik te maken van open poldersystemen zoetwatervissen uitzetten, verzorgen en oogsten om een commerciële markt te bedienen.

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken, directie Regio en Ruimtelijke Economie wordt dit onderzoek door Alterra Wageningen UR in samenwerking met Stichting RAVON, CVI Wageningen UR en IMARES Wageningen UR uitgevoerd. De twee hoofdvragen in dit onderzoek zijn: 1) Kan het opkweken en oogsten van consumptievis in een open poldersysteem een nieuwe economische pijler vormen voor de landbouw sector? en 2) Welke risico's zijn er voor veenbodemdaling en de aanwezige inheemse visfauna. Dit laatste aspect wordt beoordeeld aan de hand van visziekten, genetica, ecologie en contaminanten.

Trefwoorden: AGRIVIS, beschermde vissoorten, consumptievis, contaminanten, forel, karper, kleine modderkruiper, paling, polder Haanwijk, pootvis, veenbodemdaling, visteelt, visziekten en voederconversie.

Foto's omslag: boven één van de sloten in pilot gebied polder Haanwijk waarin consumptievis kan worden opgekweekt. Onder de hoofdwetering in polder Haanwijk. Foto's: Fabrice Ottburg.

Foto's: Fabrice Ottburg, tenzij anders vermeld.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2013 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2398

Wageningen, februari 2013

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Economische haalbaarheid	11
2.1 Technische uitgangspunten	12
2.2 Economische uitgangspunten	17
2.3 Bedrijfsbegroting	18
3 Effecten op veenbodemdaling	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Teeltsysteem	22
3.3 Pilotproject polder Haanwijk	25
4 Risico's	31
4.1 Inleiding	31
4.2 Visziekten	31
4.3 Genetische vervuiling	36
4.4 Ecologie	37
4.5 Interspecifieke relaties	40
4.6 Opname contaminanten	44
5 Beleid Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	47
5.1 Inleiding	47
5.2 Algemene criteria voor het uitzetten van vis	47
5.3 Aanvullende criteria voor het uitzetten van karpers	47
6 Conclusies	51
6.1 Economie	51
6.2 Veenbodemdaling	51
6.3 Risico's	51
6.4 Eindconclusie	54
Dankwoord	55
Literatuur	57

Samenvatting

In de agrarische sector is men op zoek naar mogelijkheden om de agrarische activiteiten te verbreden. Hiervoor zijn innovaties nodig. Eén van deze verbrede activiteiten wordt ontwikkeld door het bedrijf AGRIVIS. AGRIVIS vindt haar oorsprong in het veenweidegebied rondom Harmelen. Door gebruik te maken van bestaande sloten, weteringen en vaarten wil AGRIVIS door het uitzetten, verzorgen en oogsten van zoetwater-vissen een commerciële markt bedienen. De basisgedachte bij AGRIVIS is om in het veenweide gebied de bestaande sloten en andere watergangen een economische opwaardering te geven door deze te exploiteren voor commerciële viskweek.

In de voorliggende studie wordt ingegaan op de volgende twee hoofdvragen:

1. Kan het opkweken en oogsten van consumptievis in een open poldersysteem een nieuwe economische pijler vormen voor de landbouwsector?
2. Welke risico's zijn er voor veenbodemdaling en de aanwezige inheemse visfauna. Dit laatste aspect wordt beoordeeld aan de hand van visziekten, genetica, ecologie en contaminanten.

De hoofdconclusies op deze vragen zijn:

- De eerste innovatieve poging voor het kweken van consumptievis in open poldersystemen zijn bedrijfs-economisch niet renderend.
- Voor de veenbodemdaling zijn er weinig risico's, omdat het bedrijfsmodel uitgaat van een verhoging van de stand van het grondwater c.q. oppervlaktewater. Hierdoor gaat men meer richting een natuurlijk peil-beheer, dat de oxidatie (en inklinking) van veenbodems tegen gaat.
- Het kweken van consumptievis in open slootssystemen brengt risico's mee voor inheemse vispopulaties, waaronder beschermde vissoorten in slootssystemen.
- Het uitzetten van pootvis voor consumptiedoeleinden in open poldersystemen en in het bijzonder karper is strijdig met het huidige beleid van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

Is op basis van de bovenstaande conclusies het initiatief van AGRIVIS zinloos? Nee, alles behalve. Dit soort initiatieven zijn nodig in het licht van de groeiende behoefte aan vis-eiwit dat niet uit onze oceanen afkomstig is.

De vraag naar vis neemt de komende decennia sterk toe. *Zo concludeert een eerdere studie van het Milieu & Natuurplanbureau (Rood et al., 2006) dat afhankelijk van de groei in bevolking en welvaart de visconsumptie in 2040 gestegen zal zijn tot 150 à 200 miljoen ton. Als het uitgangspunt is aan deze vraag te kunnen voldoen, dan betekent dit een verdubbeling tot bijna verviervoudiging van de kweekvisproductie.*

Kortom, het voorliggende en onderzochte initiatief van AGRIVIS lijkt in de huidige opzet niet rendabel, maar dit is slechts een eerste poging van innovatie. Zo lijkt de insteek om te kiezen voor de al bestaande open watersystemen c.q. sloten in eerste instantie een aantrekkelijke optie, maar hier kleven zoals beschreven verschillende nadelen aan. Wij bevelen aan om varianten van de huidige opzet van AGRIVIS in intensievere en in gesloten en of deels gesloten systemen te testen. Verdere experimenten in open slootssystemen hebben geen toekomst op basis van de bevindingen in dit rapport en het huidige ecologisch beleid van beschermde soorten.

1 Inleiding

In de agrarische sector is men op zoek naar mogelijkheden om de agrarische activiteiten te verbreden. Hier zijn innovaties voor nodig. Eén van deze verbrede activiteiten wordt ontwikkeld door het bedrijf AGRIVIS. AGRIVIS vindt haar oorsprong in het veenweidegebied rondom Harmelen. Door gebruik te maken van bestaande sloten, weteringen en vaarten wil AGRIVIS door het uitzetten, verzorgen en oogsten van zoet-watervissen een commerciële markt bedienen.

De basisgedachte bij AGRIVIS is ontstaan om in het veenweide gebied de bestaande sloten en andere watergangen een economische opwaardering te geven door deze te exploiteren voor commerciële viskweek.

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken, directie Regio en Ruimtelijke Economie wordt dit onderzoek door Alterra Wageningen UR in samenwerking met Stichting RAVON, CVI Wageningen UR en IMARES Wageningen UR uitgevoerd. De twee hoofdvragen in dit onderzoek zijn:

1. Kan het opkweken en oogsten van consumptievis in een open poldersysteem een nieuwe economische pijler vormen voor de landbouw sector?
2. Welke risico's zijn er voor veenbodemdaling en de aanwezige inheemse visfauna. Dit laatste aspect wordt beoordeeld aan de hand van visziekten, genetica, ecologie en contaminanten.

In dit rapport wordt in hoofdstuk twee de economische haalbaarheid beschreven. Hoofdstuk drie gaat in op de veenbodemdaling aan de hand van het pilot gebied polder Haanwijk bij Harmelen. In hoofdstuk vier worden de risico's beschreven waarin ook een tabel is opgenomen die ingaat op de interspecifieke relaties tussen consumptievis en inheems vissoorten. De conclusies worden weergegeven in hoofdstuk vijf.

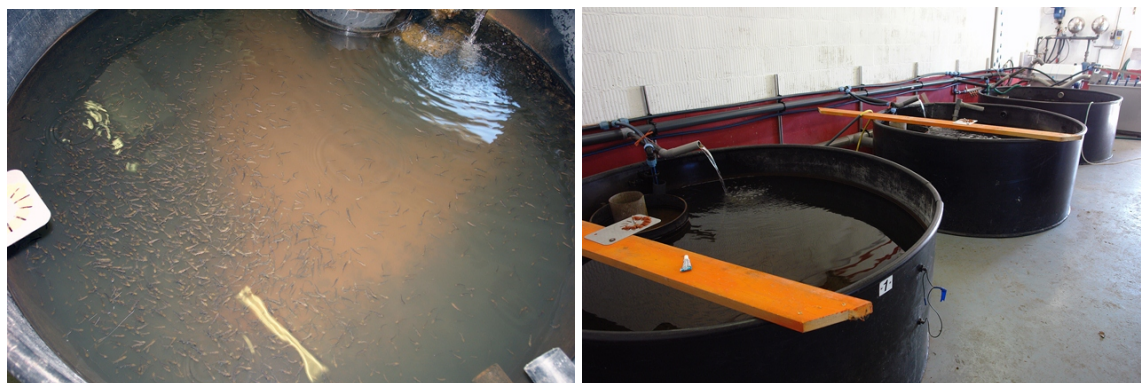
2 Economische haalbaarheid

2.1 Inleiding

De economische haalbaarheid van grootschalige visteelt in poldersloten is afhankelijk van vraag- en aanbod-verhoudingen in de markt. In deze studie zijn voor twee markten bedrijfseconomische begrotingen opgesteld die inzicht geven in de huidige economische haalbaarheid, de markt voor consumptievis en de markt voor siervis.

Door internationale overbevissing van de zeeën wordt in het algemeen een gunstig marktperspectief geschetst voor commercieel gekweekte consumptievis (Rood et al., 2006; Hoefnagel et al., 2011). De hoeveelheden commercieel gekweekte consumptievis nemen nog steeds van jaar op jaar toe, hoewel de fase van exponentiële groei al wel achter ons ligt. Momenteel is al meer dan 40% van de consumptievis afkomstig uit aquacultures (Rood et al., 2006). In Nederland stagneert echter de productie van kweekvis en er is de afgelopen jaren zelfs een terugval geconstateerd (van Oostenbrugge et al., 2009). De oorzaken hiervan worden gezocht in goedkope alternatieven, voornamelijk vanuit de Aziatische markt, een te gering onderscheidend vermogen in de markt en problemen bij het productieproces. De belangrijkste vissoorten zijn overigens niet de soorten die in deze studie centraal staan (Forel, Karper, Brasem en Zeelt), maar Paling, Claresse en Afrikaanse meerval. Voor de langere termijn wordt een wereldwijd toenemende vraag naar consumptievis verwacht. Bovendien is in Nederland aquacultuur in de open zee (Noordzee) niet gewenst. Het ontwikkelen van alternatieven op land blijft daarom een continue punt van overweging. In deze studie wordt een bedrijfseconomische begroting opgesteld voor de teelt van Karper. Karper is een consumptievis die onder andere in Polen en Duitsland veel in vijvers wordt gekweekt en waarvoor de data beschikbaar is om een redelijke inschatting te maken van de potenties in Nederland. Brasem en Zeelt zijn soorten die wel voor consumptie worden gevangen, maar die niet (of maar heel weinig) commercieel gekweekt worden.

De markt voor siervis is meer een nichemarkt en AGRIVIS ziet hierin voor zichzelf potentie. Omdat het bedrijfssysteem van AGRIVIS hierop voor een belangrijk deel is gestoeld, is ook voor deze tak een bedrijfseconomische begroting opgesteld. In het systeem van AGRIVIS worden daarvoor binnen één seizoen jonge Forellen opgekweekt tot een lengte van circa acht centimeter.



Figuur 1

Afgebeeld is een deel van de kweek bij AGRIVIS, waarin jonge forellen worden opgekweekt.

2.2 Technische uitgangspunten

Bedrijfssysteem

In het bedrijfssysteem dat AGRIVIS voor ogen staat speelt het natuurlijke productievermogen van Nederlandse poldersloten een grote rol. Het idee is om in het vroege voorjaar jonge vis (aangekocht, of eventueel uit eigen opkweek) in afgebakende compartimenten van de poldersloten uit te zetten, in het geval van AGRIVIS gaat het om Forel, en deze vissen zoveel mogelijk met in het natuurlijke systeem aanwezige voedsel te laten groeien tot de gewenste lengte. Forel vereist stromend water en daarom wordt in de compartimenten een stroming op gang gebracht met door AGRIVIS ontwikkelde 'airliften'. Deze airliften brengen het waterpeil lokaal acht centimeter omhoog. Andere technische voorzieningen zijn een dam (met rooster) per compartiment van 500 meter, extra oeverbeschoeiing (eenzijdig over een lengte van 100 meter) om de vis gemakkelijker te kunnen vangen en een gebouw voor de verwerking, voor- en nabewerkingen. Hierin staan onder andere bassins voor de tijdelijke opvang van vissen. Een complete, in samenspraak met AGRIVIS opgestelde inventarislijst, is opgenomen in tabel 1. Het productieproces is verder relatief eenvoudig en bestaat uit een regelmatige controle (diergezondheid is één van de kritische succesfactoren voor de teelt), het vangen en verwerken (in het geval van Forel voor siervijvers is dat het in met zuurstof aangevulde zakjes verpakken van de vis en voor Karper het fileren en verpakken). Voor de benodigde arbeid voor deze activiteiten is in overleg met AGRIVIS een globale inschatting gemaakt (tabel 2). Naast deze activiteiten vraagt het systeem om ten minste één extra baggerbeurt. Het baggeren van de sloten wordt in loonwerk uitgevoerd. De operationele schaal is in eerste aanleg begroot voor een gemiddeld melkveebedrijf van 45 hectare. Een dergelijk bedrijf heeft in het poldergebied rond Harmelen (de vestigingsplaats van AGRIVIS) gemiddeld circa 15 compartimenten van 500 meter. De sloten in het systeem hebben een breedte van vier meter waarmee de totale oppervlakte van het watersysteem op drie hectare uitkomt.



Figuur 2

Een deel van de kweekstelling zoals AGRIVIS die in de huidige situatie (anno 2012) in pandig heeft opgesteld. De rechterfoto laat een voerautomaat zien.

Tabel 1

Overzicht van vaste productiemiddelen in het poldersysteem van AGRIVIS met een indicatie van de vervangingswaarde.

Soort productiemiddel	Type / capaciteit	Vervangingswaarde (€)
Productiehal	30 m ²	40.000,00
Inventaris productiehal (snijtafel, wasbak, koelcel)		10.000,00
Analyse-apparatuur		1.500,00
Vacuüm verpakkingsmachine		1.000,00
Labelprinter (handmatig)		500,00
Tijdelijke bassins	p.m. m ²	4.000,00
Dam met rooster	500 m*15	22.500,00
Oeverbeschoeiing, 100m eenzijdige damwand	7.500 m	15.000,00
Beluchtingsvoorziening (blower)	500 m*15	460.000,00
Elektrische voorziening	500 m*15	7.500,00
Besturingssysteem voor beluchting		500,00
Technische ondersteuning (pompen en slangen)		1.000,00
Calamiteiten-apparatuur (slootpomp)		1.500,00
Electro vangapparaat plus visnetten		2.000,00
Boot		2.000,00
Werktuigen voor intern vistransport		1.000,00
Pneumatisch voersysteem		5.000,00
Pelletpers		3.800,00
Visvermaler		1.500,00
Droogkast		400,00
Zuurstoffles		100,00
Totaal		181.800,00

Tabel 2

Overzicht van de arbeidsbehoefte in het poldersysteem van AGRIVIS.

Activiteit	Uren / dag / 100 m	Voorbeeldbedrijf uren per jaar (45 ha, 7.500 m slootlengte)
Controle verwerking en beheer	0,0088	337
Overhead administratie		24
Overhead verkoop		24
Overhead leiding		10
Overhead overig		10
Totale arbeidsbehoefte		405

Natuurlijk productievermogen

Om een indruk te krijgen van het natuurlijke productievermogen van Nederlandse poldersloten is gebruik gemaakt van vangstgegevens uit studies van Ottburg en Jonkers (2009 en 2010) in Eemland. Ottburg en Jonkers hebben daar zowel de waaien (kolken) als de sloten bemonsterd en alle vissen geïdentificeerd naar soort en lengte. De totale bemonsterde oppervlakte is door ons via een planimetrische benadering vastgesteld op circa 74.000 m² voor de waaien en 11.000 m² voor de sloten. De resultaten van de gezamenlijke monsterpunten zijn samengevat in tabel 3. Hieruit blijkt dat naar verhouding maar heel weinig vissen met een lengte van meer dan elf centimeter in de slootssystemen van Nederland voorkomen. Op een totaal van 0,85 hectare zijn er 545 vissen gevangen, dat wil zeggen 0,06 per m². De belangrijkste vissoort was Bittervoorn en het visbroed (tot drie centimeter) is voor het grootste deel in slechts enkele waaien gevangen. In de poldersloten is nagenoeg geen visbroed gevonden. Op basis van deze resultaten is de optie om het natuurlijke productievermogen te hanteren als uitgangspunt voor de bedrijfseconomische begrotingen verlaten.

Tabel 3

Referentiebeeld voor de natuurlijke visstand naar lengteklasse in Nederlandse poldersloten en kolken.

