Vlaanderen
is wetenschap

Haalbaarheidsstudie (her)introductie grote modderkruiper – Luik 3 Kweek

Haalbaarheid van de opkweek en herintroductie van de
grote modderkruiper in Vlaanderen

Johan Auwerx, Joachim Mergeay, Claude Belpaire

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Johan Auwerx, Joachim Mergeay, Claude Belpaire
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Linkebeek
Dwersbos 28, 1630 Linkebeek
www.inbo.be

e-mail:

Johan.Auwerx@inbo.be

Wijze van citeren:

Auwerx, J., Mergeay, J., Belpaire C. (2018). Haalbaarheidsstudie (her)introductie grote modderkruiper - Luik 3 Kweek. Haalbaarheid van de opkweek en herintroductie van de grote modderkruiper in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (67). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.14178764

D/2018/3241/189

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (67)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Zwemmende grote modderkruiper.
Vilda/Lars Soerink

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

het Agentschap Natuur en Bos

AGENTSCHAP
NATUUR & BOS

HAALBAARHEIDSSSTUDIE (HER)INTRODUCTIE

GROTE MODDERKRUIPER – LUIK 3 KWEK

Haalbaarheid van de opkweek en herintroductie van de grote modderkruiper in Vlaanderen

Johan Auwerx, Joachim Mergeay en Claude Belpaire

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (67)
doi.org/10.21436/inbor.14178764

Dankwoord/Voorwoord

Onze dank gaat uit naar Chris Van Liefferinge, Kristof Vlietinck, Rudi Yseboodt, Alain Dillen en Pieter Boets van de begeleidingscommissie van dit project voor hun adviezen en opbouwende commentaren.

Verder zijn wij Hugo Verreycken en Jan Breine (INBO) zeer erkentelijk voor de commentaren op het manuscript.

Samenvatting

Dit rapport is een onderdeel van een bredere studie naar de opportuniteit, mogelijkheden en haalbaarheid van de (her)introductie van de grote modderkruiper *Misgurnus fossilis* in Vlaanderen. Deze studie kadert in de internationale Natura 2000-richtlijnen om de soort en zijn habitat te beschermen/herstellen. Ze omvat (1) een literatuurstudie van de habitateisen van de soort, (2) een veldstudie naar de geschiktheid van Natura 2000-gebieden voor succesvolle (her)introductie, (3) een studie naar de mogelijkheden om met eDNA-technieken de verspreiding en populaties beter in beeld te brengen, en tenslotte (4) een studie naar de haalbaarheid van de kweek van grote modderkruiper ten behoeve van (her)introductieprojecten. Dit rapport behandelt de studie naar de haalbaarheid van de kweek van grote modderkruiper ten behoeve van (her)introductieprojecten.

In een eerste hoofdstuk worden de mogelijkheid en opportuniteit van ex-situbeheer (in het bijzonder kweek- en herintroductieprojecten) als onderdeel van de behouds- en herstelmaatregelen van de grote modderkruiper onderzocht. Hierin wordt de noodzaak voor het afwegen van ex-situmaatregelen tegenover andere soortgerichte beleidsmaatregelen besproken. Tevens wordt benadrukt dat ‘strategische planning’ essentieel is voor effectieve natuurbehoudsmaatregelen. Echter – conform IUCN-richtlijnen – dient de besluitvorming hierrond gestoeld te worden op een vijfstappenproces, welke de noodzakelijke kennis integreert. De stand van zaken in Vlaanderen wordt geschetst ten opzichte van deze internationale richtlijnen. Momenteel zijn de kennisleemtes van dien aard dat ze een onderbouwde besluitvorming betreffende de strategische planning rond de te nemen maatregelen op het gebied van behoud en herstel van de grote modderkruiper sterk hypothekeren.

In de volgende hoofdstukken wordt op basis van een literatuurstudie de kennis betreffende de best beschikbare technieken voor huishouding, kweek en herintroductie van de grote modderkruiper samengevat. Diverse strategieën op het gebied van reproductie (van gecontroleerd kunstmatig tot natuurlijk) worden behandeld. Tevens wordt aangegeven op welke wijze dit in Vlaanderen geïmplementeerd kan worden.

Daarnaast wordt een begroting opgesteld van de noodzakelijke middelen qua infrastructuur, werking en personeelsmiddelen, nodig voor de implementatie van het kweek- en herintroductieprogramma in Vlaanderen.

Tenslotte worden, in een risicoanalyse, de risico's van het ex-situbeheer omschreven en de mogelijkheden van mitigerende maatregelen opgesomd. De kweek en herintroductie van de grote modderkruiper in Vlaanderen is haalbaar. Echter, in een ruimere context worden enkele risico's als belangrijke knelpunten geïdentificeerd: (1) de moeilijkheid om voldoende exemplaren uit het wild te verkrijgen die beantwoorden aan de eisen van geschikte genetische herkomst, (2) de onzekerheid over genetische aspecten (ploïdie en gynogenese) en onzekerheid over de impact hiervan op het hele herintroductieproces, en (3) onzekerheid over de middellange- en langetermijnopvolging van de herintroductie als gevolg van het ontbreken van een langetermijnvisie inclusief vrijwaring van de nodige personeels- en werkingsmiddelen.

In de aanbevelingen voor het beleid wordt de noodzaak voor het opstellen van een strategische planning nogmaals benadrukt. Bestaande kennisleemtes dienen echter eerst aangepakt te worden teneinde deze planning te kunnen onderbouwen.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Dit rapport beschrijft de mogelijkheid van de kweek en de herintroductie van de grote modderkruiper in Vlaanderen. Technisch is die teelt haalbaar in de viskwekerij Linkebeek. Echter, een aantal knelpunten worden aangehaald, voornamelijk gerelateerd aan een gebrek aan kennis over de soort zoals de toestand van de stocks en de genetische karakterisatie van de resterende populaties. Bovendien ontbreekt momenteel een langetermijnvisie, en daaraan gekoppeld een financieringsplan voor de nodige personeels- en werkingsmiddelen.

Er wordt sterk aanbevolen om na te denken over het oplossen van de kennisleemtes teneinde een strategische planning, conform de IUCN-richtlijnen, mogelijk te maken.

Voor concrete aanbevelingen voor het beheer en het beleid betreffende kweekzoötechniek en herintroductie, verwijzen wij naar de volgende hoofdstukken. Per hoofdstuk worden concrete aanbevelingen geformuleerd.

English abstract

This report is the last part of a broader study assessing the appropriateness, the possibilities and the feasibility of the (re)introduction of the weatherfish *Misgurnus fossilis* in Flanders. This study relates to the Natura 2000 international directives to protect and restore the species and its habitat. It includes (1) a literature review of the habitat requirements of the species, (2) a field study on the suitability of a selection of Natura 2000 areas for successful (re)introduction, (3) a study to explore the possibilities of e-DNA techniques in assessing the distribution of Flanders' weatherfish population, and finally (4) a feasibility study of its culture in view of (re)introduction projects. This report concerns the study of the feasibility of the culture of weatherfish in the context of reintroduction projects.

The first chapter discusses the framework of the possibility and appropriateness of ex situ management (in particular breeding and reintroduction projects) as part of the conservation and restoration measures of the weatherfish in Flanders. In particular, the need for weighing ex situ measures against other species-oriented policy measures is emphasized. Moreover, 'strategic planning' must be included, as an essential element for effective nature conservation measures. However, in accordance with IUCN guidelines, the decision-making process must be based on a five-step process, integrating the supporting knowledge. The state of this process for Flanders is outlined in relation to the international guidelines. Current gaps of knowledge are assumed to substantially undermine the development of a well-founded decision-making strategic planning on the conservation and restoration measures for the weatherfish in Flanders.

In the following chapters, on the basis of a literature review, knowledge on best available techniques for housekeeping, breeding and reintroduction of the species are summarized. Various breeding strategies (from controlled artificial to natural reproduction) are discussed. Implementation procedures for Flanders have are described.

In addition, budgetary drawbacks for the implementation of the breeding and reintroduction programme in Flanders are assessed, in terms of necessary resources for infrastructure, operational costs and personnel resources.

Finally, in a risk analysis the risks of ex situ management are considered and the possibilities of mitigating measures are summarized. The breeding and reintroduction of the weatherfish in Flanders is estimated to be feasible. However, a number of risks associated to the broader project are identified as important bottlenecks: (1) the difficulty of obtaining sufficient specimens from the wild which meet the requirements of suitable genetic origin, (2) the uncertainty about genetic aspects (ploidy and gynogenetic reproduction), and associated uncertainty about the impact of this on the reintroduction process as a whole, and (3) the current unpredictability of the medium and long term follow-up of the breeding and reintroduction process as a result of the lack of a long-term vision including the safeguarding of the necessary personnel and operating resources.

The policy recommendations emphasize once again the need for strategic planning. Existing knowledge gaps, however, must first be tackled in order to be able to substantiate this planning.

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	4
Samenvatting	5
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	6
English abstract	7
Lijst van figuren	9
Lijst van tabellen	9
1 Inleiding	10
2 Doelstelling	11
3 Afwegingskader: kweek en herintroductie als beheersmaatregel	12
4 Ervaringen met de kweek en uitzetting van grote modderkruiper en aanverwante soorten.....	20
5 Genetische aspecten: polyploidie in de populaties grote modderkruiper	21
6 Selectie en huishouding van de broeddieren	22
7 Kunstmatige en natuurlijke reproductie.....	29
8 Maturatie	32
9 Incubatie en ontluiken van de eieren	33
10 Larvale ontwikkeling	37
11 Opgroei en oogst	41
12 Waterkwaliteit	43
13 Problemen en ziektes	44
14 Herintroductiestrategie voor grote modderkruiper	45
15 Opvolging van de uitgezette dieren.....	48
16 Bedrijfseconomisch model	49
17 Risico's	52
18 Conclusie.....	55
Referenties	56
Bijlage 1: Waterkwaliteitseisen van grote modderkruiper op basis van literatuur	61
Bijlage 2: Waterkwaliteit bron Linkebeek (eigen metingen 25 juli 2008)	64
Bijlage 3: Overzicht kweekseizoen met indicatie van de huidige reproductieperiodes	65