Systeem	Totaal m ² geschat	Aantal vissen (alle soorten) in de klasse						Totaal aantal >3 cm
		0-3 cm (broed)	3-6 cm	6-11 cm	11-21 cm	21-31 cm	>31 cm	
Waaien N	74.200	432.519	15.982	944	245	28	16	17.215
Sloten N	10.650	3.825	5.094	949	199	43	14	6.299
Totaal N	84.850	436.344	21.076	1.893	444	71	30	23.514
Waaien N per m ²		5,83	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,23
Sloten N per m ²		0,36	0,48	0,09	0,02	0,00	0,00	0,59

Groei en voederconversie

Door het ontbreken van voldoende natuurlijke potentie in de Nederlandse slootssystemen moet er worden bijgevoerd. De groeisnelheid, voederconversie en mortaliteit zijn bepalende factoren voor de benodigde bijvoeding. Bij afwezigheid van geschikt referentiemateriaal uit natuurlijke systemen - volgens het kennisdocument over kroeskarpers (Wijmans, 2009) kan het bijvoorbeeld wel zes jaar duren voor deze soort een gewicht heeft bereikt van 100-250 gram - hebben we een reconstructie van de groeisnelheid en bijbehorende voederconversie gemaakt op basis van informatie van de visvoerindustrie (Coppens <http://www.coppens.eu/>). Coppens geeft openbare informatie over de dagelijkse voederbehoefte van diverse vissoorten als percentage van het lichaamsgewicht bij diverse omgevingstemperaturen en informatie uit andere kweeksystemen.

Uitgangspunten teelt sierforel

Afhankelijk van de temperatuur van het water bedraagt de dagelijkse voederbehoefte van jonge Forel circa 2,4% tot 5% van het lichaamsgewicht (Coppens, 2012). Deze relatieve behoefte neemt af naarmate de vissen groter zijn. Vissen met een lengte van 7-11 centimeter hebben dagelijks nog 1,6% tot 2,4% van het lichaamsgewicht nodig. Wij zijn voor de kweek van de siervis uitgegaan van een lineaire groei over 250 dagen van uitgezette vis met een lengte van 2 à 3 centimeter (0,2 tot 0,5 g) tot een lengte van 7 tot 11 centimeter (5-12 g). De gemiddelde watertemperatuur van het oppervlaktewater in Nederland is volgens het compendium voor de leefomgeving tegenwoordig circa 14°C voor de grote rivieren zoals de Rijn (PBL, 2011) en circa 12°C voor beekstelsels in Drenthe. Hogere temperaturen hebben echter een grote invloed en in Nederland ligt de temperatuur gedurende 80 à 90 dagen boven 20°C. Op basis hiervan zijn de voederrichtlijnen van Coppens aangehouden bij 12-14°C voor 285 dagen op jaarbasis en die van 18-20°C voor 80 dagen op jaarbasis.

Tabel 4 geeft een overzicht van de totale voederbehoefte bij een dichtheid van 2,5 uitgezette visjes per m², waarvan aan het einde van het seizoen de helft nog in leven is (dichtheden en mortaliteit zijn door AGRIVIS aangereikt). Per hectare bedraagt de productie 12.500 visjes voor de verkoop met een gezamenlijk gewicht van 106 kilogram. Deze sierforellen hebben dan 365 kilogram voer verbruikt, de voederconversie is dus 3,4 (dit is vrij hoog). Door de tijdens het productieproces uitgevallen vissen te verwerken in het visvoer kan de voederconversie worden teruggebracht tot circa 2,8.



Figuur 3
Volwassen regenboogforel.

Tabel 4
Technische uitgangspunten voor de teelt van sierforel van 8 centimeter.

Vis- gewicht g	Gem. gewicht g	Gem. lengte cm	Voer in % biomassa/dag bij		Leeftijd (dagen)	Aantal dgn. in gewicht klasse	Voer g/vis	Aantal vissen/ ha water	Voer kg/ha water
			12-14 °C	18-20 °C					
<0,2	0,1	1	6	6	30				
0,2 - 0,5	0,35	2,5	3,9	5	92,5	62,5	0,90	25.000	23
0,5 - 2	1,25	4	3,5	4,6	155	62,5	2,90	20.833	61
2 - 5	3,5	6	3,2	3,2	217,5	62,5	7,00	16.667	117
5 - 12	8,5	9	2,5	2,4	280	62,5	13,20	12.500	165
Totaal							24		365

Uitgangspunten teelt consumptiekarper

Voor de teelt van Karpers voor consumptie is naar analogie van de Forel gebruik gemaakt van de voeder-technische informatie van Coppens bij de Nederlandse watertemperaturen. Daarnaast is voor het teeltsysteem gekeken naar de teelt van Karp zatorski (EU, 2010). De kweekcyclus van deze Poolse specialiteit is zo uitgekiend dat deze tot twee jaar is verkort. De eerste twee stadia (paaien en het opkweken van pootkarpers tot een gewicht van 2 tot 4 gram) kunnen in het polderslootbedrijf worden overgeslagen bij aankoop van deze pootvissen. De cyclus start dan in juli van het eerste jaar en wordt dan tot 1,5 jaar verkort. Op dat moment is de dichtheid in het Poolse systeem circa 0,8 visjes/m², waarvan er drie maanden later nog circa 0,05/m² over zijn met een gewicht van 60-150 gram. Om de visjes naar dit gewicht te brengen worden ze bijgevoerd met fijngemalen granen. Na september overwinteren deze vissen in dezelfde kweekvijvers, waarbij wel dagelijkse controle nodig blijft en in het tweede seizoen worden de vissen overgebracht naar vijvers voor consumptievissen.

en daar gevoerd volgens een schema van mei tot september, het meest intensief in de zomermaanden. De laatste maanden verblijft de vis in vijvers zonder vegetatie, maar met een goede beluchting om de typische 'moddersmaak' kwijt te raken. Op dat moment heeft de vis het gewenste gewicht van 1100 tot 1800 gram (vleesopbrengst) al bereikt en wordt ook niet meer bijgevoerd. Op die manier worden op de van nature voedselrijke vijvergronden in Polen opbrengsten gehaald van 150-300 kilogram/hectare/jaar.



Figuur 4
Volwassen karper.

Tabel 5 geeft het overzicht van de totale voederbehoefte bij een dichtheid van 20 uitgezette vislarven per m². In het poldersysteem wordt echter pootvis aangeschaft met een lengte van 7-10 centimeter, daarvan zijn er circa 480 per hectare nodig, die vervolgens in bijna twee jaar tijd consumptierijp worden gemaakt. Elk jaar kan dus de helft van het beschikbare areaal worden benut voor het starten van een nieuwe batch. De voederconversie in dit systeem is 1,51 (kan met hergebruik van dode vis worden teruggebracht tot 1,26).

Tabel 5

Technische uitgangspunten voor de teelt van consumptiekarper gebaseerd op het teeltschema van Karp zatorski.

Vis- gewicht g	Gem. gewicht g	Gem. lengte cm	Voer in % biomassa/dag bij		Leeftijd (dagen)	Aantal dgn. in gewicht klasse	Voer g/vis	Aantal vissen/ ha water	Voer kg/ha water
			12-14°C	18-20°C					
<0,2	0,1	1	4,9	7,7		20	0,11	200.000	22
0,2 - 0,5	0,35	2,5	4,4	6,7		20	0,34	104.000	36
0,5 - 1,5	1	3,5	3,3	5,6		20	0,76	8.000	6
1,5 - 5	3,25	5,5	2,5	3,9	80	20	1,82	4.240	8
5 - 15	10	8,5	2,1	3,6		30	7,29	480	3
15 - 50	32,5	12,5	1,9	3,5		30	21,94	414	9
50 - 100	75	17,5	1,7	3,4	170	30	46,63	349	16
100 - 250	175	22,5	1,1	2,6		140	350,05	337	118
250 - 500	375	27,5	0,9	1,7		140	564,55	324	183
500 - 1000	750	32,5	0,7	1,4		140	896,10	312	280
1000 - 2000	1500	37,5	0,6	1,3	730	140	0	300	0
Totaal							1889,60		681 ¹

¹ In het poldersysteem is 610 kilogram voer/hectare nodig door de productie van de eerste 80 dagen buitenshuis.

2.3 Economische uitgangspunten

Op basis van het bedrijfsplan van AGRIVIS is een inventarislijst opgesteld van het vaste productieapparaat voor de kweek van sierforel. De kweek van consumptiekarper wijkt hier naar verwachting niet veel van af. Wellicht kan bij dat systeem de beluchting (voor een deel) achterwege blijven en voor de verwerking van de bijna 1000 kilogram consumptievis tot visfilet is minimaal een snijtafel, een wasbak en een koelinrichting nodig. De vervangingswaarde van de vaste productiemiddelen is in overleg met AGRIVIS ingeschat.

Tabel 1 geeft een overzicht van de inventarislijst met gehanteerde vervangingswaarde en jaarkosten. De jaarkosten bestaan uit rente (er is gerekend met 5% over de vervangingswaarde), afschrijving (er is gerekend met een gemiddelde afschrijving over de totale vervangingswaarde van 4% en een restwaarde van 10%-20% over de productiehal) en 1,5% onderhoud. Dit betekent dat de gemiddelde technische levensduur van de inventaris is gesteld op 25 jaar. De belangrijkste productiemiddelen, zoals het gebouw en de dammen met roosters, gaan dan echter ook lang mee. De rente over de grond (drie hectare sloot) is op nul gesteld aangezien de sloten geen productieve alternatieve aanwending hebben. De eigen arbeidsinzet van de ondernemer is begroot op € 15/uur. Dit komt overeen met het huidige gemiddelde uurloon in de melkveehouderij. Het berekende uurloon is daarmee wel veel lager dan het CAO-loon voor uitvoerende activiteiten in de landbouwsector. Naast deze vaste kosten zijn er variabele kosten begroot voor onder meer loonwerk (meerwerk voor het extra uitbaggeren van de sloten à € 1.200,00 per ha water), aankoop van pootvis (€ 0,10 per stuk) en voer (€ 1,25 per kg), stroomverbruik (€ 25,00 per 100 m slootlengte), diergezondheid (€ 0,03 per stuk) en overige middelen zoals plastic zakjes voor de afzet van sierforel waaraan geringe kosten verbonden zijn. De opbrengsten bestaan geheel uit de verkoop van levende vis (sierforel) of visfilet (consumptiekarper) tegen een prijs af boerderij van respectievelijk € 0,5/€ 1,00 per stuk of € 8,00 per kilogram (prijzen vastgesteld in overleg met AGRIVIS).

2.4 Bedrijfsbegroting

Op basis van de technische en economische uitgangspunten is voor beide teeltsystemen een bedrijfs-economische begroting van de resultaten opgesteld. Uit tabel 6 wordt duidelijk dat noch het sierteelt-concept, noch het consumptievis-concept in Nederlandse poldersloten onder de huidige omstandigheden een positief saldo op de begroting kunnen laten zien.

Na aftrek van de variabele kosten resteert bij de kweek van sierforel een negatief saldo van circa € 1.740,00 en alleen als het extra baggeren van sloten achterwege gelaten zou kunnen worden, kan er een batig saldo worden bereikt van circa € 1.863,00. Maar dat is dan nog steeds bij lange na niet voldoende om ook de vaste kosten goed te maken. Opschalen van het systeem leidt zelfs tot een nog groter negatief resultaat omdat met de grotere schaal ten minste ook een deel van de vaste kosten nog zal toenemen. De teelt van consumptiekarper heeft een lagere omzet en mede als gevolg daarvan een nog hoger negatief saldo. Hier kan echter worden overwogen om de beluchting van het slootsysteem achterwege te laten, dat scheelt niet alleen in stroomverbruik, maar ook in investeringen in de orde van € 5 à 6.000,00. Maar dan nog resteren relatief hoge investeringen (onder andere in het bedrijfsgebouw) en zijn de verwerkingskosten van de vis optimistisch ingeschat.

Tabel 6

Begroting van kosten en opbrengsten van polderteeltsystemen voor sierforel en consumptiekarper op basis van een melkveebedrijf van 45 hectare met 7.500 meter slootlengte.

	Kostensoort/-plaats	Eenheid	Aantal eenheden	Totale kosten/opbrengsten in €
Vaste kosten	Arbeid overhead	Uren	68	1.020,00
	Grond	Ha	3	0
	Rente inventaris en gebouw	5%		9.090,00
	Afschrijving	4%		6.385,00
	Onderhoud	1,5%		2.727,00
Variabele kosten	Loonwerk (sloot baggeren)	Ha* aandeel	3	3.600,00
	Stroomverbruik	Per 100 m	75	1.875,00
Sierforel	Arbeid uitvoerend	Uren	165	2.475,00
	Aankoop pootvis	Stuk	75.000	7.500,00
	Voerverbruik (netto)	Kg	2.180	2.724,00
	Diergezondheid	Stuk	75.000	2.250,00
	Overige	Stuk	56.250	0
	Afzetkosten	Stuk	37.500	63,00
	Opbrengsten	Stuk	37.500	18.750,00
	Totale kosten			39.709,00
	Bedrijfsresultaat			-20.959,00
Consumptiekarper	Arbeid uitvoerend	Uren	168	2.525,00
	Aankoop pootvis	Stuk	720	72,00
	Voerverbruik (netto)	Kg	1.445	1.806,00
	Diergezondheid	Stuk	720	0
	Overige	Stuk	670	0
	Opbrengsten	Kg	929	7.430,00
	Totale kosten			29.099,00
	Bedrijfsresultaat			-21.669,00

Resumerend

Het doorgerekende systeem is in de Nederlandse omstandigheden vanuit bedrijfseconomisch perspectief niet rendabel. De totale omzet van deze extensieve visteelt is niet voldoende om de benodigde kapitaal-investeringen te laten renderen.



Figuur 5

Voorbeeld van een succesvolle consumptievis.

3 Effecten op veenbodemdaling

3.1 Inleiding

Het effect van de visteelt in poldersloten in het veenweidegebied op de veenbodemdaling is afhankelijk van de lokale bodemopbouw, het gehanteerde waterpeil en de manier waarop de vis gekweekt wordt. Het effect kan zowel positief als negatief uitvallen. De belangrijkste vragen die daarbij aan de orde zijn:

- Leidt de teelt van vis tot een permanente of periodieke aanpassing van het polderpeil.
- Leidt de teelt van vis tot een verandering in de frequentie van baggeren van de poldersloten.
- Leidt de teelt van vis tot een verandering in de frequentie van bodembewerking van de oevers.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is aan de hand van de door dhr. Ruis beschikbaar gestelde informatie eerst de inrichting van het teeltsysteem en de teeltwijze beschreven. Vervolgens is voor polder Haanwijk bij Harmelen, waar AGRIVIS een pilotproject wil starten, de bodem beschreven en zijn de polderpeilen in beeld gebracht en is beoordeeld of het teeltsysteem van invloed is op de bodemdaling. Op basis van de voederconversie-gegevens is een inschatting gemaakt van de extra hoeveelheid bagger die als gevolg van de visteelt wordt geproduceerd. Tenslotte worden een aantal conclusies getrokken.

3.2 Teeltsysteem

Voor het telen van vis in poldersloten wordt door ondernemer dhr. Ruis voorgesteld over een slootlengte van circa 400 meter de sloot in vier compartimenten te verdelen. In elke compartiment worden vissen in verschillende ontwikkelingsstadia gehouden (figuur 6). De compartimenten worden van elkaar gescheiden door dammen met open, niet voor vis passeerbare constructies. Hetzelfde effect kan bereikt worden met viskooien. Compartimenteren is dan niet of minder aan de orde. Bij een slootbreedte van 4 meter betekent dat één productie-eenheid een oppervlakte heeft van 1.600 m².



Figuur 6

Geschematiseerde weergave van een productie-eenheid met vier compartimenten voor de teelt van vis in polder Haanwijk bij Harmelen.

Ondernemer is voornemens het productieproces op te schalen naar agrarisch bedrijfsniveau. De gemiddelde oppervlakte van melkveebedrijven in het veenweidegebied is circa 45 hectare. Op basis van de bestaande verkaveling in het veenweidegebied kunnen in een bedrijf van een dergelijke omvang bijvoorbeeld 15 productie-eenheden van 500 meter worden gerealiseerd. Bij een gemiddelde slootbreedte van vier meter heeft een gemiddeld agrarisch bedrijf een productiecapaciteit van circa drie hectare slootoppervlak (figuur 7). Ondernemer heeft contacten met bedrijven met een omvang van 20-25 hectare.



Figuur 7

Geschematiseerde weergave van elf productie-eenheden van 650 meter met vier compartimenten voor de teelt van vis voor een gemiddeld agrarisch melkveebedrijf met een omvang van 45 hectare. Totale productie capaciteit is circa drie hectare slootoppervlak (Polder Haanwijk bij Harmelen).

Voor het aanleggen van de productie-eenheden worden dammen aangelegd, sloten uitgediept en vlakkere oeverzones aangelegd. Deze werkzaamheden worden uitgevoerd in eigen beheer met een kraan geschikt voor gebruik op veenbodems. Hoewel het niet noodzakelijk is het slootprofiel te wijzigen, is het wel wenselijk om ook de natuurlijke aanwas in een gebied te handhaven of zelfs te verbeteren door zogenaamde verlandingszones (bijvoorbeeld Karper) of verdiepte (>4 meter) overwinteringsgedeelten te creëren.