Lijst van figuren

Figuur 1 Beslissingsschema voor de keuze van potentiële herintroductiegebieden voor grote modderkruiper in Vlaanderen (Belpaire en Coeck, 2016).....	14
Figuur 2 De vijf stappen in het proces van besluitvorming voor soortenbehoudsplanung ter ontwikkeling van een geïntegreerde behoudsstrategie voor een soort (McGowan <i>et al.</i> , 2017)	15
Figuur 3 In Duitsland worden kleine fuiken gebruikt bij het verzamelen van kweekdieren van de grote modderkruiper en voor het monitoren van de populatie (Foto P. Heinz in Korte, 2013)	25
Figuur 4 Het hormonaal behandelen van een vis (Foto INBO)	30
Figuur 5 Het artificieel voortplanten van vissen (in dit geval de kwabaal), waar bij een wijfje (links) en een mannetje (rechts) hun geslachtsproducten vrijkomen door ze ‘af te strijken’ (Foto’s INBO)	32
Figuur 6 Incubatie van kwabaaleitjes (links) en kopvoorn (rechts) in Linkebeek in zelfgemaakte Zügerflessen (foto’s INBO)	33
Figuur 7 Dooierzakbroed van snoek hangt vast aan een driedimensionaal geotextiel (Foto INBO)	37

Lijst van tabellen

Tabel 1 Tijdstip van ontluiten van eitjes van de grote modderkruiper bij variabele temperatuur. H50 (hPF) is het aantal uren (hourpost-fertilisation) na de fertilisatie waarbij 50 % van de larven ontloken zijn (Drozd et al., 2009).....	34
Tabel 2 Aantal afgestreken eitjes per wijfje (Geldhauser, 1992)	35
Tabel 3 Aantal afgestreken eitjes per wijfje (Korte, 2014).....	35
Tabel 4 Beschikbare infrastructuur voor de kweek van de grote modderkruiper in Linkebeek.....	49
Tabel 5 Overzicht en kostenraming van de jaarlijkse werkings- en verbruiksmiddelen nodig voor de kweek van de grote modderkruiper in Linkebeek.....	50
Tabel 6 Overzicht van de jaarlijkse personeelsmiddelen nodig voor de kweek van de grote modderkruiper in Linkebeek, uitgedrukt in VTE-dagen voor de niveaus A, B en C.....	50
Tabel 7 Overzicht van twee aan de kweek geassocieerde acties, niet opgenomen in de begroting	51
Tabel 8 Risicoanalyse van de aan de kweek en herintroductie van grote modderkruiper geassocieerde risico's met aanduiding van mitigerende maatregelen	53
Tabel 9 Waterkwaliteitseisen gecompileerd door van Beek (2003) op basis van data van Bohl, 1993; Van der Winden <i>et al.</i> , 2002; Leuven <i>et al.</i> , 1987; OVB, 1988	61
Tabel 10 Vereisten voor de grote modderkruiper op basis van literatuurgegevens naar Schneiders <i>et al.</i> (2009)	62

1 INLEIDING

Dit document vormt een onderdeel van de studie “Haalbaarheidsstudie (her)introduktie grote modderkruiper”, uitgevoerd door het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek (INBO) in opdracht van het Agentschap Natuur en Bos (ANB). De studie omvat drie luiken en behandelt volgende onderzoeksvragen.

Luik 1 – Habitateisen en habitatgeschiktheid.

- Wat zijn de habitateisen van grote modderkruiper en hoe kan de bestaande kennis hierover gebruikt worden om de geschiktheid van een gebied te beoordelen op een succesvolle (her)introductie?
- Welke gebieden in Vlaanderen zijn geschikt voor onmiddellijke herintroductie?
- Welke gebieden in Vlaanderen zijn geschikt voor (her)introductie na gebiedsherstel/aanpassing en welke maatregelen tot herstel dienen genomen te worden?

De resultaten van dit luik werden eerder gerapporteerd in Belpaire en Coeck (2016) en Belpaire *et al.* (2016).

Luik 2 – Genetica en verspreiding via e-DNA-technieken

- Is er in Vlaanderen een bronpopulatie met voldoende genetische diversiteit en/of moeten broeddieren (deels) uit het buitenland gehaald worden?
- Kan er met de nieuwste technieken een actualisering van de verspreiding van de grote modderkruiper in Vlaanderen worden gemaakt?

Deze studie is nog in uitvoering.

Luik 3 – Haalbaarheid van de opkweek van grote modderkruiper in Vlaanderen

- Kan grote modderkruiper efficiënt gekweekt worden en wat zijn de hieraan verbonden kosten?

Dit rapport omvat luik 3, en behandelt de mogelijkheden van de kweek van grote modderkruiper in Vlaanderen. In de inleiding wordt het kader van herintroducties als beheersmaatregel voor het herstel/behoud van de grote modderkruiper beschreven. Dit rapport omvat een literatuuronderzoek naar de teeltmogelijkheden van de grote modderkruiper met een beschrijving van de implicaties en mogelijkheden voor de teelt in Vlaanderen met het oog op herintroductie. Naast de aspecten van teelt en zoötechniek, reikt het rapport elementen aan van de best beschikbare technieken voor herintroductie en opvolging.

2 DOELSTELLING

De doelstelling van dit rapport is de ondersteuning van de kweek en herintroductieprogramma's voor grote modderkruiper in Vlaanderen.

Specifieke doelstellingen zijn gericht op

- Een omschrijving te maken van het kader van herintroducties als beheersmaatregel op basis van internationale richtlijnen. Elementen van een actieplan aan te reiken voor herintroductie en verdere opvolging van deze maatregelen en het herstel van de soort.
- Een literatuurstudie van kweektechnieken voor grote modderkruiper.
- Op basis van de literatuurstudie een handleiding op te stellen voor de kweek van grote modderkruiper in de INBO-viskwekerij in Linkebeek en voor herintroductie van de soort in Vlaanderen.
- Het opstellen van een risicoanalyse.
- Een overzicht te maken van de benodigde infrastructuur- en personeelsmiddelen.

3 AFWEGINGSKADER: KWEEK EN HERINTRODUCTIE ALS BEHEERSMAATREGEL

De grote modderkruiper is een Bijlage II-soort van de Habitatrictlijn. In West-Europa heeft de grote modderkruiper het moeilijk om zich in stand te houden, behalve in Nederland waar nog op meerdere locaties grote populaties voorkomen. De soort staat op de Europese Rode Lijst als *Least Concern* (niet bedreigd) (Freyhof en Brooks, 2011). In Frankrijk is de soort *Endangered* (bedreigd) (UICN, 2009)., in Nederland *Vulnerable* (kwetsbaar) (Staatscourant, 2015).

In Vlaanderen wordt grote modderkruiper opgenomen in de Rode Lijst als CR-soort (*Critically Endangered*) (Verreycken *et al.*, 2013). De populatie in Vlaanderen staat onder grote druk. Belpaire en Coeck (2016) stelden na een literatuuronderzoek over de verspreiding dat - ondanks intensieve studies - er in Vlaanderen over de laatste vijf jaar slechts op één locatie (nl. de Demermeander Prinsenhof te Kuringen) nog grote modderkruipers visueel waargenomen werden. Bijkomend echter kon recentelijk (2017) de aanwezigheid van grote modderkruiper ook in Het Goorke (Arendonk) terug bevestigd worden (R. Yseboodt, pers. mededeling).

De Habitatrichtlijn stelt dat voor deze soort alle passende maatregelen genomen dienen te worden om de verspreidingsstatus te verbeteren en de populaties te herstellen. Specifieke maatregelen gericht op herstel van het habitat zijn hiervoor prioritair (zie o.a. Belpaire en Coeck, 2016), doch ook herintroductieprogramma's behoren tot de set van mogelijke maatregelen. In een preliminaire studie evalueerden Belpaire *et al.* (2016) een aantal gebieden in speciale beschermingszones (SBZs) die mogelijk in aanmerking komen voor herintroductie en dit op basis van een ontwikkelde methode voor habitatevaluatie. Echter, alvorens herintroductie te overwegen dient deze maatregel getoetst te worden aan een beslissingskader.

Dergelijke beslissingsboom (Fig. 1) werd voorgesteld in Belpaire en Coeck (2016). Voordat overwogen wordt om de grote modderkruiper te (her)introduceren, is een voorstudie over de opportuniteit van de maatregel aangewezen. Het uitgangspunt is dat de gebieden waar herintroductie overwogen wordt, plaatsen zijn waar de soort historisch voorkwam, en ondertussen verdwenen is. Locaties waar de soort recent werd waargenomen of waar de recente aanwezigheid via e-DNA onderzoek werd bevestigd, komen in eerste instantie niet in aanmerking voor herintroductie. Dit om onder andere de verspreiding van ziektes tegen te gaan, wat de bestaande populatie zou kunnen bedreigen. De kwaliteit en het duurzaam karakter van deze populaties dienen echter onderzocht te worden. Dit houdt ook een genetische screening van de populaties in, daar populaties dermate geïsoleerd en genetisch verarmd kunnen zijn dat hun duurzaam voortbestaan weinig waarschijnlijk wordt. In dit laatste geval kan introductie van andere exemplaren wel overwogen worden (Ralls *et al.*, 2017), teneinde de levensvatbaarheid van een populatie te vergroten (bijplaatsen als versterking van de populatie). Criteria gebruikt bij de definiëring van de goede lokale stand van instandhouding kunnen aangewend worden om de goede en slechte toestand van grote modderkruiperpopulaties te kwalificeren (Van Thuyne *et al.*, in press; Steinmann *et al.*, 2006). Bij populaties in goede toestand is het beheer hoofdzakelijk gericht op het behoud of de bescherming van de huidige toestand (versterken, verbreiden, verbinden behoren tot de beheerstrategieën). Bij populaties in slechte toestand kunnen gerichte beheersmaatregelen

In sites waar de soort historisch aanwezig was, kan de prioriteit voor herintroductie afhankelijk gemaakt worden in functie van hun ligging in een SBZ-gebied. Omwille van de Natura 2000-doelstellingen kan er geopteerd worden om locaties in SBZ prioritair te behandelen. Evenwel, teneinde bij te dragen aan de natuurdoelen en een uitbreiding van het actuele aantal populaties kunnen geschikte niet-SBZ gebieden ook een hoge prioriteit toegekend worden bijvoorbeeld door de nabijheid van een SBZ gebied.