Het telen van vis leidt niet tot een permanente of periodieke verlaging van het waterpeil. Het is zelfs wenselijk het peil voor de visteelt in de poldersloten te verhogen. De productiecapaciteit per hectare water neemt daardoor toe en ook kunnen vissen in diepere slootgedeelten beter overwinteren. Voor de teelt van rheofiele vissoorten (onder andere Forel) is de ondernemer voornemens met een airlift doorstroomsysteem het waterpeil lokaal met drie tot vijf centimeter te verhogen. Hierdoor ontstaat er in eenzijdig afgedamde sloten een lichte stroming. Verder wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande (afwaterings)stroming.

Het verzorgen en vangen van de vissen gaat handmatig. Het vervoer van de gevangen vis vindt plaats met een trekker met transportbakken en een aanhanger. Deze activiteiten vinden voornamelijk plaats in het voorjaar en het najaar, met als piek de periode van het afvangen van de vissen in het late najaar (midden november). In de wintertijd ligt het vrijwel stil. Bij de oogst vormt de oeverbeplanting een obstakel, deze wordt dan in de te oogsten compartimenten over een lengte van ongeveer 20 meter gemaaid.

Bij het telen van vis hoort een actief en continu slootbeheer. Verdeeld over het jaar worden compartimenten gefaseerd gemaaid en gebaggerd. Het doel van dit beheer is de sloot permanent op diepte te houden met voldoende schuilplek en voedingsbodem in de oeverzone.

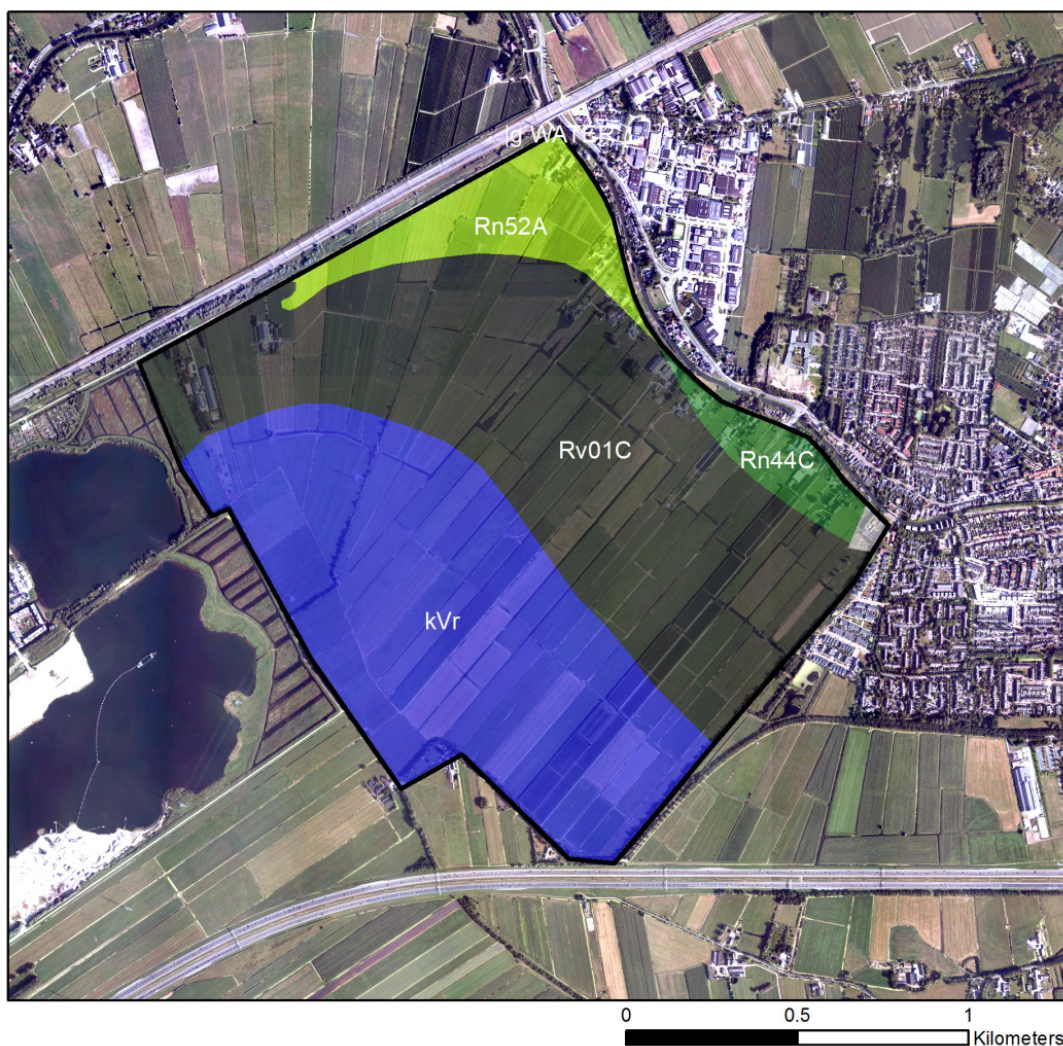
Het grond- of oppervlaktewaterverbruik van het totale teeltproces is nihil. Voor het op peil houden van de waterkwaliteit van de sloten wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande infrastructuur (afwateringspompen/sluizen etc.) Voor een goede en gezonde sloot volstaat een beluchtingsvoorziening om in geval van nood te kunnen corrigeren. Deze beluchting heeft geen invloed op het waterpeil, wel op het kroosdek, de zuurstofhuishouding en de temperatuur (menging) van het water.

3.3 Pilotproject polder Haanwijk

De kwetsbaarheid van veengronden voor veenbodemdaling door oxidatie van organisch stof is afhankelijk van het bodemprofieltype, en in het bijzonder de diepte en de dikte van lagen veen en moerig materiaal in het bodemprofiel in relatie tot het (grond)waterpeil. Daarnaast speelt het organische stofgehalte van de veenlagen en moerige lagen in de bodem een rol. Er kunnen drie klassen worden onderscheiden: 'kwetsbaar', 'matig kwetsbaar' en 'niet kwetsbaar'. De grenzen tussen de kwetsbaarheidsklassen vallen samen met die van belangrijke onderscheidende kaarteenheden op de Bodemkaart van Nederland 1:50.000.

3.3.1 Bodemopbouw en kwetsbaarheidsindeling

In figuur 8 zijn de bodemtypen volgens de Bodemkaart van Nederland 1: 50.000 weergegeven.



Figuur 8

Bodemkaart van polder Haanwijk volgens de Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (toelichting in de tekst).

Gronden met een bodemprofiel volledig bestaande uit veen of moerig materiaal zijn het meest kwetsbaar voor bodemdaling door oxidatie van organische stof. Eveneens 'kwetsbaar' zijn de veengronden met een dun mineraal dek (zand, zavel of klei) van 15-40 centimeter dikte. Bij een polderpeil van 40-80 centimeter onder maaiveld kunnen delen van het veen in deze gronden in de zomerperiode verdrogen en oxideren. Veen gronden en veengronden met een dun mineraal dek zijn ook kwetsbaar voor veenbodemdaling door ondiepe bodembewerking tot 40 centimeter onder maaiveld en diepe bodembewerking. In het pilotgebied polder Haanwijk is het onderstaande bodemtype kwetsbaar voor bodemdaling:

- kVr: Waardveengrond, veengrond zonder moerige eerdlaag bestaande uit rietveen of rietzeggeveen met een klei- of zaveldek zonder minerale eerdlaag en/of humusrijke bovengrond van 15 à 40 cm dikte.

De Waardveengronden liggen in het zuidwestelijk deel van polder Haanwijk en maken deel uit van het met veen gevulde komgebied tussen de rivierstroomruggen van de Oude Rijn en de Hollandse IJssel. Het kleidek op het veen is relatief dun en kan variëren in dikte.

In de klasse 'matig kwetsbaar' vallen alle overige veengronden, moerige gronden en minerale gronden met een laag moerig materiaal van <40 centimeter dikte binnen 120 centimeter onder maaiveld. Deze gronden zijn in de regel minder kwetsbaar voor bodemdaling bij een polderpeil van 40-80 centimeter, omdat het veen zich in het algemeen dieper dan 40 centimeter onder maaiveld bevindt. Deze gronden zijn ook minder kwetsbaar voor bodemdaling door ondiepe bodembewerking. Diepe bodembewerking kan daarentegen wel leiden tot veenbodemdaling. In het pilotgebied is dat het bodemtype. In het pilotgebied polder Haanwijk is het onderstaande bodemtype matig kwetsbaar voor bodemdaling:

- Rv01C: kalkloze Drechtvaaggrond, minerale bodem bestaande uit zavel of klei op veen beginnend tussen 40-80 centimeter -maaiveld (mv).

De Drechtvaaggronden vormen de overgang van het komgebied met veen en de stroomrug van de Oude Rijn. Op het veen is door de rivier een laag klei afgezet. Naar de rivier toe neemt het kleipakket toe in dikte.

'Niet kwetsbaar' voor veenbodemdaling zijn alle minerale gronden die geen veen of moerig materiaal bevatten. In deze gronden vindt bij een polderpeil van 40 - 80 -mv geen oxidatie van organische stof plaats. Ook ondiepe en diepe bodembewerking leiden in deze gronden niet tot bodemdaling. In het pilotgebied polder Haanwijk zijn de onderstaande bodemtypen niet kwetsbaar voor bodemdaling:

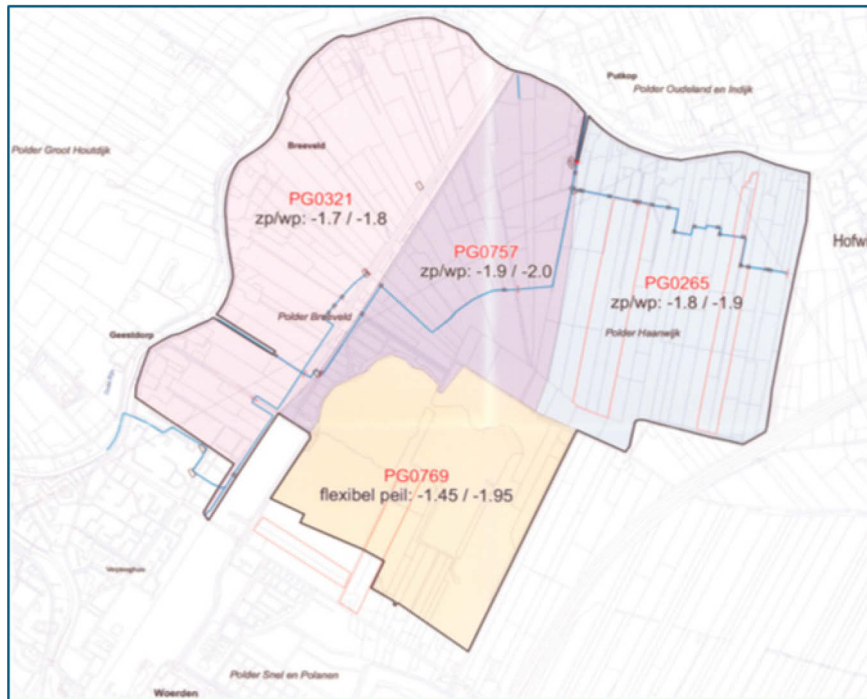
- Rn44C: kalkloze Poldervaaggrond, minerale bodem bestaande uit zware klei doorlopend tot 1.20 centimeter -mv.
- Rn52C: kalkloze Poldervaaggrond, minerale bodem bestaande uit zavel op zand.

Deze Poldervaaggronden liggen op de stroomrug van de Oude Rijn. Het ontbreken van veen in deze gronden maakt dat ze niet kwetsbaar zijn voor bodemdaling.

De hierboven beschreven sequentie van bodemtypen en de daaraan gekoppelde kwetsbaarheid voor veenbodemdaling vinden we terug in grote delen van het veenweidegebied.

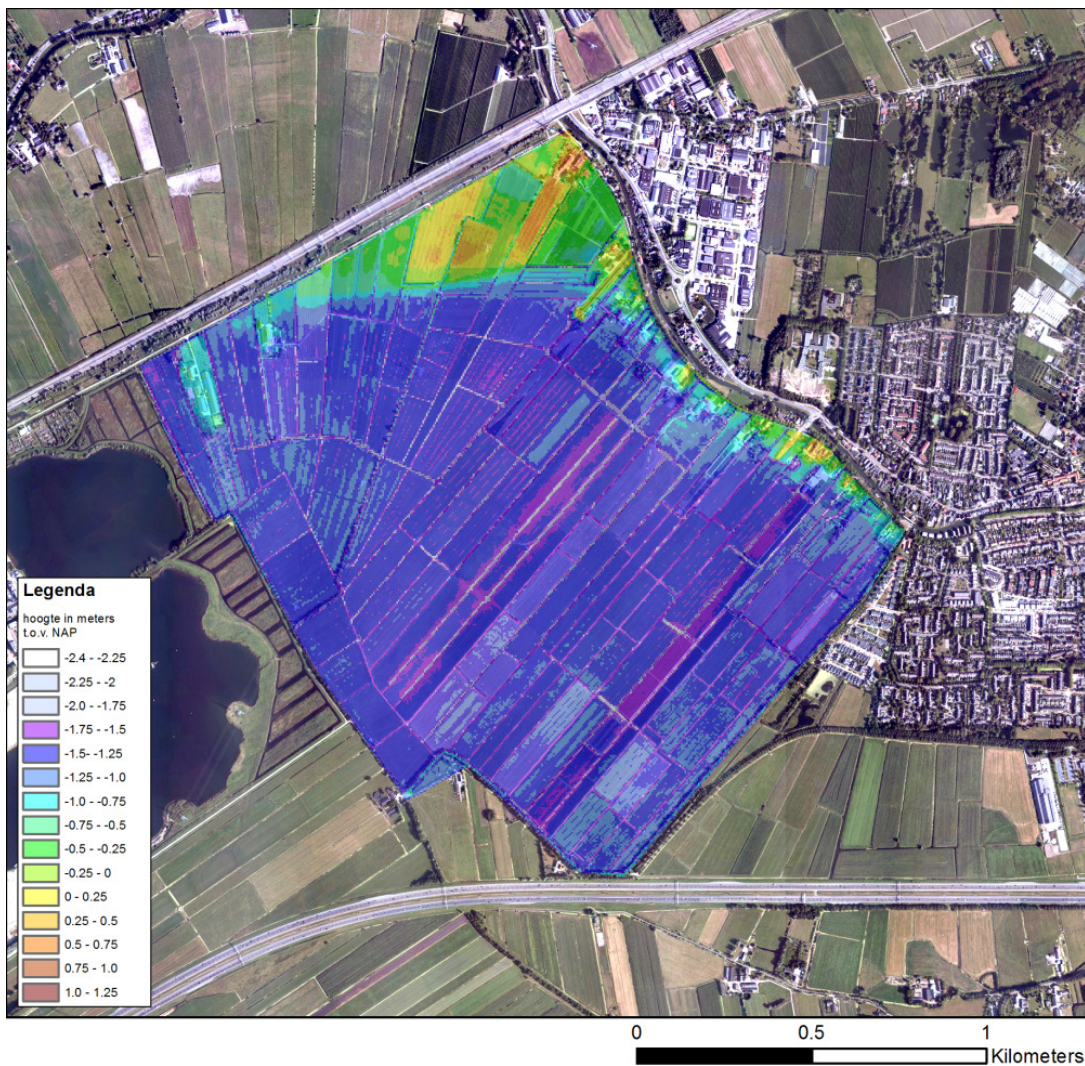
3.3.2 Hoogteligging van de bodem en polderpeil

Naast de bodemopbouw en de daaraan gekoppelde kwetsbaarheid voor bodemdaling is voor een inschatting van het daadwerkelijke effect de ligging van het maaiveld ten opzichte van het polderpeil van belang. Het polderpeil is door Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden vastgelegd in het peilbesluit voor polder Driebruggen in 2009 (figuur 9). In het deel van de polder waar het grootste deel van de pilot is gesitueerd wordt een zomerpeil gehouden van -1.8 meter -NAP en een winterpeil van -1.9 meter -NAP. In het noordwestelijke deel van de polder wordt een tien centimeter lager peil gehouden.



Figuur 9

Peilen polder Haanwijk volgens Peilbesluit Driebruggen 2009, Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden.



Figuur 10

Maaiveldhoogte in meter ten opzichte van NAP op basis van het actueel hoogtebestand AHN.

Figuur 10 geeft een beeld van de maaiveldhoogte in de polder op basis van het actueel hoogtebestand (AHN). Het maaiveld in polder Haanwijk ligt in het pilotgebied gemiddeld op een niveau van 1.4 meter -NAP. Enkele percelen liggen lager dan 1.5 meter -NAP. Uit de vergelijking van de maaiveldhoogte met het gehanteerd polderpeil blijkt dat in de zomerperiode in polder Haanwijk het oppervlaktewaterpeil gemiddeld circa 40 centimeter onder maaiveld staat.