Bij het herintroductieproces moet naast de habitatkwaliteit ook aandacht besteed worden aan zoöhygiënische (kwaliteit van het uitgezet materiaal m.b.t. ziekten en virussen) en genetische aspecten (herkomst kweekdieren) (Belpaire en Coeck, 2016).

Herintroductieprogramma's zijn uiteraard afhankelijk van het beschikbaar zijn van voldoende kwaliteitsvolle individuen waarmee onder min of meer gecontroleerde omstandigheden gekweekt kan worden. Dit rapport wil de mogelijkheden hiervoor onderzoeken, en behandelt daarom verschillende aspecten relevant voor de herintroductie waaronder keuze en herkomst van de ouderpopulaties en genetische aspecten, selectie van de kweekdieren, zoötechnisch aspect van de kweek, uitzetting en opvolging van de uitgezette dieren.

Figuur 1 Beslissingsschema voor de keuze van potentiële herintroductiegebieden voor grote modderkruiper in Vlaanderen (Belpaire en Coeck, 2016)

Internationale richtlijnen

In een recente publicatie bespreken McGowan *et al.* (2017) nieuwe richtlijnen van de IUCN *Species Survival Commission* betreffende het ex-situsoortenbeheer ter bescherming en herstel van soorten onder antropogene druk.

Ex-situmaatregelen (kweek in gevangenschap om de soort te (her)introduceren) hebben significant bijgedragen tot het behoud van talrijke soorten (bv de Californische condor (*Gymnogyps californianus*), de Arabische oryx (*Oryx leucoryx*), de trompetkraanvogel (*Grus americana*), en de zwartvoetbunzing (*Mustela nigripes*) (Maunder en Byers, 2005)), en, dicht bij huis strobloem in Wallonië, Wisent in Polen en andere landen, lammergier en monniksgier in Spanje / Alpen, Grote trap in Brandenburg (J. Mergeay, pers mededeling).

McGowan *et al.* (2017) benadrukken dat het element 'strategische planning' essentieel is voor effectieve natuurbeschermingsmaatregelen. De nieuwe IUCN-richtlijn omschrijft de verschillende stappen van het besluitvormingsproces. Het proces en de vijf stappen staan voorgesteld in Fig. 2, en worden hierna verder uitgelegd. Tevens wordt hoofdzakelijk op basis van de informatie uit Belpaire *et al.* (2016) en Belpaire en Coeck (2016), kort aangegeven hoe de stand van zaken met betrekking tot grote modderkruiper in Vlaanderen zich verhoudt tot dit model van strategische planning.

Figuur 2 De vijf stappen in het proces van besluitvorming voor soortenbehoudsplanung ter ontwikkeling van een geïntegreerde behoudsstrategie voor een soort (McGowan *et al.*, 2017)

STAP 1 De stand van zaken betreffende de status van de grote modderkruiper met inbegrip van een schets van de probleemstelling.

De bedoeling van stap 1 is om - alvorens beheersmaatregelen te plannen - een gedetailleerd overzicht op te maken van alle relevante informatie over de soort, teneinde de leefbaarheid van de populaties in beeld te brengen alsook de huidige drukken op de soort op te sommen. In deze fase worden de kennisleemtes ook opgelijst.

////////////////////////////////////

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

Er is een overzicht van de toestand van de verspreiding, maar dit overzicht is niet up-to-date. De grootte van de stocks is niet onderzocht. Gelet op het ontbreken van een specifiek op de soort gerichte monitoring en de moeilijkheden om de soort te bemonsteren via de klassieke technieken, is het waarschijnlijk dat de informatie over de verspreiding van grote modderkruiper in Vlaanderen te fragmentarisch is en een onderschatting van de verspreiding en populatiegrootte weergeeft.¹

Er is nog geen informatie over de genetische karakterisatie van de Vlaamse resterende grote modderkruiperpopulaties. Deze analyses zijn lopende.

Er werd een methodiek ontwikkeld voor het evalueren van het habitat van de GMK. De habitatevaluatie werd toegepast in een aantal SBZ-gebieden, maar de analyse is ruimtelijk te beperkt.

Het overzicht van de drukken op de populaties is enkel gebeurd op basis van literatuur, maar niet via een analyse van de lokale drukken op de Vlaamse (resterende of historische) populaties.

STAP 2 Evaluatie van de rol van het ex-situbeheer in de behoudsmaatregelen voor de soort.

Hier moet het duidelijk worden hoe de voorgestelde ex-situbeheersmaatregelen zich verhouden tot het mitigeren van bepaalde specifieke drukken, en dus met een kwantificeerbare meerwaarde kunnen bijdragen tot het behoud/herstel van de soort. Dit moet tevens aangeven hoe vooruitgang gemonitord kan worden. Mogelijke doelstellingen kaderen onder andere in volgende behoudsmaatregelen:

- het beschermen van bepaalde populaties, met behoud van opties voor de toekomstige soortbehoudsstrategieën;
- tijdelijke redding, bescherming tegen catastrofes of voorspelde nakende dreigingen;
- demografische manipulatie;
- als bron voor herstel van de populatie, ofwel om de soort opnieuw te vestigen in een deel van zijn vroeger verspreidingsgebied of om een bestaande bevolking te versterken (demografisch en/of genetisch);
- bron voor ecologische vervanging bij het herstellen van een verloren ecologische functie of gewijzigd habitat, of voor geassisteerde kolonisatie om de soort te introduceren buiten zijn natuurlijk verspreidingsbereik teneinde uitsterven te voorkomen;
- onderzoek en/of opleiding dat/die bijdraagt tot het behoud of herstel van de soort.

¹ Merk op dat in 2003 verschillende potentieel geschikte gebieden onderzocht werden. Tevens werden later in Vlaams-Brabant en Limburg nog verscheidene gerichte acties ondernomen op zoek naar relictpopulaties, echter tevergeefs (vb. Rotbroek, Gorenbroek, Schulensbroek, Vorsdonkbossen-Turfputten, Walenbos).

- educatie- en sensibilisatieprogramma met aandacht voor specifieke bedreigingen of beperkingen voor de instandhouding van de soort of zijn habitat.

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

In Vlaanderen is het ex-situbeheer van de grote modderkruiper voornamelijk te kaderen in de herkolonisatie van gebieden waar de soort verdwenen is, maar waar het habitat terug als gunstig werd geëvalueerd. Zie ook het beslissingsschema in Fig. 1.

Zoals al aangehaald, vormen onder andere een onvoldoende kennis van de huidige verspreiding van de soort, en een onvolledige ruimtelijke spreiding van geëvalueerde habitats, belangrijke knelpunten.

STAP 3 Karakterisatie van de kenmerken en omvang van de ex-situpopulatie noodzakelijk om de doelstellingen te verwezenlijken.

Deze stap beschrijft de relevante biologische factoren in het ex-situbeheer. Voorbeelden hiervan zijn het aantal individuen nodig om een kweek op te starten, de duur van een kweekprogramma, de bepotingsstrategie, de kweekomstandigheden, etc. Populatiemodellen kunnen worden gebruikt om de beoogde populatiegrootte en -samenstelling, etc. in te schatten voor de instandhouding van de soort.

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

Huidig rapport behandelt enkele van deze elementen, waarbij onder meer aandacht gaat naar het noodzakelijk aantal kweekdieren, maar ook naar de noodzaak van genetische karakterisatie van deze kweekdieren (mede in relatie tot de genotypering van de nog in het wild aangetroffen populaties).

STAP 4 Vaststellen van de nodige middelen en de expertise.

Deze stap voorziet in het begroten van de middelen noodzakelijk voor de realisatie van het programma van ex-situbeheersmaatregelen, met inbegrip van een risicobeoordeling van de haalbaarheid.

Naast het aflijnen van de potentiële waarde van een ex-situprogramma ontworpen om aan een specifieke instandhouding te voldoen, is het van cruciaal belang om de middelen te evalueren die nodig zijn voor de succesvolle realisatie van een dergelijk programma. Deze middelen dienen afgewogen te worden tegen de risico's van het niet nemen van passende instandhoudingsmaatregelen.

Enkele van de praktische elementen op het gebied van benodigde middelen zijn onder meer: de kweekfaciliteiten en het personeel (aantallen, vaardigheden en continuïteit); het risico op ziektes; het risico van tegenslagen (overstromingen, technisch falen, ...) en de budgettaire implicaties voor alle essentiële activiteiten gedurende een voldoende lange periode.

Waar relevant is het belangrijk om de impact te beoordelen van het verwijderen van individuen uit het wild op de resterende wilde populatie².

² Dit is minder relevant in het geval de ouderdieren en/of de afsprong terug naar de oorspronkelijke populatie worden gebracht.

Ook andere ecologische risico's dienen te worden ingeschat.

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

Huidig rapport behandelt deels dit aspect, vooral op het gebied van de middelen nodig om op korte termijn kweekexperimenten van grote modderkruiper op te kunnen zetten.

Een meer volledige analyse van de kosten van het in beeld brengen van de grootte en de verspreiding van de modderkruiperpopulaties, het genetisch screenen en typeren van de populaties en kweekdieren, een meer gebiedsdekkende evaluatie van de relevante habitats in Vlaanderen, opvolging, etc. is momenteel niet beschikbaar.

Naast die leemte is de onzekerheid over het beschikbaar worden van deze middelen op middellange termijn **zeker een van de voornaamste knelpunten**.

Bovendien valt het te verwachten dat als gevolg van een ontoereikende kennis een onderbouwde evaluatie van de ecologische risico's niet haalbaar is.

STAP 5. Besluitvorming

De besluitvorming op het gebied van het te voeren ex-situbeheer is gebaseerd op de informatie verzameld in de vorige vier stappen. Tevens dient de besluitvorming transparant te zijn, d.w.z. dat er duidelijk geargumenteerd wordt hoe en waarom de besluitvorming genomen werd.

De beslissing berust op het afwegen van de kosten, risico's en verwachte meerwaarde van het ex-situbeheer ten opzichte van de alternatieve instandhoudingsacties of het gebrek aan actie.