We stellen in deze verkenning het oppervlaktewaterpeil gelijk aan het grondwaterpeil en gaan er vanuit dat beneden dit peil geen oxidatie van veen kan plaatsvinden en daardoor ook geen bodemdaling. Alleen in de gronden met veen in binnen 40 centimeter onder maaiveld kan in de huidige situatie veenafbraak plaatsvinden. In het pilotgebied geldt dit voor de Waardveengronden (kVr) die als kwetsbaar voor veenbodemdaling geclassificeerd zijn. In de Drechtvaaggronden in het pilotgebied, matig kwetsbaar voor veenbodemdaling, vindt in de huidige situatie onder de beschreven omstandigheden geen veenafbraak plaats omdat het veen in de bodem zich beneden het polderpeil bevindt.

Gezien het feit dat voor de teelt van vis het wenselijk is het oppervlaktewaterpeil te verhogen, kan in polder Haanwijk voor de meest kwetsbare veengronden (kVr) visteelt een positief effect hebben op de veenbodemdaling. Het hogere peil vertraagt de veenafbraak evenals de inklinking.

3.3.3 Baggeren en bodembewerking

De door Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden gewenste diepte van de sloten in het veenweidegebied is 60 centimeter beneden het oppervlaktewaterpeil (mondelinge mededeling dhr. Boeghoorn). De gewenste diepte van de sloot is niet alleen ingegeven voor de beheersing van de waterkwantiteit, maar is ook van belang voor de kwaliteit van het waterlichaam op zichzelf (KRW). De diepte van 60 centimeter betreft voornamelijk het centrale deel van de sloot. Door instabiliteit van veenoevers blijft de sloot slechts beperkte tijd na het baggeren op diepte. Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden schouwt de sloten een keer per vier jaar. De ervaring van het Hoogheemraadschap is dat niet overal jaarlijks wordt gebaggerd, maar dat dit wordt uitgesteld tot de schouw.

Omdat het voor het telen van vis wenselijk is om de sloten op diepte te houden, kunnen we aannemen dat er frequenter gebaggerd zal worden dan in de huidige situatie. Het effect van baggeren op de veenbodemdaling is vooral afhankelijk van de manier waarop wordt gebaggerd. Wordt er met de kraan gebaggerd, dan bestaat de kans dat naast bagger ook veen uit de slootbodem en het talud wordt weggehaald en de sloten op termijn breder worden. Dit leidt niet tot veenbodemdaling, maar gaat wel ten koste van het areaal veen. Dit effect treedt minder op als gebaggerd wordt met de baggerpomp. De voorkeur gaat daarbij uit naar een baggerpomp zonder bladen.

Uit de berekening van de voederconversie blijkt dat bij het bijvoeren van vis een geringe toename van bagger is van enkele honderden kilogrammen per hectare/jaar. Het effect van visteelt op het volume bagger wordt als nihil beschouwd.

De visteeltactiviteiten leiden naar verwachting tot een toename van de berijding/betreding van de veengronden. Voor de niet en matig kwetsbare gronden voor veendaling is dit geen enkel probleem. Voor de voor bodemdaling kwetsbare gronden zou dit een probleem kunnen vormen als de activiteiten leiden tot een frequentere bewerking van de bodem om gronden ook voor de veehouderij geschikt te houden. Omdat ingezet wordt op het gebruik van lichte op de situatie aangepaste landbouwvoertuigen wordt het effect als nihil ingeschat.

Resumerend

De teelt van vis in het veenweidegebied leidt niet tot een verlaging van het oppervlaktewaterpeil en heeft dus geen negatief effect op de veenbodemdaling. Omdat het zelfs wenselijk is voor de teelt van vis om de waterstand te verhogen kan visteelt een bijdrage leveren aan het tegengaan van de bodemdaling in het veenweidegebied. Dit geldt vooral voor de gronden die het meest kwetsbaar zijn voor bodemdaling, de veengronden en de veengronden met een dun mineraal dek. Voor klei op veen gronden is het effect beperkt.

Visteelt in poldersloten in het veenweidegebied zal naar verwachting leiden tot een frequenter baggeren van de sloten. Dit heeft geen negatief effect op de veenbodemdaling, mits zorgvuldig uitgevoerd met de baggerpomp.

Visteelt in poldersloten in het veenweidegebied leidt tot een toename van de bereiding met landvoertuigen van de aan de sloten grenzende percelen. Echter niet tot een toename van de bodembewerking en heeft dus geen negatief effect op de bodemdaling.

4 Risico's

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk gaan wij in op de risico's van viskweek in open poldersystemen. We onderzoeken dit aan de hand van visziekten, genetica, ecologie (inrichting en beheer) en de opslag van contaminanten in vis.

4.2 Visziekten

Uitgangspunt voor dit hoofdstuk is het in kaart brengen van de gevaren die deze vorm van viskweek met zich mee brengt in relatie tot het verspreiden van dierziekten.

Om bovenstaande te beantwoorden is het eerst belangrijk, de volgende uitgangspunten op een rij te hebben:

1. Doel: te kweken in sloten onder andere baars, brasem, karper, winde, snoekbaars, forel, en paling.
Bij paling gaat het altijd om oorspronkelijk wilde vissen (glas- of pootaal).
2. Al aanwezig in sloten: alle zoetwatervissen die van nature voorkomen in slootssystemen zoals rietvoorn, blankvoorn, karper, brasem, snoek, baars, paling, maar ook beschermde soorten als grote modderkruiper, kleine modderkruiper, bittervoorn en kroeskarper.
3. Pootvis: de uit te zetten pootvis komt van een viskweker (AGRIVIS) en dus niet uit het buitenwater.

Onderstaand wordt een kwalitatieve risico-inschatting gemaakt voor het verspreiden van dierziekten door het uitzetten van kweekvis van genoemde vissoorten in sloten. Uiteraard is de herkomst van de kweekvis hierbij een cruciaal punt. Internationaal komen allerlei ziekten voor in de genoemde vissoorten, zowel in het wild als in de viskweek. Het is belangrijk zo min mogelijk gebruik te maken van import van levende vis, omdat in de (inter)nationale literatuur nog veel hiaten bestaan over kennis van ziekten van de genoemde vissoorten. Daarbij is de O-status voor ziekten in de sloot waar vis gekweekt gaat worden van belang. Welke vissoorten en gerelateerde visziekten komen daar al in voor? Lastig, want dat zal variëren per sloot. In dit rapport is uitgegaan van de belangrijkste vissoorten, zie boven, en hun ziekten.

Resultaten

Ziekteverwekkers kunnen soms via vogels, die de vis eten, van het ene naar het andere water verspreid worden of kunnen passief aan de vogelpoten meeliften naar een volgend water. Dit betekent dat niet alleen parasieten, maar ook bacteriën en virussen, kunnen worden verspreid op die manier. Dit is een algemeen gegeven, dat altijd al zo was. Belangrijk is wel geen nieuwe ziekteverwekkers in de sloot te introduceren door uitzet van kweekvis. Tot nu toe zijn er weinig gegevens bekend over ziekteverwekkers in Nederlandse wilde vis, behalve van paling en karper. Om het risico op introductie en verspreiding van ziekteverwekkers in kaart te brengen zijn de tot nu toe bekende ziekteverwekkers van de slootvissen en de te kweken slootvissen uit nationale en internationale literatuur in tabel 7 en tabel 8 weergegeven.

Tabel 7

De meeste inheemse vissoorten van Nederland volgens de Vissengids van Sportvisserij Nederland en hun ziekteverwekkers.

Voor baars, brasem, karper, vinde snoekbaars, forel, paling: zie tabel 8.

Vissoort	Parasieten	Bacteriën	Virussen
Rivierprik (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	Enkele ectoparasieten	Secundaire infecties, geen specifieke bekend.	VHSV type II (Finland)(OIE)#
Steur (<i>Acipenser</i> species)	Kunnen gangbare* parasieten hebben, daarnaast lintwormen o.a.	Secundaire infecties, geen specifieke bekend.	Siberian sturgeon herpesvirus (SbSHV)(Rusland)#
Spiering (<i>Osmerus eperlanus</i>)	Kunnen gangbare* parasieten hebben	Secundaire infecties, geen specifieke bekend.	Papillomavirus (herpes) (Duitsland)#
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	Kunnen gangbare* parasieten hebben, daarnaast lintwormen, acanthocephala, o.a.	Secundaire infecties, geen specifieke bekend.	PFRV, IPNV (Duitsland)#, herpesvirus (Ierland)#
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	PFRV (roach rhabdovirus), SVCV#
Ruisvoorn (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	SVCV, Tench Rhabdovirus (UK)#
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	PFRV#, nieuw virus lijkend op rhabdo-, corona- and baculoviruses (Duitsland, 2001, vis niet ziek)#
Graskarper (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	Chinese Grass Carp Reovirus (Golden Shiner Virus, grass carp hemorrhagic virus)(China, USA)#, SVCV#
Zilverkarper (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten, <i>Diplozoön</i> , o.a.	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	SVCV#
Grootkopkarper (<i>Aristichthys nobilis</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten, <i>Diplozoön</i> , o.a.	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	SVCV#
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	Reovirus (Duitsland)#, Tench rhabdovirus (UK)#
Kroeskarper (<i>Carassius carassius</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	SVCV#
Giebel (<i>Carassius gibelio</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	VHSV# (alleen experimenteel), SVCV#
Serpeling (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Kopvoorn (<i>Leuciscus cephalus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	Reovirus (Duitsland)#,
Sneep (<i>Chondrostoma nasus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Riviergrondel (<i>Gobio gobio gobio</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen

Vissoort	Parasieten	Bacteriën	Virussen
Vetje (<i>Leucaspis delineates</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Bittervoorn (<i>Rhodeus amarus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Elrits (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Blauwband (<i>Pseudorasbora parva</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	PFRV (Duitsland)#
Modderkruipers (grote = <i>Misgurnus fossilis</i> , kleine = <i>Cobitis taenia</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Bermpje (<i>Barbatula barbatula</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Meerval (<i>Silurus glanis</i> , <i>Ameiurus nebulosis</i> , <i>Ameiurus melas</i>)	Gangbare* parasieten,	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, <i>Edwardsiella ictaluri</i> (USA)#.	geen
Kwabaal (<i>Lota lota</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	VHSV# (USA)
Stekelbaars (<i>Gasterosteus aculeatus</i> <i>aculeatus</i> en <i>Pungitius pungitius</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	VHSV# (USA)
Pos (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Zonnebaars (<i>Lepomis gibbosus</i>)	Gangbare* parasieten, myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	SVCV (experimenteel alleen)#
Rivierdonderpad (<i>Cottus gobio</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Grondels (<i>Proterothinus marmoratus</i> , <i>Neogobius melanostomus</i> , <i>Noegobius kesslerii</i> , <i>Neogobius fluviatilis</i>)	Gangbare* parasieten, <i>Ligula intestinalis</i> (lintworm), myxospore parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	geen
Bot (<i>Platichthys flesus</i>)	Gangbare* parasieten	Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	Lymphocystis virus (alleen in zeewater)#
Harder (<i>Chelon labrosus</i> , <i>Liza ramada</i> , <i>Liza aurata</i>)	Gangbare* parasieten	In zoet water Secundaire infecties, <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, verder geen specifieke bekend.	Chelon labrosus betanodavirus (Waar? Niet in Nederland)#

*) Gangbare inheemse ecto- en endoparasieten, voor zover bekend: Trichodina, Chilodonella species, Ichthyobodo necator (Costia), Glossatella species, Ichthyophthirius multifiliis (witte stip), Saprolegnia species, Gyrodactylus/Dactylogyrus, bloedzuigers, haakwormen, ankerwormen, Argulus etc. als ectoparasieten, Hexamita als darmparasiet, o.a., Rypanosoma/Trypanoplasma in het bloed.

#) Nog niet aangetroffen in Nederland bij betreffende vissoort.

Tabel 8

Ziekteverwekkers van de te kweken vissoorten in sloten.

Vissoort	Parasieten	Bacteriën	Virussen
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	Gangbare *	Columnaris ziekte (<i>Flavobacterium columnare</i>), vin- of staartrot, <i>Streptococcus</i> infecties, <i>Mycobacterium</i> infecties, <i>Aeromonas</i> infecties	EHNV (exotisch en aangifteplichtig voor EU en OIE) [#]
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	Gangbare *, <i>Myxobolus</i> spp., <i>Ergasilus sieboldi</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, <i>Flavobacterium columnaris</i> (columnaris ziekte), <i>Mycobacterium marinum</i> en <i>Mycobacterium</i> species	SVCV, Rhabdovirus [#] , IPNV type Ab [#]
Karper, spiegelkarper (<i>Cyprinus carpio</i>)	<i>Gangbare</i> * en <i>Myxidium</i> species, <i>Ligula intestinalis</i> , <i>Argulus</i> species (visluis), <i>Ergasilus</i> en <i>Lernaea</i> species, <i>Myxobolus</i> spp., <i>Aphanomyces invadans</i> (EUS, exotisch) [#]	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, <i>Flavobacterium columnaris</i> (columnaris ziekte), <i>Mycobacterium marinum</i> en <i>Mycobacterium</i> species	SVCV, KHV, karperpokken
Winde (<i>Leuciscus idus</i>)	Gangbare *	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, <i>Flavobacterium columnaris</i> (columnaris ziekte), <i>Mycobacterium marinum</i> en <i>Mycobacterium</i> species	rhabdovirus, Tench rhabdovirus [#] (UK), karperpokken [#]
Snoekbaars (<i>Sander lucioperca</i>)	Gangbare *	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, <i>Flavobacterium columnaris</i> (columnaris ziekte), <i>Mycobacterium marinum</i> en <i>Mycobacterium</i> species	iridovirus (niet pathogeen) [#] , rhabdovirus [#]
Forel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Gangbare * en <i>Myxobolus cerebralis</i> (draaiziekte), <i>Ligula intestinalis</i> , <i>Argulus</i> species (visluis), <i>Lernaea</i> species, <i>Aphanomyces invadans</i> (EUS, exotisch) [#]	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> salmonicida (furunculose), <i>Yersinia ruckeri</i> (enteric redmouth disease), <i>Renibacterium salmoninarum</i> (bacterial kidney disease) [#] , <i>Flavobacterium psychrophilum</i> (cold water disease) [#]	ISAV [#] , VHSV, IHN, IPNV, EHN [#]
Paling (<i>Anguilla anguilla</i>)	<i>Gangbare</i> * en <i>Myxidium</i> species, <i>Pseudodactylogyrus</i> species, <i>Anguillicoloides crassus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i> en <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas salmonicida</i> atypisch, <i>Vibrio</i> species, <i>Pseudomonas anguilliseptica</i> , <i>Pseudomonas anguilliseptica</i> , <i>Edwardsiella tarda</i> , <i>Flavobacterium columnare</i> (columnaris ziekte), <i>Mycobacterium marinum</i> en <i>Mycobacterium</i> species	EVEX, EVE, HVA (=AngHV-1)

*) Gangbare inheemse ecto- en endoparasieten, voor zover bekend: Trichodina, Chilodonella species, Ichthyobodo necator (Costia), Glossatella species, Ichthyophthirius multifiliis (witte stip), Saprolegnia species, Gyrodactylus/Dactylogyrus species als ectoparasieten, Hexamita als darmparasiet, o.a., Trypanosoma/Trypanoplasma in het bloed.

#) Nog niet aangetroffen in Nederland bij betreffende vissoort.

Resumerend

Parasieten

In de slootvissen en de te kweken slootvissen komen algemene parasieten voor, in de meeste gevallen zonder problemen of sterfte. Slechts enkele voorbeelden zijn bekend uit de afgelopen 25 jaar, waarbij vissen in het buitenwater een sterfte vertoonden door overmaat aan parasieten: *Myxidium* species in de paling en *Trypanosoma* species in de karper en de paling. Sommige parasieten hebben tussengastheren (copepoden of vogels bijvoorbeeld). In het buitenwater zijn volledige levenscycli van meercellige parasieten vaak mogelijk, in gesloten viskwekerijen vaak niet, omdat een tussengastheer ontbreekt. Op gesloten viskwekerijen komen in het algemeen minder soorten parasieten voor dan in het buitenwater en dus in sloten. De herkomst van de uit te zetten pootvis is dus van belang om geen exotische parasieten (denk aan de zwemblaasworm *Anguillicoloides crassus* in de jaren tachtig) binnen te slepen in onze sloten. Dus, zolang men de vis niet uit een ander gebied haalt, waar andere parasieten voorkomen is het risico laag tot afwezig.