Een ex-situbeheerprogramma is meestal te verantwoorden en is gerechtvaardigd in het kader van een strategie van soortbehoud wanneer het potentiële voordeel zowel hoog als plausibel (waarschijnlijk bereikbaar) is. Evenzo is ex-situbeheer niet gerechtvaardigd als er weinig voordeel te verwachten valt, als de haalbaarheid laag is, of als de kosten en risico's hoog zijn.

Dergelijke afweging door de beleid/beheerverantwoordelijken is belangrijk en dient goed gedocumenteerd te worden. Zelfs in het geval er verder afgezien wordt van ex-situbeheer is het belangrijk om dit te rapporteren. Archivering van de besluitvorming en de relevante onderbouwende rapporten is essentieel, ook voor de toekomst.

Er wordt door IUCN (IUCN Conservation Breeding Specialist Groep, CBSG) aanbevolen om deze acties en besluitvormingen beschikbaar te maken. Een centrale opslagplaats van beoordelingen zal worden onderhouden en toegankelijk zijn op de CBSG-website (www.cbsg.org) om ex-situbeheerders te informeren. Voor een meer gedetailleerde omschrijving van de strategische planning en de te volgen stappen verwijzen wij naar McGowan *et al.* (2017).

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

Een duidelijk document vanwege het beleid/beheerverantwoordelijken, met visie en besluitvorming, op basis van de beschikbare informatie, is een prioriteit voor verdere actie.

De vraag stelt zich – rekening houdende met de huidige kennisleemtes – of het momenteel al mogelijk is om dergelijke besluitvorming voldoende onderbouwd te nemen.

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

Een duidelijk document vanwege het beleid/beheerverantwoordelijken, met visie en besluitvorming, op basis van de beschikbare informatie, is een prioriteit voor verdere actie.

De vraag stelt zich – rekening houdende met de huidige kennisleemtes – of het momenteel al mogelijk is om dergelijke besluitvorming voldoende onderbouwd te nemen.

Voor grote modderkruiper in Vlaanderen:

Een duidelijk document vanwege het beleid/beheerverantwoordelijken, met visie en besluitvorming, op basis van de beschikbare informatie, is een prioriteit voor verdere actie.

De vraag stelt zich – rekening houdende met de huidige kennisleemtes – of het momenteel al mogelijk is om dergelijke besluitvorming voldoende onderbouwd te nemen.

4 ERVARINGEN MET DE KWEEK EN UITZETTING VAN GROTE MODDERKRUIPER EN AANVERWANTE SOORTEN

De ervaringen met de kweek van *Misgurnus fossilis* zijn eerder beperkt. In het buitenland is er enige ervaring met de kweek van de grote modderkruiper in het kader van IHD-projecten. Zo werden in Oostenrijk (Schauer *et al.*, 2013) en in Tsjechië (Buza *et al.*, 2015) kweekexperimenten opgezet waarna de dieren losgelaten werden. In de Duitse deelstaat Hessen loopt er sinds 2011 een lokaal soortherstelprogramma (Korte, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016). Andere kweekervaringen komen vooral uit oudere literatuur (Bechstein, 1797; Kellner, 1915; Schreitmüller, 1934).

In 1995 liep er eveneens een experiment aan de KULeuven (Roelants *et al.*, 1995) met betrekking tot de artificiële reproductie van de soort. Het betrof een eenmalig preliminair onderzoek naar de kweekmogelijkheden, waarbij de onderzoekers erin slaagden om circa 2000 larven op te kweken tot 5,5 cm op 3 tot 4 maanden. De voorgestekte juvenielen werden uitgezet in de kweekvijvers van Rijkeworsel. In 2006 werd de vijver bemonsterd met elektrovisserij en konden er nog enkele exemplaren gevangen worden (ongepubliceerde gegevens Johan Auwerx).

Wel zijn er menige studies verschenen waarbij grote modderkruipers gekweekt werden ten behoeve van fysiologisch onderzoek op de soort (Schreiber *et al.*, 2017a *et al.* 2017b.) of op de verwante soort *Misgurnus anquillicaudatus* (Xuefei *et al.*, 2006, You *et al.*, 2008).

5 GENETISCHE ASPECTEN: POLYPLOÏDIE IN DE POPULATIES GROTE MODDERKRUIPER

Er bestaan in de wetenschappelijke literatuur verschillen tussen de schattingen van chromosomen-aantal en ploëdie in de grote modderkruiper, met diploëde exemplaren van zowel $2n=100$ chromosomen (Ene en Suciu, 2000), als $2n=50$ chromosomen (Vujosevic *et al.*, 1983). Drozd *et al.* (2010) vonden in een populatie uit de Moldau (Tsjechië) via chromosoom- en ploëdie-analyses dan weer de sympatrische aanwezigheid van triploëde, intermediair aneuploëde en tetraploëde individuen (bij 116 grote modderkruipers) in een 1:1:4 verhouding. Er werden geen diploëde exemplaren waargenomen. Er was een 1:1 verhouding in de geslachtsproportie van zowel triploëde als tetraploëde individuen. Van de aneuploëde exemplaren was 75% mannelijk. De studie van Mendel *et al.* (2008) op drie Tsjechische populaties lijkt dan weer te wijzen op diploëde, seksuele populaties.