Bacteriën

In tabel 7 en tabel 8 komen voornamelijk algemeen voorkomende bacteriën aan bod, met een enkele uitzondering: bij forel kan *Yersinia ruckeri* de zogenaamde enteric redmouth disease (ERM) veroorzaken en *Aeromonas salmonicida* de zogenaamde furunculose, en bij paling ziekte door de bacteriën *Edwardsiella tarda* en *Pseudomonas anguilliseptica*. Deze ziekten kunnen dus theoretisch vanuit viskwekerijen meekomen naar het buitenwater, waar ze ook sporadisch voorkomen. In sloten zal doorgaans een lagere watertemperatuur heersen dan op gesloten viskwekerijen, waardoor sommige bacteriën minder hard groeien en waardoor, vis-dichtheid afhankelijk, er een lagere infectiedruk is. De uitstroom van de sloot op buitenwater zou dus qua bovenstaande vier pathogenen een risico voor met name forel en paling kunnen opleveren, maar dit risico wordt laag geschat door de grote verdunningsfactor en de lagere watertemperatuur. De herkomst van de uit te zetten pootvis is weer van belang om geen exotische bacteriën of waterschimmel (EUS, door *Aphanomyces invadans*) in onze sloten te brengen.

Virussen

In het buitenwater wordt soms SVCV gevonden dat voorjaarsviremie (SVC) veroorzaakt, vooral in karper, maar dit virus kan potentieel diverse karperachtigen aantasten. Ook op karpervijverbedrijven in Nederland en in onze omringende landen komt SVC voor, maar niet in het Verenigd Koninkrijk, dat een actief bestrijdingsprogramma toepast steeds als men een SVC geval aantreft. Karperpokken komen een hele enkele keer voor bij wilde karper, maar zonder echte uitbraken. Koi Herpesvirus (KHV) is tot nu toe slechts eenmaal in het buitenwater gedetecteerd in Nederland, en vele malen in achtertuinvijvers van koi van particulieren, tuincentra en koi-importcentra. In het buitenland zijn grote sterften door KHV bekend in wilde karperpopulaties. Er is dus een risico, als met KHV besmette koi of karper wordt uitgezet in sloten, op ziekte in slootkarper, en, via het afvalwater van de sloot naar wilde karpers. Kweekforel kan lijden aan de ziekten veroorzaakt door drie virussen: IHNV, VHSV en IPNV. Deze virussen zijn nog niet in het buitenwater aangetoond in Nederland, maar er is ook nog niet naar gezocht. Op mesterijen gehouden paling kan drie belangrijke palingvirussen bij zich hebben, waarvan slechts twee tot nu toe in het buitenwater zijn aangetoond: EVEX en AngHV1. Het herpesvirus kwam zelfs in 44% van schieralen voor in de benedenrivieren van Nederland. Dit betekent, dat als men teelt paling uitzet in sloten die afwateren op het buitenwater, er theoretisch EVE virus geïntroduceerd kan worden in wilde paling. Het effect daarvan in het wild is onbekend. In tabel 7 en tabel 8 zien we verder veel exotische virussen, die we buiten moeten zien te houden. Dat betekent dat goed pootgoed gebruikt moet worden en als pootvis van elders geïmporteerd wordt, dit goed te laten testen op aan-/afwezigheid van visziekteverwekkers vooraf.

4.3 Genetische vervuiling

Extensieve viskweek in sloten kan effect hebben op de genetische variatie van autochtone vispopulaties in Nederland. De potentiële vissoorten die voor dit project worden ingezet zijn deels inheemse soorten die zich ook in polderwateren kunnen voortplanten. Deze soorten zijn snoekbaars, baars, brasem, voorn, vinde en zeelt, er vanuit gaande dat met forel de uitheemse regenboogforel bedoeld wordt. Daarnaast behoort paling ook tot één van de mogelijkheden, maar dan alleen als opkweekproduct. Het doel van de kweek is productie van (volwassen) marktwaardige vis voor consumptie. In de tekst hieronder wordt alleen uitgegaan van kweek van vis in de beoogde wateren.

Genetische vervuiling

Eén van de vragen die opkomt bij risico's van deze manier van kweek is de mogelijkheid van het 'genetisch vervuilen' van autochtone populaties met gekweekte dieren.

Onder genetische vervuiling verstaan we de, vaak onbedoelde, negatieve effecten die optreden bij het paren en produceren van levensvatbare nakomelingen door organismen uit populaties met verschillende genetische samenstelling. De kern van het probleem is dat de organismen uit beide populaties bij voortplanting genen uitwisselen en dat de nakomelingen genetische eigenschappen van beide populaties erven. Bijvoorbeeld het mengen van een fictieve 'langzaam-groeiende witte autochtone populatie' met een 'snel-groeiende rode kweekpopulatie' leidt tot 'gemiddeld-groeiende roze' nakomelingen. Omdat ook deze nakomelingen zich binnen de nieuw ontstane populatie weer voortplanten ontstaat er een blijvend effect op al bestaande autochtone populaties.

Als kweek- en autochtone wilde populaties niet genetisch afwijken is er geen gevaar voor genetische vervuiling, mits er in de productie van pootvis geen genetische bottlenecks ontstaan (zie kopje 'genetische bottlenecks'). Om kweek- en autochtone wilde populaties genetisch identiek te houden moeten ouderdieren daarom voor de productiepopulaties altijd uit het wild betrokken worden. Dit heeft echter negatieve effecten op de productiviteit van het kweekstelsel omdat deze dieren relatief langzaam groeien en veel 'wilde' variatie vertonen.

Echter, in een situatie waarbij kweekvis in een volledig gesloten populatie, geïsoleerd van wilde populaties, worden gehouden raken populaties meestal juist wel genetisch afwijkend. Dit verschijnsel heet populatie-differentiatie. Populatie-differentiatie (i.e. verschillen in genetische samenstelling) tussen groepen organismen ontstaat bij verschillende selectiedruk door domesticatie en/of selectie van populaties.

Domesticatie en selectie

In het geval van kweekvis worden ouderdieren vaak uit de bestaande kweekpopulatie gekozen om nieuwe kweekdieren te produceren. Uit deze kweekdieren worden vervolgens weer nieuwe ouders gekozen enzovoort. Op deze manier ontstaat er een selectiedruk op erfelijke eigenschappen over meerdere generaties. Dieren die niet in staat zijn om te gaan met de kweekomstandigheden sterven of worden niet geselecteerd door hun slechte conditie en de volgende generaties zullen beter presteren; er wordt geselecteerd op aanpassingsvermogen onder kweekomstandigheden. Dit effect wordt ook wel domesticatie genoemd.

Een ander voorbeeld is bewuste selectie voor groei: in elke generatie worden vaak de grootste, dus snelst groeiende dieren gekozen en gebruikt voor productie van nieuwe pootvis. Nakomelingen van deze dieren zullen dan altijd beter groeien dan dieren uit de vorige generatie. Dit is vanuit een economisch oogpunt in kweek vaak zeer nuttig. Als gevolg daarvan ontstaat er in beide gevallen een selectiedruk en raken dieren in zulke populaties genetisch afwijkend ten opzichte van wilde populaties.

Beide vormen van selectie hebben vaak onbedoeld nadelige neveneffecten. Bij selectie op groei, waar de beste groeiers worden geselecteerd, zijn dieren vaak ook agressiever en vermindert de voortplantingscapaciteit. Daarnaast heeft selectie onder kweekomstandigheden vaak een negatief effect op algemene ziekteresistentie. Binnen kweekomstandigheden zijn deze negatieve effecten vaak minder van belang omdat ziekten tijdens de opkweek vaak goed gecontroleerd worden.

Hoewel in kweekomstandigheden vaak minder van belang, in wilde omstandigheden kunnen deze eigenschappen zeer negatieve effecten hebben op de overleving van de soort en/of op de flora en fauna van

de omgeving door de ecologische positie van de soort. Dit geldt vooral bij vermenging van 'dragers' (= kweekdieren) van deze slechtere genetische eigenschappen met wilde populaties omdat ook deze negatieve genen over worden gedragen.

Genetische bottlenecks

Een soortgelijk effect als bij selectie ontstaat wanneer voor het uitgangsmateriaal uit wordt gegaan van een te beperkt aantal ouderdieren en/of van teveel verwante ouderdieren. De kans bestaat namelijk dat er bij gebruik van zeer weinig ouders toevallig dieren/families worden gekozen met een negatieve genetisch aanleg voor relevante kenmerken als ziekteresistentie. Omdat bij vis slechts zeer weinig ouders nodig zijn voor productie van honderdduizenden vislarven (soms maar twee) is dit risico bij vissen dan ook zeer groot: het is vaak zeer verleidelijk om maar een paar ouders te gebruiken voor de productie van pootvis.

Als pootvis met een te eenzijdige genetische achtergrond wordt gebruikt ontstaat een zogenaamde 'bottleneck': een genetische verenging die zeer snel leidt tot beperking van genetische variatie en inteelt, zeker wanneer uit de geproduceerde nakomelingen weer nieuwe ouders worden geproduceerd. Te weinig genetische variatie en inteelt hebben onder andere het ontstaan van lichamelijke afwijkingen, beperkte ziekteresistentie en beperkte groei tot gevolg. Vermenging van 'dragers' (=kweekdieren) met wilde populaties introduceert en/of versterkt deze ongewenste genetische eigenschappen in de autochtone populatie die hierdoor verzwakt.

Resumerend

1. In een volledig gesloten kweek differentiëren kweekpopulaties zich ten opzichte van wilde autochtone populaties door bewuste of onbewuste selectie. Bij ontsnappen en vermengen van kweek en autochtone populaties worden mogelijk ontstane negatieve genetische eigenschappen in de autochtone populatie geïntroduceerd/versterkt.

Bij een volledig gesloten kweek is de kans op vermenging van gekweekte en wilde autochtone vis afhankelijk van de kans op ontsnappen van gekweekte vis uit de productieomgeving. Om vermenging met autochtone populaties te voorkomen moet dus aandacht besteed worden aan het afschermen van de productieomgeving in buitenwater. Het afsluiten van een productieomgeving met netten is risicovol.

2. Voorkomen van negatieve effecten van vermenging van kweek- met autochtone populaties op genetisch vlak kan alleen door het aantrekken van wilde ouderdieren voor productie van pootvis. Hierbij moeten altijd voldoende ouderdieren aangetrokken worden om negatieve effecten van genetische bottlenecks te voorkomen.

N.B. Als het doel van de kweekproductie van pootvis is het uitzetten voor visstandbeheer in wilde populaties, treedt er altijd vermenging van gekweekte vis met autochtone populaties op. In dit geval is het zeer onwenselijk een volledig gesloten kweek van pootvis te ontwikkelen en moeten alleen wilde dieren voor productie van pootvis gebruikt worden.

4.4 Ecologie

4.4.1 Slootcompartimentering

Om vis te kweken in bestaande poldersloten worden sloten met schotten in compartimenten verdeeld. Dit leidt tot betere beheersbaarheid van de visstand binnen het compartiment en het voorkomen van ontsnapping van kweekvis.

Veenpolders zijn gelegen in gebieden die van oorsprong uitgestrekte moerassen waren in de rivierdelta. Deze moerassen vormden belangrijke paai- en opgroeigebieden voor een verscheidenheid aan vissoorten. Na inpoldering van de moerassen werden de poldersloten leefgebied van deze vissoorten. Vooral een

uitgestrekt netwerk van extensief onderhouden sloten boden het beste leefgebied, omdat hierin de habitatdiversiteit het hoogst is. Alle vissoorten zijn namelijk gedurende de levenscyclus afhankelijk van enige habitatdiversiteit. Slechts enkele vissoorten zoals tiendoornige stekelbaars vinden geschikte essentiële habitats voor het fourageren, paaïen, opgroeien en overwinteren binnen een beperkte ruimte, zoals een stuk ondiepe sloot van 10 meter lang met voldoende vegetatie. Voor andere vissoorten liggen de verschillende essentiële habitats tijdens de levenscyclus (paaï, opgroei, overwintering) verder uit elkaar en zij moeten tussen deze habitats kunnen migreren. De paling spant hierin de kroon met opgroeigebieden in het zoete water en het paaigebied in de Sargassozee. In vergelijking met de uitgestrekte moerassen van vroeger is de huidige situatie in de polders voor vissen vaak al ongunstig. Polders zijn omdijkt en peilvakken zijn afgebakend met stuwen en gemalen. Compartimentering van sloten heeft een negatief effect op de bereikbaarheid van verschillende habitats en kan daarnaast leiden tot genetische verarming doordat bestaande populaties worden opgedeeld in kleine populaties waartussen geen uitwisseling mogelijk is. Bij aanwezigheid van beschermde soorten zoals de grote modderkruiper, kleine modderkruiper en bittervoorn in het gebied, moeten werkzaamheden ook getoetst worden aan de Flora- en faunawet.

Resumerend

Slootcompartimentering heeft een negatief effect op de bereikbaarheid van essentiële habitats voor vissoorten en hierdoor een negatief effect op de populaties van deze soorten. Daarnaast kan de genetische variatie binnen de poldervisgemeenschap negatief beïnvloed worden.

4.4.2 Aanpassing slootoevers

Omdat er vis gekweekt gaat worden in sloten kan het zo zijn dat de inrichting van oevers hiervoor wordt aangepast. Het is mogelijk dat voor bereikbaarheid van het water oevers worden verstevigd. Anderzijds kunnen oevers ook natuurlijker gemaakt worden.

Als voorde bedrijfsvoering oevers worden verstevigd gaat dit ten koste van de natuurlijkheid, door het verminderen van het areaal ondiep water met oeverbegroeiing als waardevolle habitat voor macrofauna en vissen. Echter als voor de viskweek oevers natuurlijk worden ingericht, met een flauwer talud en het toelaten van vegetatie, kan ecologisch een meerwaarde ontstaan. Deze meerwaarde komt voort uit het bieden van paaï- en opgroeigebied voor vissen en leefgebied voor en variëteit aan macrofauna, die op hun beurt weer als voedsel dienen voor vissen.

Resumerend

Het verstevigen en vastleggen van oevers heeft een negatief effect op het ecologische potentieel van een watergang. Het aanleggen van natuurvriendelijke oevers biedt echter mogelijkheden voor zowel flora en fauna als visteelt.

4.4.3 Aanleg van overwinteringslocaties

Van grotere vissoorten zoals snoek, snoekbaars, karper, brasem, blankvoorn, kolblei is bekend dat deze naar diepere en meer beschutte delen van het watersysteem trekken. In afgesloten slootcompartimenten kan het ontbreken van dergelijke habitats voor wintersterfte zorgen. Om kweekvis in de winter beschutting te bieden wordt vanuit het AGRIVIS-concept voorgesteld om diepere overwinteringsplaatsen aan te leggen in de gecompartmenteerde sloten.

De aanleg van overwinteringsplaatsen gaat ten koste van het leefgebied van plantminnende vissoorten als grote modderkruiper en kroeskarper. Grotere vissoorten als brasem en blankvoorn profiteren hiervan.

Resumerend

Het aanleggen van overwinteringsplaatsen heeft een negatief effect op plantminnende soorten. Grotere vissoorten profiteren hiervan. Opgemerkt wordt dat deze soorten in een meer natuurlijk en open polderstelsel in de winter naar de diepere delen kunnen trekken.

4.4.4 Inbrengen visvoer

Om vis te kweken is voedsel nodig, de huidige bezetting aan visbiomassa in polders is een resultaat van de nutriënten gerelateerde draagkracht van een water en andere omgevingseigenschappen. Als men extra vis wil kweken bovenop de 'standing stock' is extra visvoedsel nodig naast de natuurlijke voedselproductie in het aquatische milieu. In het AGRIVIS-projectplan wordt omschreven dat de voorkeur uitgaat naar bijvoeren met biologisch visvoer.

Uitgaande van de twee teeltsystemen, forel en karper, is de voederconversie respectievelijk 3,4 en 1,5. Dit houdt in dat er een surplus aan voedsel is dat terecht komt, directe en indirect, via de vis in het systeem. Dit overschot aan voer kan eutrofiering van het systeem tot gevolg hebben.

Resumerend

Eutrofiering is ongewenst omdat hierdoor de ecologische kwaliteit van het water verslechtert door algenbloei, kroosbedekking, afname van waterplanten en perioden van zuurstofgebrek. Hierdoor neemt ook de ecologische habitatkwaliteit voor de inheems aanwezige vissoorten af zoals bittervoorn, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, kroeskarper, snoek en ruisvoorn.

4.4.5 Bezetting met bodemwoelende vissoorten

Soorten als brasem en karper zijn interessante kweekvissen omdat ze snel groeien, groot worden en laag in de voedselketen staan en daardoor geen hoogwaardig voedsel nodig hebben (vis en vismeel). Brasem en karper zijn soorten die met hun uitstulpbare bek bodemmateriaal opnemen en hier voedsel uit filteren.

Door het foerageergedrag van brasem en karper wordt de bodem omgewoeld. Hierdoor komen sediment en nutriënten weer in suspensie. Het in resuspensie brengen van nutriënten kan leiden tot eutrofiering. Overmatige bezetting met deze soorten leidt tot vertroebeling van het water, mede door de algen die op de nutriënten leven. Eutrofiering en vertroebeling leiden tot afname van waterplanten en een ecologische onbalans van het systeem. Hieraan gekoppelde problemen zijn algenbloei (ook giftige blauwalgen), kroosbedekking en vissterfte door zuurstofloosheid. Hierdoor kan de biodiversiteit van een polder aanzienlijk afnemen. Ook het afvoeren van overtollig water uit een geeutrofiëerd viskweekgebied wordt moeilijk door de verslechterde waterkwaliteit en de regelgeving hiervoor (Kader Richtlijn Water).

Resumerend

Overbezetting met karper en brasem leidt tot ecologische achteruitgang in een watersysteem. In lage dichtheden kan bezetting met brasem en karper mogelijk zijn zonder negatieve effecten.

Oppompen van grondwater voorde viskweek

Binnen AGRIVIS wordt er geen water uit de bodem opgepompt, maar wordt alleen lucht met een luchtpomp ingebracht. Het is echter niet ondenkbaar dat in vergelijkbare systemen in het buitengebied water wordt opgepompt. Vooruitlopend op een dergelijke ontwikkeling wordt in deze tekst box beschreven wat de effecten kunnen zijn van grondwater dat in het sloot-ecosysteem wordt gebracht.

Bij het oppompen van grondwater verandert de waterkwaliteit. Dit kan naast effect op vissen ook gevolgen hebben voor het voorkomen van planten en macrofauna. Een dreigend gevaar in laag gelegen veengebieden is dat bij het oppompen van grondwater zout water naar boven komt, hierdoor kan verzilting optreden van het gebied met niet alleen een negatief effect voor de zoetwaterecologie maar ook voor de landbouw. Een andere adder onder het gras kan het oppompen van ijzerrijk water zijn. Door ijzeroxidatie verlaagt de zuurstofconcentratie en wordt het water roodbruin van kleur en troebel, met een negatief effect op de ecologie.

Grondwater is vrij stabiel van temperatuur, hoe dieper het wordt gewonnen hoe stabiel de temperatuur omdat deze steeds minder mee fluctueert met de seizoenstemperatuur. Het oppompen van grondwater in slootcompartimenten heeft in de zomer een verkoelend effect en in de winter een verwarmend effect omdat de grondwatertemperatuur veelal tussen de 10 en 15 graden Celsius ligt. Hoe meer grondwater er wordt opgepompt, hoe sterker de temperatuurstabilisatie is. Een koelere zomertemperatuur kan als effect hebben dat poldervissen later paaien met een gereduceerd voortplantingssucces. Ook de groei van vissen en andere organismen kan negatief beïnvloed worden in de zomer, terwijl de groei in de winter gunstiger zal zijn. De warmere wintertemperatuur in combinatie met de veroorzaakte turbulentie heeft als effect dat sloten minder snel dichtvriezen, waardoor minder snel zuurstofgebrek op kan treden. Ook een verlaagde zomertemperatuur heeft een gunstig effect op de zuurstofhuishouding, in koel water kan meer zuurstof oplossen dan in warmer water. Voor de zuurstofhuishouding is het wel aan te raden om het grondwater voldoende met lucht te mengen voordat het in de sloot terecht komt, omdat grondwater zuurstofloos is!

Resumerend

Omdat grondwater een andere samenstelling heeft dan oppervlaktewater kan het op grote schaal grondwater op pompen grote effecten op het slootecosysteem hebben. Ook kan het oppompen van grondwater een negatief effect hebben op de grondwaterstanden als opgepompt water wegvloeit.

Het effect op de temperatuur werkt vooral positief door op de zuurstofhuishouding.

4.5 Interspecifieke relaties

4.5.1 Competitie kweekvis versus poldervis

Soorten die in aanmerking komen om te kweken in een veenpolder zijn onder andere baars, brasem, karper, winde, snoekbaars, forel, en paling. Deze soorten worden als pootvis uitgezet om in later stadium voor een deel te oogsten.

Bijzetting van de genoemde vissoorten in een polder kan als gevolg hebben dat deze soorten concurreren om een 'niche' (voedsel en habitat) met de al aanwezige vissoorten. In de sloten zal kweekvis voedsel tot zich nemen, hierdoor is er minder voedsel beschikbaar voor de al aanwezige vissoorten die een vergelijkbaar voedselspectrum hebben. Als er niet wordt bijgevoerd in een situatie waar de huidige poldervispopulatie gelijk is aan de draagkracht van het systeem, gaan de kweekvissen en poldervissen die op dezelfde voedselbronnen leven met elkaar concurreren. Na verloop van tijd ontstaat een nieuw evenwicht waarbij de nieuwe vispopulatie overeenkomt met de draagkracht van het systeem. Als bijvoorbeeld snoekbaars wordt uitgezet in een situatie waar snoek voorkomt, concurreren beide soorten om nagenoeg dezelfde prooi. De oorspronkelijke prooi-populatie ondersteunt slechts een bepaalde bezetting aan roofvissen. De snoekpopulatie zal onder invloed van de snoekbaarsbezetting waarschijnlijk afnemen, hoe groot deze afname is hangt af van de concurrentiepositie van de snoekbaars. In helder ondiep water is de snoek in het voordeel, in troebel diep water is de snoekbaars in het voordeel. Het kan dus ook goed mogelijk zijn dat een ondiep helder poldersysteem zich niet leent voor snoekbaars, en dat de uitgezette snoekbaarspopulatie geen stand houdt doordat de snoek succesvoller is.

Competitie om ruimte kan ook plaatsvinden, echter dit vindt vooral plaats bij territoriale soorten en bij relatief hoge dichtheden. Van de geselecteerde soorten kunnen vooral grote volwassen individuen van snoekbaars en forel territoriaal gedrag vertonen. Bij extensieve visteelt treedt weinig competitie op tussen poldervissen en kweekvissen.

Resumerend

Als niet bijgevoerd wordt leidt bezetting van kweekvis tot meer competitie om voedsel waarvan poldervissen van dezelfde voedselbron afhankelijk zijn en de draagkracht van het systeem is bereikt. Dit vermindert de groei van de kweekvis en de betreffende poldervissen en kan de populatiegrootte van bepaalde poldervissoorten verminderen. Om competitie te vermijden moet worden gekeken naar de huidige poldervisgemeenschap en of een kweekvissoort kan concurreren om voedsel met een huidige poldersoort. Bij voorkeur wordt gekozen voor een soort die een 'lege niche' opvult, dus afhankelijk is van andere bronnen dan de huidige vissoorten. In andere gevallen kan bijvoeren een oplossing bieden om competitie te vermijden.

4.5.2 Predatie poldervis door kweekvis

Enkele voor kweek geselecteerde vissoorten zijn predatoren waarbij kleine vissen een belangrijke voedselbron zijn, dit zijn snoekbaars en baars. Paling, forel en winde zijn ook kweeksoorten waarbij kleine vissen op het menu staan.

Van nature zijn snoek en baars de belangrijkste predatoren binnen een poldersysteem. Ook snoekbaars is in sommige diepere en minder heldere poldersystemen een belangrijke predator. Als er extra predatoren in de polder worden gezet, betekent dit een verhoogde predatiedruk op vispopulaties waarop gepredeerd wordt. Door verhoogde predatie kunnen populaties van kleinere vissoorten, zoals bittervoorn en kleine modderkruiper, onder druk komen te staan en krimpen. Ook verhoogt onder toenemende predatiedruk de uitval van juvenielen van grotere vissoorten, waardoor de aanwas minder wordt en uiteindelijk de populatie kan afnemen. Deze effecten zijn het sterkst in wateren waar roofvis- en prooivispopulaties al in balans zijn. In wateren met een relatief laag roofvisbestand, bijvoorbeeld door het ontbreken van geschikt paaigebied voor snoek, kan de invloed van het bijzetten van roofvis gunstiger uitpakken. In dergelijke wateren komt vaak een eenzijdig en groot witvisbestand voor, dat door roofvissen benut kan worden. Dit kan de ecologische kwaliteit van een water zelfs ten goede komen, omdat de witvispopulatie wordt uitgedund. Door deze uitdunning kan het water helderder worden en kan de onderwatervegetatie toenemen.

Resumerend

Het uitzetten van roofvissen verandert de balans in de visgemeenschap. Het is daarom aan te raden om eerst de visgemeenschap in kaart te brengen en pas roofvis uit te zetten als de visgemeenschap in onbalans is met een lage roofvisbezetting. Roofvis uitzetten waar de visgemeenschap in balans is, wordt afgeraden, omdat de predatiedruk dan te hoog wordt op kleine vissoorten en juvenielen.

4.5.3 Aantrekken visetende vogels

In het AGRIVIS-concept is het uitgangspunt dat wateren meer vis gaan bevatten dan in de referentiesituatie. Daarnaast worden wateren belucht en voorzien van stroming. Visrijke wateren die daarnaast grotendeels ijsvrij blijven in de winter trekken visetende vogels aan. Dit zijn vooral aalscholvers, futen, ijsvogels, purperreigers en blauwe reigers.

Futen en reigers zullen vrijwel zeker een visrijk gebied bezoeken. Futen duiken kleine visjes op en reigers speuren de oeverzones af naar kleine tot middelgrote (circa 30 centimeter) prooien. Deze vogels komen haast nooit in hoge dichtheden voor en vormen daarmee geen groot probleem. Van aalscholvers is echter zeer aannemelijk dat deze een groot probleem kunnen vormen, vooral in de winter. Aalscholvers leven en jagen vaak in grote groepen en bezoeken 's zomers vooral grote open wateren en mijden kleine begroeide wateren. 's Winters trekt de vis op de grote wateren diep weg waardoor ondiepe polderwateren, waar de planten zijn afgestorven en vis niet weg kan trekken, een zeer aantrekkelijk jachtgebied vormen. Aalscholvers zijn in staat om grote vissen (tot 40 centimeter) te vangen en op te eten. Grotere prooien worden vaak beschadigd in een poging ze te vangen. Een viskwekerij met een rijke visstand zal daarom grote schade ondervinden als 's winters een groep aalscholvers geregeld langskomt.

Resumerend

Aalscholvers vormen een probleem voor de viskweek in poldergebieden. Afschieten van de vogels is niet toegestaan. Aanbevolen wordt om het water erg structuurrijk te maken met bijvoorbeeld met diepe plaatsen en takkenbossen zodat vis beschutting kan vinden omdat aalscholvers in open water jagen.

In tabel 9 zijn de effecten van interspecifieke relaties tussen poldersoorten (poldervissoorten, macrofauna en vegetatie) en kweeksoorten weergegeven. Te zien valt dat populaties van alle soorten een negatief effect kunnen ondervinden van uitzetting van kweekvis. Effect op de vegetatie zal echter verwaarloosbaar zijn. Ingeschat wordt dat typische poldervissen als ruisvoorn, baars, blankvoorn, zeelt, kroeskarper de grootste negatieve effecten zullen dragen. Daarnaast wordt ingeschat dat een viskweekbedrijf in de polder hinder zal ondervinden van aalscholverpredatie.

Tabel 9

Beoordeling van de effecten op de inheemse poldersoorten van interspecifieke relaties met de door AGRIVIS voorgestelde kweekvissen.

Nederlandse soortnaam	Wettenschappelijke naam	Beschermd soort	Ecologische gilde	Concurrentie met baars	Concurrentie met brasem	Concurrentie met forel	Concurrentie met karper	Concurrentie met paling	Concurrentie met snoekbaars	Concurrentie met winde	Effect predatie door baars	Effect predatie door forel	Effect predatie door snoekbaars	Effect predatie door paling	Effect predatie door winde
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>		Eurytoop	--	0	--	0	--	--	-	-	-	-	-	0
Bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus</i>	x	Limnofiel	0	0	0	-	0	0	0	-	--	-	-	0
Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>		Eurytoop	-	-	-	-	-	0	--	--	-	--	--	-
Brasem	<i>Abramis brama</i>		Eurytoop	-	--	0	--	-	0	-	-	-	-	-	0
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		Eurytoop	0	0	0	0	0	0	0	--	--	-	--	0
Europese aal of paling	<i>Anguilla anguilla</i>		Diadroom	--	0	-	-	--	-	-	0	0	0	0	0
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>		Limnofiel	0	-	0	-	-	0	-	-	0	0	--	0
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>	x	Limnofiel	0	0	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Karper	<i>Cyprinus carpio</i>		Eurytoop	0	--	-	--	-	0	-	-	0	0	-	0
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>	x	Eurytoop	0	0	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Kolblei	<i>Abramis bjoerkna</i>		Eurytoop	0	--	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-
Kroeskarper	<i>Carassius carassius</i>		Limnofiel	0	-	-	-	-	0	-	--	-	-	-	0
Pos	<i>Gymnocephalus cernuus</i>		Eurytoop	0	0	-	0	-	0	-	-	0	--	--	0
Ruisvoorn of rietvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		Limnofiel	-	-	--	-	-	0	--	--	--	-	--	-
Snoek	<i>Esox lucius</i>		Limnofiel	--	0	-	0	-	--	-	-	0	0	0	0
Tienddoornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>		Eurytoop	0	0	0	0	0	0	0	-	--	-	--	0
Vetje	<i>Leucaspis delineatus</i>		Limnofiel	0	0	0	0	0	0	0	--	--	-	--	0
Zeelt	<i>Tinca tinca</i>		Limnofiel	0	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
Macrofauna				0	0	0	0	0	0	0	--	--	+	--	--
Vegetatie				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gehanteerde scores:

- = verwacht negatief effect is groot op de betreffende inheemse vissoort.
- = verwacht negatief effect is gering op de betreffende inheemse vissoort.
- 0 = er wordt geen effect verwacht op de betreffende inheemse vissoort.
- + = verwacht positief is gering op de betreffende inheemse vissoort.
- ++ = verwacht positief effect is groot op de betreffende inheemse vissoort.

4.6 Opname contaminanten

Bij teelt van vis en andere aquatische organismen, moet rekening gehouden worden met de opname van contaminanten uit het milieu in het geteelde product. Deze worden niet alleen opgenomen uit het voedsel, al dan niet natuurlijk, maar ook via opname van sediment tijdens fourageren en via opname door de kieuwen. Onderstaand wordt ingegaan op de mogelijke problemen van contaminatie van het geteelde product.

Er zijn drie sporen voor opname:

1. Opname via het voedsel. Inheemse flora en fauna, algen, watervlooien, mosseltjes maar ook commercieel toegevoegd (pellet)voer zal contaminanten bevatten.
2. Opname via sediment. Bij fourageren wordt indirect (opname muggenlarf met sediment in maagdarmkanaal bv.) of direct (opname sediment bij fourageren van bijvoorbeeld bodemorganismen) sediment opgenomen.
3. Opname via het water. Contaminanten worden in de kieuwen door het bloed uit het water opgenomen.

De chemische eigenschappen van de contaminant bepalen in welke mate en door welk spoor de concentraties in de vis toenemen. Deze eigenschappen bepalen ook of opgenomen contaminanten worden afgebroken, uitgescheiden of opgehoopt.

Een belangrijk aspect van de ophoping in vis is de mate van concentratieverhoging. Stoffen met een hoge affiniteit voor vet (en dus slecht oplosbaar in water) kunnen in een vis ophopen tot hoge concentraties. Pas als er chemisch evenwicht bestaat wordt de opname van deze stof uit het milieu minder.

Spoor 1

Opname via voedsel. Dit spoor is belangrijk voor contaminanten die niet of nauwelijks in water ophopen zoals organische contaminanten als PCB's. Ook metalen worden zo opgenomen.

Spoor 2

Opname via sediment. Veel contaminanten (slecht oplosbare organische contaminanten en metalen) zijn in hogere concentratie aanwezig in sediment dan in water of in organismen. De opneembaarheid van deze contaminanten in het maag-darmkanaal van de vis hoeft echter niet hoog te zijn.

Spoor 3

Opname via de waterfase. Dit spoor is het belangrijkste voor stoffen met een relatief hoge wateroplosbaarheid (hormonen, laag gechloreerde organische contaminanten).

4.6.1 Ophoping, uitscheiding of afbraak

Een aantal stoffen kan snel door een vis worden afgebroken (bijvoorbeeld PAKS), worden uitgescheiden (water oplosbare pesticiden en bepaalde metalen) of juist worden opgehoopt tot hoge concentraties (bijvoorbeeld PCB's).

Alle moderne pesticiden, maar ook chemicaliën die in het milieu terecht kunnen komen, worden aan testen onderworpen. Stoffen mogen niet meer persistent zijn (niet afbreekbaar onder normale omstandigheden), erg giftig voor andere organismen dan bedoeld (pesticiden) en/of bio-accumulatie vertonen. Het gebruik van zware metalen als lood en cadmium wordt sterk beperkt en aan regels onderworpen.

Oude contaminanten, industriële zoals de PCB's en vlamvertragers, agrarische zoals DDT en lindaan, maar ook minder bekende als chlooralkanen en gefluoreerde verbindingen, zijn in het verleden in grote hoeveelheden gemaakt en toegepast. Pesticiden zijn opzettelijk in het milieu gebracht, andere door lozingen en langzaam vrijkomen uit de toepassingen waarin ze verwerkt zaten (bijvoorbeeld vlamvertragers). Deze stoffen zijn niet

afbreekbaar en daarom zijn deze ook jaren na de ban op het gebruik nog steeds plaatselijk in hoge concentraties aanwezig. Deze stoffen lossen niet op in water, maar des te beter in het vet van de vis. Erg hoge concentraties kunnen worden bereikt door bio-accumulatie; de opgenomen contaminanten worden in de voedselketen doorgegeven aan de predator, waardoor die veel hogere concentraties bereikt dan organismen laag in de voedselketen). Deze stoffen worden logischerwijs ook niet of nauwelijks door 'verwateren' in schoon water uitgescheiden.

Stoffen die door de kieuwen zijn opgenomen zijn per definitie enigszins tot goed oplosbaar. De mate van ophoping in de vis zal daarom niet erg hoog zijn; bij evenwicht tussen concentratie in de waterfase en concentratie in de vis is de concentratie niet 100.000 hoger in de vis, zoals bij slecht wateroplosbare stoffen wel kan voorkomen. Door deze betere wateroplosbaarheid wordt een evenwicht ook relatief snel bereikt; daarom kan de concentratie bij 'verwateren' in schoon water ook snel dalen.

4.6.2 Potentiele probleemstoffen voor AGRIVIS

Vervuiling met ouderwetse chemicaliën (giftig, niet afbreekbaar, ophopend) is doorgaans sterk gerelateerd aan industriële activiteiten. Ogenscheinlijk lijken veel poldergebieden 'schoon', maar zoals bijvoorbeeld de slootbodems in de Krimpenerwaard laten zien, is dit niet altijd het geval. Hier zijn veel sloten in het verleden dichtgeschoven met verontreinigd materiaal en de stoffen zijn in het systeem terecht gekomen. Aan de andere kant, de ouderwetse bestrijdingsmiddelen als DDT en lindaan, en op kwik gebaseerde middelen, kunnen juist in agrarisch gebied in hoge mate zijn gebruikt. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat per locatie moet worden beoordeeld of de bodemkwaliteit volstaat om in de betreffende sloten vis voor consumptieteelt te kunnen kweken.

Een controle van de concentratie van deze stoffen in het beoogde water is daarom op zijn plaats. Naast een historische beschouwing van het gebied, is de beste methode hiervoor de analyse van vissen die al in dit gebied leven, deze vissen zijn de beste indicator of onder de huidige omstandigheden er ophoping van potentieel negatieve stoffen optreedt. Een chemische analyse van het milieu (water, sediment) geeft niet altijd een goede extrapolatie naar 'de' concentratie in de gekweekte vis.

NB. Als de AGRIVIS in hoge mate wordt 'bijgevoerd' is de opname van specifiek die stoffen die voornamelijk door het voedsel vanuit de sloten in de vis terecht kunnen komen, sterk beperkt.

Een potentieel probleem kan wel de vermesting van het water zijn. Vele agrarische gebieden hebben een mestoverschot. Dit is nadelig voor de kwaliteit van het water; algengroei gecombineerd met zuurstofloosheid bijvoorbeeld door de kweek van hogere dichtheden vis zal de nutriënten belasting van het water eerder toedan afnemen. Binnen de Kader Richtlijn Water zijn juist de nutriënten=concentraties nog een struikelblok. Teeltsystemen die deze nutriënten nog verder doen verhogen kunnen daarom op weerstand stuiten.

4.6.3 Resumerend

Het risico van potentieel vervuilende stoffen is goed in te schatten, door zowel locatiekeuze als metingen in het systeem. Daarnaast zal de opzet van het kweekstelsel, veel of weinig bijvoeren, de concentratie van contaminanten in het kweekproduct sterk beïnvloeden.

De bottleneck zou de productie van vervuilende stoffen door de kweek zelf kunnen zijn; nutriënten zijn binnen de Kader Richtlijn Water al een potentieel probleem. Dit probleem kan opgelost worden als er een geïntegreerde aanpak wordt gekozen; plaatsen waar primaire productie kan plaatsvinden, waardoor er én nutriënten worden opgenomen én voedselproductie plaatsvindt.

5 **Beleid Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden**

5.1 **Inleiding**

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft in het kader van de Kader Richtlijn Water en de natuurwetgeving (Natura 2000 en Flora- en faunawet) beleid geformuleerd over het uitzetten van vissen binnen het beheergebied van HDSR.

In de visie van HDSR zijn veranderingen van de visstand door uitzettingen niet toelaatbaar tenzij zij voor het verbetering van het aquatisch systeem zorgen, respectievelijk niet strijdig zijn met de Kader Richtlijn Water gestelde doelen.

5.2 **Algemene criteria voor het uitzetten van vis**

De visstand in gezonde viswateren moet zichzelf in stand kunnen houden. Na calamiteiten om herstel van de visstand te bevorderen kan vis worden uitgezet. Herintroductie en het uitzetten van vis is alleen mogelijk als aan de volgende eisen wordt voldaan:

1. Geen verstoring van aanwezige vissoorten.
2. Bijdraagt aan het voortbestaan van een inheemse vissoort.
3. De soort kwam waarschijnlijk in historische tijd voor in het gebied of in een vergelijkbaar gebied in Nederland.
4. De soort het gebied niet zelf kan bereiken.
5. De oorzaak van het uitsterven is opgeheven.
6. De milieukwaliteit en de omvang voldoen aan de eisen van de soort.
7. Er geen sterke genetische afwijking is van de oorspronkelijke populatie bij introductie.
8. Er geen onacceptabele schade optreedt aan de populatie waaraan de individuen worden onttrokken.

5.3 **Aanvullende criteria voor het uitzetten van karpers**

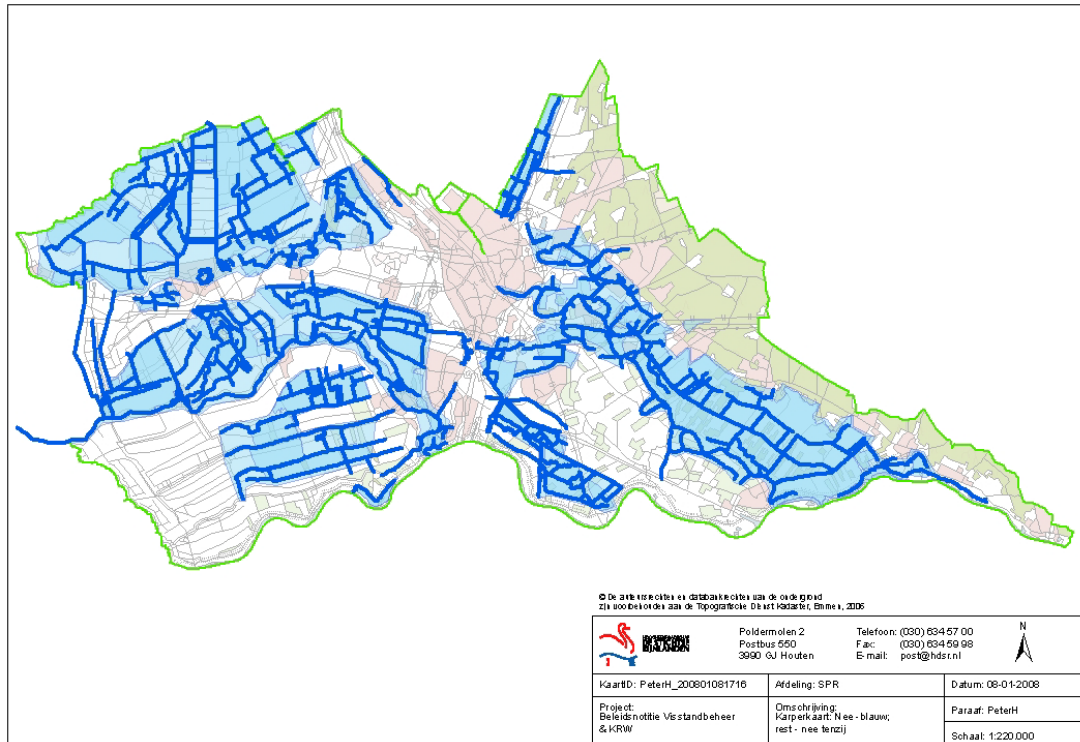
Voor het uitzetten van karpers heeft HDSR de volgende aanvullende regels opgesteld:

1. Karpers kunnen alleen worden uitgezet als dit niet strijdig is met de Kader Richtlijn Water doelstelling.
2. Karpers worden niet uitgezet in wateren die zijn aangemerkt als natuurgebied of die door de provincie Utrecht zijn aangemerkt als 'Waterparel', 'Hydrobiologisch waardevol water' of als 'Gebied met waardevol water met oever vegetatie'.
3. Dit geldt ook voor alle watergangen die in open verbinding of via een vispassage in verbinding staan met bovenstaande natuurgebieden.



Afgebeeld een juveniele spiegelkarper.

In het beheergebied van HDSR is het niet toegestaan om karpers uit te zetten. HDSR heeft hiervoor een kaart ontwikkeld (figuur 11) met daarop de wateren waarin het niet is toegestaan om karpers uit te zetten en wateren waarin de mogelijkheden worden onderzocht om onder bepaalde voorwaarden en eisen het uitzetten van karpers wel mogelijk te maken. Alleen in speciaal daarvoor aangewezen geïsoleerde wateren kunnen karpers, de zogenaamde karperputten, wel worden uitgezet.



Figuur 11

Karper kaart Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. In de blauwe wateren mogen geen karper uitzettingen plaatsvinden en in de overige wateren (witgekleurd) geldt 'Nee, tenzij...'. (Heuts, 2008; Jong, 2008). Bron: HDSR.

6 Conclusies

6.1 Economie

Op basis van de technische en economische uitgangspunten is voor sierteelt en consumptievis een bedrijfs-economische begroting van de resultaten opgesteld. Duidelijk wordt dat noch sierteelt, noch het consumptievis concept in Nederlandse poldersloten onder de huidige omstandigheden een positief saldo op de begroting kunnen laten zien.

Het doorgerekende systeem is in de Nederlandse omstandigheden vanuit bedrijfseconomisch perspectief dus niet rendabel. De totale omzet van deze extensieve visteelt is niet voldoende om de benodigde kapitaal-investeringen te laten renderen.

6.2 Veenbodemdaling

Teelt van vis in het veenweidegebied leidt niet tot een verlaging van het oppervlaktewaterpeil en heeft dus geen negatief effect op de veenbodemdaling. Omdat het zelfs wenselijk is voor de teelt van vis om de waterstand te verhogen kan visteelt een bijdrage leveren aan het tegengaan van de bodemdaling in het veenweidegebied. Dit geldt vooral voor de gronden die het meest kwetsbaar zijn voor bodemdaling, de veengronden en de veengronden met een dun mineraal dek. Voor klei op veengronden is het effect beperkt.

Visteelt in poldersloten in het veenweidegebied leidt naar verwachting tot een frequenter baggeren van de sloten. Dit hoeft geen negatief effect te hebben op de veenbodemdaling, mist de werkzaamheden zorgvuldig worden uitgevoerd met de baggerpomp in tijd en ruimte.

Visteelt in poldersloten in het veenweidegebied leidt tot een toename van de bereiding met landvoertuigen van de aan de sloten grenzende percelen. Echter niet tot een toename van de bodembewerking en heeft dus geen negatief effect op de bodemdaling.

6.3 Risico's

6.3.1 Visziekten

Introductie van kweekvis in sloten heeft een laag risico voor parasitaire en bacteriële visziekteverwekkers, behalve voor twee forelbacteriën. Qua virussen zijn er meer risico's, met name bij karper, forel en paling. De herkomst van de uitgezette pootvis is van belang om geen exotische parasieten, bacteriën, schimmels en virussen te introduceren in de open poldersystemen. Een harde voorwaarde om elk risico te vermijden is het preventief laten testen van de pootvis op ziekteverwekkers. Als ondanks voorzorgsmaatregelen toch ernstige ziekteverwekkers binnenkomen, kunnen de ecologische gevolgen groot zijn door vissterfte en verdere verspreiding.

6.3.2 Genetische vervuiling

Voor genetische vervuiling is alleen gekeken naar inheemse soorten die genoemd zijn als kweeksoort, onder andere karper, brasem en baars. Voor forel geldt dat deze soort niet van oorsprong voorkomt in open poldersystemen en daarmee dus ook geen genetische invloed kan hebben op de inheemse aanwezig visstand. Als pootvis met een te eenzijdige genetische achtergrond wordt gebruikt, ontstaat een genetische verenging die zeer snel leidt tot beperking van genetische variatie en inteelt, zeker als uit de geproduceerde nakomelingen weer nieuwe ouders worden geproduceerd. Te weinig genetische variatie en inteelt hebben onder andere ontstaan van lichamelijke afwijkingen in dieren, beperkte ziekteresistentie en groei tot gevolg. Vermenging van pootvis met inheemse vispopulaties introduceert en of versterkt deze ongewenste genetische eigenschappen in de autochtone populatie die hierdoor verzwakt. Mochten ook andere inheemse soorten gekweekt worden, dan bestaat hier vanzelfsprekend ook het risico op genetische vervuiling van inheemse populaties van deze soorten.



Figuur 13

AGRIVIS experiment in de zomer van 2012. In de wetering zijn gazen enclosures geplaatst waarin jonge forellen verder worden opgekweekt in het buitenwater.

6.3.3 Ecologie

In tabel 10 zijn de effecten van viskweek op de ecologie (poldervissoorten, macrofauna en vegetatie) van het poldersysteem ingeschat. Van alle veranderingen heeft vooral slootcompartimentering het grootste negatieve effect op de ecologie. Daarnaast hebben inlaat van grondwater, het vastleggen van oevers en het uitzetten van bodemwoelende vis een negatief effect. Het aanleggen van natuurlijkere oevers en overwinteringslocaties hebben een positief effect op de ecologie in de afgesloten slootcompartimenten.

Het bijvoeren van pootvis kan eutrofiëring van het systeem tot gevolg hebben, waardoor ecologische habitatkwaliteit kan afnemen met gevolgen voor soorten zoals bittervoorn, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, kroeskarper, snoek en ruisvoorn.

De competitie tussen kweekvis en poldervis en de predatie van poldervis door kweekvis, de zogeheten interspecifieke relaties, zijn overwegend negatief op populatieniveau van inheemse vissoorten. Ingeschat wordt dat typische poldervissen zoals ruisvoorn, baars, blankvoorn, zeelt, kroeskarper de grootste negatieve effecten zullen dragen. Daarnaast wordt ingeschat dat een viskweekbedrijf in de polder hinder zal ondervinden van aalscholverpredatie.

Tabel 10

Beoordeling van de effecten op de inheemse poldersoorten van de door AGRIVIS voorgestelde aanpassingen in slootsystemen (W.A.M. Emmerik en H.W. de Nie, 2006; M. Kottelat en J. Freyhof, 2007; J.P.G. Klein Breteler, 2005.; G.A.J. de Laak, 2007).

Nederlandse soortnaam	Wetenschappelijke naam	Beschermde soort	Ecologische gilde	Connectiviteit: slootcompartimentering	Aanpassen oever: Natuurlijker maken	Aanpassing oever: Vastleggen	Aanleg van overwinteringslocaties	Inlaat grondwater	Bijvoeren	Uitzetten bodemwoelende vis
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>		Eurytoop	--	0	-	++	0	-	--
Bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus</i>	x	Limnofiel	-	++	--	-	-	-	--
Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>		Eurytoop	--	+	-	++	-	+	0
Brasem	<i>Abramis brama</i>		Eurytoop	--	0	0	++	-	+	0
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		Eurytoop	--	++	-	0	-	0	0
Europese aal of paling	<i>Anguilla anguilla</i>		Diadroom	--	+	0	0	0	+	0
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>		Limnofiel	-	++	-	+	-	+	-
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>	x	Limnofiel	-	++	--	--	-	--	--
Karper	<i>Cyprinus carpio</i>		Eurytoop	--	+	0	++	-	+	0
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>	x	Eurytoop	-	++	--	-	-	-	-
Kolblei	<i>Abramis bjoerkna</i>		Eurytoop	--	+	0	++	-	+	0
Kroeskarper	<i>Carassius carassius</i>		Limnofiel	-	++	--	--	-	-	--
Pos	<i>Gymnocephalus cernuus</i>		Eurytoop	--	0	0	++	0	0	0
Ruisvoorn of rietvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		Limnofiel	-	++	--	+	-	-	--
Snoek	<i>Esox lucius</i>		Limnofiel	--	++	--	++	0	-	--
Tienddoornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>		Eurytoop	-	++	--	-	-	-	--
Vetje	<i>Leucaspis delineatus</i>		Limnofiel	-	++	--	-	-	-	--
Zeelt	<i>Tinca tinca</i>		Limnofiel	-	++	--	++	-	+	--
Macrofauna				-	++	--	0	-	-	--
Vegetatie				-	++	--	-	-	-	--

Gehanteerde scores:

- = verwacht negatief effect is groot op de betreffende inheemse vissoort.
- = verwacht negatief effect is gering op de betreffende inheemse vissoort.
- 0 = er wordt geen effect verwacht op de betreffende inheemse vissoort.
- +
- ++ = verwacht positief effect is groot op de betreffende inheemse vissoort.

6.3.4 Opname contaminanten

De opnamen van contaminanten door de pootvis kan plaats vinden via het voedsel, sediment en via het water. Risico's zijn ongewenste stoffen die in waterbodems zijn opgeslagen en stoffen die in de waterkolom kunnen voorkomen. De waterbodemkwaliteit van poldersystemen is over het algemeen onvoldoende bekend. Echter, het risico van potentieel vervuilende stoffen is goed in te schatten door metingen in het systeem.

Daarnaast beïnvloedt de opzet van het kweekstelsel, veel of weinig bijvoeren, de concentratie van contaminanten in het kweekproduct sterk. De bottleneck zou de productie van vervuilde stoffen door de kweek zelf kunnen zijn; nutriënten zijn binnen de Kader Richtlijn Water al een potentieel probleem. Deze bottlenecks zijn op te lossen als er een geïntegreerde aanpak wordt gekozen; plaatsen waar primaire productie kan plaatsvinden, waardoor er en nutriënten worden opgenomen en voedselproductie plaatsvindt.

6.4 Eindconclusie

Over het geheel kan worden geconcludeerd dat het kweken van consumptievis in open poldersystemen bedrijfseconomisch niet renderend is en dat er risico's zijn voor inheemse vissoorten, waaronder ook beschermde soorten, in slootssystemen.

Voor de veenbodemdaling zijn er weinig risico's, omdat het bedrijfsmodel uitgaat van een verhoging van de grondwater c.q. oppervlakte waterstand. Hierdoor gaat men meer richting een natuurlijk peilbeheer, dat de oxidatie van veenbodems tegen gaat.

Het uitzetten van pootvis voor consumptiedoeleinden in open poldersystemen en in het bijzonder karper is strijdig met het huidige beleid van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

Ter nuancering...

Is het initiatief van AGRIVIS zinloos? Nee alles behalve. Dit soort initiatieven zijn nodig in het licht van de groeiende behoefte naar vis-eiwit die niet uit onze oceanen afkomstig is. Zo meldt Rood et. al. (2006) het volgende: 'De vraag naar vis zal de komende decennia sterk toenemen. Het MNP (Milieu & Natuurplanbureau) concludeert in dit rapport dat het nog een lastige opgave zal zijn om aan deze vraag te kunnen voldoen. De visvangst kan niet verder groeien zonder de visvoorraden uit te putten. Viskweek kan wel een oplossing zijn, mits de voersamenstelling wordt gewijzigd. Het huidige voer bevat namelijk een flink aandeel gevangen vis. De huidige jaarlijkse visconsumptie is wereldwijd circa 100 miljoen ton, waarvan 60 miljoen ton gevangen vis en ruim 40 miljoen ton gekweekte vis. Daarnaast gaat nog eens 30 miljoen ton gevangen vis naar voornamelijk viskwekerijen als voer. Afhankelijk van de groei in bevolking en welvaart zal in 2040 de visconsumptie gestegen zijn tot 150 à 200 miljoen ton. Als het uitgangspunt is aan deze vraag te kunnen voldoen, dan betekent dit een verdubbeling tot bijna verviervoudiging van de kweekvisproductie. Er kan echter niet veel meer voer voor de viskweek uit visvangst worden geproduceerd zonder de visvoorraden uit te putten. Kortom, viskweek kan voor voldoende aanbod zorgen mits de voersamenstelling wordt gewijzigd. Daarnaast is beheer van de visvoorraden belangrijk'.

Kortom, het voorliggende en onderzochte initiatief van AGRIVIS lijkt in de huidige opzet niet rendabel, maar dit is slechts een eerste poging van innovatie. Zo lijkt de insteek om te kiezen voor de al bestaande open watersystemen c.q. sloten in eerste instantie een aantrekkelijke optie, maar hier kleven zoals beschreven verschillende nadelen aan. Wij bevelen aan om varianten van de huidige opzet van AGRIVIS in intensievere en in gesloten en of deels gesloten systemen te testen. Verdere experimenten in open slootssystemen hebben geen toekomst op basis van de bevindingen in dit rapport en het huidige ecologisch beleid van beschermde soorten.

Dankwoord

Wij bedanken het ministerie van Economische Zaken, directie Regio en Ruimtelijke Economie voor het mogelijk maken van deze studie. In het bijzonder bedanken wij onze contactpersoon Hindrik-Jan Knot en zijn collega Peter van der Knaap.

Michiel Ruis van de firma AGRIVIS bedanken wij voor zijn medewerking aan dit onderzoek, de rondleiding op het bedrijf en het beschikbaar stellen van gegevens.

Jos en Jacqueline van Egmond bedanken wij voor de gastvrije ontvangst en de heerlijke lunch tijdens het bezoek aan AGRIVIS.

Literatuur

Adair, B.M. en H.W. Ferguson, 1981. Isolation of infectious pancreatic necrosis (IPN) virus from non-salmonid fish. J. Fish Dis. 4: 69-76.

Ahne, W., 1978. Isolation and characterization of infectious pancreatic necrosis virus from pike (*Esox lucius*). Arch Virol. 58(1):65-9.

Ahne, W. en O. Kölbl, 1987. Occurrence of reoviruses in European cyprinid fishes (*Tinca tinca* Lin.; *Leuciscus cephalus* Lin.). Journal of Applied Ichthyology 3(3):, 139-141.

Ahne, W., H. Mahnel en P. Steinhagen, 1982. Isolation of pike fry rhabdovirus from tench, *Tinca tinca* L., and white bream, *Blicca bjoerkna* (L.). J Fish Dis 5:535-537.

Ahne, W. en I. Thomsen I, 1986. Isolation of pike fry rhabdovirus from *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel). J Fish Dis 9:555-556.

Banning, P. van en O.L.M. Haenen, 1990. Effects of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in wild and farmed eel *Anguilla anguilla*. In : Pathology in Marine Science. Ed. F.O. Perkins & T.C. Cheng. Academic Press inc., New York. Proc. 3rd Int. Coll. on Pathol. in Marine Aquaculture, Gloucester Point, Virginia, Oct. 2-6 1988 : 317-330.

Bauer, O.N., O.N. Pugachev en V.N. Voronin, 2002. Study of parasites and diseases of sturgeons in Russia: a review. J. Appl. Ichthyol. 18 (2002), 420-429.

Basisboek visstandbeheer, 2001-2004. Dit boek is samengesteld uit een selectie van het Vis & Water magazine dat in de periode 2001-2004 door de OVB werd uitgegeven. Uitgave van Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Bootsma, R. En C.J.A.H.V. van Vorstenbosch, 1973 Detection of a bullet-shaped virus in kidney sections of pike fry (*Esox lucius* L.) with red-disease. Netherlands Journal of Veterinary Science 98:86-90.

Borgsteede, F.H.M., O.L.M. Haenen, J. De Bree en O.I. Lisitsina, 1999. Parasitic infections of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Netherlands. Helminthologia 36,4: 251-260.

Davidse, A., O.L.M. Haenen, S.G. Dijkstra, A.P. van Nieuwstadt, T.J.K. van der Vorst, F. Wagenaar en G.J. Wellenberg, 1999. First isolation of herpesvirus of eel (*Herpesvirus anguillae*) in diseased European eel (*Anguilla anguilla* L.) in Europe. Bull. Eur.Ass.Fish Pathol. 19, 4: 137-141.

De Laak, G.A.J., 2007. Kennisdocument forel *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 7. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

De Vries, F., W.J.M. de Groot, T. Hoogland en J. Denneboom, 2003. De Bodemkaart van Nederland digitaal. Toelichting bij inhoud, actualiteit en methodiek en korte beschrijving van additionele informatie. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 811.

- Dezfuli, B.S., L. Giari, R. Konecny, P. Jaeger en M. Manera, 2003. Immunohistochemistry, ultrastructure and pathology of gills of *Abramis brama* from Lake Mondsee, Austria, infected with *Ergasilus sieboldi* (Copepoda) Dis Aquat Org 53: 257-262.
- Dijkstra, A., J. van Ingen, P.H.W. Lubbert, O.L.M. Haenen en A.V.M. Möller, 2009. Fasciitis necroticans ten gevolge van een *Vibrio vulnificus* infectie in een palingkwekerij. Ned. Tijdschr. Geneesk. 153: B157.
- Emmerik, W.A.M en H.W. de Nie, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Gagné, N., A.M. Mackinnon, L. Boston, B. Souter, M. Cook-Versloot, S. Griffiths en G. Olivier, 2007. Isolation of viral haemorrhagic septicaemia virus from mummichog, stickleback, striped bass and brown trout in eastern Canada. J Fish Dis 30(4):213-23.
- Goodwin, A.E., D.K. Nayak en R.S. Bakal, 2006. Natural Infections of Wild Creek Chubs and Cultured Fathead Minnow by Chinese Grass Carp Reovirus (Golden Shiner Virus). Journal of Aquatic Animal Health 18, 1: 35-38.
- Granzow, H., F. Weiland, D. Fichtner, H. Schütze, A. Karger, E. Mundt, B. Dresenkamp, P. Martin en T.C. Mettenleiter, 2001. Identification and ultrastructural characterization of a novel virus from fish. Journal of General Virology 82, 2849-2859.
- Graham, D.A., W.L. Curran, F. Geoghegan, F. McKiernan en K.L. Foyle, 2004. First observation of herpes-like virus particles in northern pike, *Esox lucius* L., associated with bluespot-like disease in Ireland. J Fish Dis. 27(9):543-9.
- Haenen, O.L.M., 1995. *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) infections of European eel (*Anguilla anguilla*) in the Netherlands: epidemiology, pathogenesis and pathobiology. Thesis with hypotheses, LU Wageningen, 127 pag.
- Haenen, O.L.M. ennd A. Davidse, 1993. Comparative pathogenicity of two strains of pike fry rhabdo virus and spring viremia of carp virus for young roach, common carp, grass carp and rainbow trout. Dis. aquat. Org. 15: 87-92.
- Haenen, O.L.M. en A. Davidse, 1989. Isolation of pike fry rhabdovirus from roach (*Rutilus rutilus*). Bull Eur Assoc Fish Pathol 9:116.
- Haenen, O.L.M. and A. Davidse, 2001. First isolation and pathogenicity studies with *Pseudomonas anguilliseptica* from diseased European eel *Anguilla anguilla* (L.) in The Netherlands. Aquaculture 196: 27-36.
- Haenen, O.L.M., V.J. van Ginneken, M.Y. Engelsma en G.E.E.J.M. van den Thillart, 2009. Impact of eel viruses on recruitment of European eel. Chapter 16 in: Spawning Migration of the European Eel. Reproduction Index, a Useful Tool for Conservation Management Ed. Vd Thillart, Dufour and Rankin. Fish and Fisheries Series, 480p: 387-400. Springer, Germany, ISBN978-1-4020-9094-3 (Print) 978-1-4020-9095-0 (Online).
- Haenen, O.L.M., J. Lehmann, M.Y. Engelsma, F.-J. Stürenberg, I. Roozenburg, S. Kerkhoff en J. Klein Breteler, 2010. The health status of European silver eels, *Anguilla anguilla*, in the Dutch River Rhine watershed and Lake IJsselmeer. Aquaculture 309: 15-24.

- Haenen, O.L.M., P.W. van Tulden, S.G. Dijkstra, A. Davidse, F. Wagenaar, A. Botter, H.N. Basavarajappa en A.P. van Nieuwstadt, 2001. Viruses isolated from European eel, *Anguilla anguilla* L. in The Netherlands from 1986-2001. Abstract of poster, EAAP Conference, Sept 2001, Dublin, Ireland.
- Haenen, O.L.M., K. Way, S.M. Bergmann en E. Ariel, 2004. The emergence of Koi herpesvirus and its significance to European aquaculture. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 24(6): 293-307.
- Heuts, P., 2008. Detailverkenning Europese Kaderrichtlijn Water. Hoofdpijnen uitzetten van vis. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Houten. 17 pp.
- Hoefnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge, B.I. de Vos en C.M. Deerenberg, 2011. Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 246. 74 blz.; 5 fig.; 18 tab.; 57 ref.; 1 bijl.
- Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, 2009. Peilbesluit Driebruggen 2009.
- Jong, Th. de, 2008. Richtlijnen voor het uitzetten van vissen. Een afwegingskader voor het uitzetten van vissen, in het bijzonder karpers, in wateren in het beheergebied van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Bureau Viridis, Culemborg. 30 pp.
- Klein Breteler, J.G.P., 2005. Kennisdocument Europese aal of paling, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. OVB/Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Kottelat, M. en J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.
- Langdon, J.S. en J.D. Humphrey, 1987. Epizootic haematopoietic necrosis, a new viral disease in redfin perch, *Perca fluviatilis* L., in Australia. Journal of Fish Diseases, 10: 289-297.
- Lee, S. en P.J. Whitfield, 1992. Virus-associated spawning papillomatosis in smelt, *Osmerus eperlanus* L., in the River Thames. Journal of Fish Biology 40,503-510.
- McAllister, P.E., 1990. Viral Hemorrhagic Septicemia of Fishes. www.aquatext.com/images/diseases/vhs.htm
- McAllister, P.E., B.C. Lidgerding, R.L. Herman, L.C. Hoyer en J. Hankins, 1985. Viral diseases of fish: first report of carp pox in golden ide (*Leuciscus idus*) in North America J. Wildl. Dis. 21: 199-204.
- Nougayrède, P., P. de Kinkelin, P. Chilmoneczyk en A. Vuillaume 1992. Isolation of a rhabdovirus from the pike-perch *Stizostedion lucioperca* L 1758. Bull Eur Assoc Fish Pathol. 12: 5-7.
- OIE Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, 2011. www.oie.int
- Ottburg, F.G.W.A. en D.A. Jonkers, 2010. Vissen en amfibieën in het beheergebied Eemland van Vereniging Natuurmonumenten; verspreidingsatlas van zoetwatervissen en amfibieën in Noordpolder te Veen, Noordpolder te Veld, Zuidpolder te Veld, Maatpolder en Bikkerspolder. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2060. 145 pp.
- Rood, G.A., D. Nagelhout, J.P.M. Ros en H.C. Wiltink, 2006. Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad. Evaluatie van transitie op basis van systeemopties. MNP Rapport 500083006/2006 Bilthoven Milieu Natuur Planbureau.

- Rowley, H., D.A. Graham, S. Campbell, K. Way, D.M. Stone, W.L. Curran en D.G. Bryson, 2001. Isolation and characterisation of rhabdovirus from wild common bream *Abramis brama*, roach *Rutilus rutilus*, farmed brown trout *Salmo trutta* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in Northern Ireland. *Dis Aquat Organ.* 48(1):7-15.
- Shchelkunov, I.S., T.I. Shchelkunova, A.I. Shchelkunov, Y.P. Kolbassova, L.V. Didenko en A.P. Bykovsky, 2009. First detection of a viral agent causing disease in farmed sturgeon in Russia. *Dis Aquat Organ.* 86(3):193-203.
- Tapiovaara, H., N.J. Olesen, J. Lindén, E. Rimaila-Pärnänen, C.H. von Bonsdorff, 1998. Isolation of an iridovirus from pike-perch *Stizostedion lucioperca*. *Dis Aquat Organ.* 1998 Apr 3;32(3):185-93.
- Stone, DM, Ahne W, Denham KL, Dixon PF, Liu, C. T.-Y., Sheppard, A.M., Taylor, G. R., Way, K., 2003. Nucleotide sequence analysis of the glycoprotein gene of putative spring viraemia of carp virus and pike fry rhabdovirus isolates reveals four genogroups. *Dis Aquat Org* 53:203-210
- Stouthamer, E., H.J.A. Berendsen, J. Peeters en M.T.I.J. Bouman, 2008. Toelichting Bodemkaart Veen-gebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000. en de daarbij behorende afgeleide kaarten: Kwetsbaarheid voor oxidatie van organische stof, schaal 1:50.000; Kwetsbaarheid voor oxidatie van organische stof bij bodembewerking, schaal 1:50.000. Utrecht. Geomedia - Faculteit Geowetenschappen - Universiteit Utrecht
- UniProt Consortium, 2011. *Chelon labrosus* betanodavirus. <http://www.uniprot.org/taxonomy/1110513>
- Van Ginneken, V., O. Haenen, K. Coldenhoff, R. Willemze, E. Antonissen, P. van Tulden, S. Dijkstra, F. Wagenaar en G. van den Thillart, 2004. Presence of virus infections in eel species from various geographic regions. Short communication, *Bulletin. Eur. Ass. Fish Pathol.* 24(5): 268-272.
- Way, K., 2009. Viruses in coldwater ornamental fish. *Microbiology Today*, Nov 2009: 200-203.
- Way, K., S.J. Bark, C.B. Longshaw, K.L. Denham, P.F. Dixon, S.W. Feist, R. Gardiner, M.J. Gubbins, R.M. Le Deuff, P.D. Martin, D.M. Stone en G.R. Taylor, 2003. Isolation of a rhabdovirus during outbreaks of disease in cyprinid fish species at fishery sites in England. *Dis Aquat Organ.* 57(1-2):43-50.



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.wageningenUR.nl/alterra