Polyploidie in deze familie (Cobitidae) is relatief algemeen, en wordt vaak geassocieerd met een gynogenetische of hybridogenetische voortplantingswijze (Lamatsch en Stöck 2009). Gynogenese is een clonale voortplanting die wel activatie van de eitjes vereist door het sperma van een (al dan niet) nauw verwante soort. Bij hybridogenese spreekt men van hemiclonale voortplanting: het mannelijke genoom wordt tijdens de reductiedeling (meiose) vernietigd en kan dus niet doorgegeven worden. Enkel de vrouwelijke lijn geeft dus haar genoom door, haploid of diploid. Binnen de Aziatische modderkruiper (*M. anguillicaudatus*) is zowel seksuele voortplanting, gynogenetische als hybridogenetische voortplanting waargenomen, waarbij di-, tri-, tetra- en aneuploide individuen werden waargenomen (Lamatsch en Stöck 2009).

De betekenis van het voorkomen van die verschillende ploëdie-niveaus in de populaties is momenteel nog onduidelijk. Via microsatelliet-analyses is het echter mogelijk om na te gaan of er sprake is van gynogenetische voortplanting dan wel gewone seksuele voortplanting. In het eerste geval bevinden er zich binnen populaties clonale lijnen, waarbij alle individuen binnen een clonale lijn hetzelfde allelenpatroon vertonen. Dit wordt momenteel onderzocht voor de gekende relictpopulaties van deze soort in Vlaanderen, en enkele Nederlandse populaties. Uit de eerste analyses lijkt het dat de Nederlandse en Belgische populaties bestaan uit tetraploïde, seksuele individuen (J. Mergeay, niet gepubliceerde data). Voorlopig kunnen we een hybridogenetische voortplanting niet uitsluiten.

Zoals eerder aangegeven door Belpaire en Coeck (2016) vereist deze complexiteit dat er in het kweekprogramma aandacht gegeven wordt aan een karakterisering van de chromosomen, ploïdie en vruchtbaarheid van zowel ouderdieren als van de nakomelingen.

- Lopend onderzoek: Genetische karakterisatie van de Vlaamse wilde populaties
- Nog te voorzien: Aandacht voor chromosomen, ploïdie en vruchtbaarheid in de kweek.

6 SELECTIE EN HUISHOUDING VAN DE BROEDDIJEREN

Herkomst

Aan het opzetten van een nieuw kweekprogramma zijn er steeds een aantal risico's verbonden (zie ook hoofdstuk 17) waardoor de gebruikte kweekdieren kunnen sterven. Grote modderkruipers zijn in Vlaanderen *Ernstig Bedreigd* en het zou dan ook niet wenselijk zijn om extra druk te leggen op de laatste aanwezige populaties. Om ervaring op te doen met het kweekprotocol kan er geopteerd worden om eerst te werken met kweekdieren uit een naburige populatie zoals die in Nederland. Ook bij het opzetten van andere kweekprogramma's in het verleden, zoals bij kwabaal, werd er op de INBO-viskwekerij in Linkebeek eerst gewerkt met dieren uit minder bedreigde populaties.

De weinige volwassen dieren die, o.a. in Duitsland, in de handel te verkrijgen zijn, komen meestal uit karperkweekvijvers waar ze toevallig mee afge oogst worden (Korte, 2013). Als er toch grotere aantallen worden aangeboden zijn dit bijna altijd Aziatische modderkruipers (*Misgurnus anquillicaudatus*), en deze mogen zeker niet in de vrije natuur losgelaten worden.

Gelet op de toestand van de resterende populaties in Vlaanderen is het wellicht niet haalbaar om deze als kweekdieren te gebruiken. Enerzijds is het moeilijk om voldoende kweekdieren te bemachtigen via traditionele vangstechnieken en anderzijds is het niet opportuun om een bijkomende druk op de populatie te leggen.

Er wordt daarom gedacht om kweekdieren uit naburige populaties in het buitenland te halen. Noord-Franse populaties uit het Leiebekken zijn vermoedelijk minder geschikt als herkomstbron, aangezien ook daar de vangsten tijdens monitoringsonderzoek beperkt bleven. Wellicht is het verkrijgen van broeddieren uit nabijgelegen Nederlandse populaties het meest aangewezen. Er kan overwogen worden om te werken met de populatie uit Beesd, die reeds gebruikt werd door Roelants *et al.* (1995) en die mogelijk nog aanwezig is op de kwekerij van Rijkvorschel. Ze lijkt geschikt als herkomstbron, o.a. door haar nabijheid en het succes bij het experiment in het verleden. Er dient wel aangestipt te worden dat de populatie van Beesd een mengstaal is van allerlei populaties uit Nederland omdat het OVB in die periode geloofde dat het mengen van DNA een belangrijke stap was voor het beheer van de grote modderkruipers (H. Verreycken, pers. mededeling). Mocht deze populatie nog aanwezig zijn op de kwekerij van Rijkvorschel, bestaat eveneens de kans dat deze, na een verblijf van 23 jaar op een kleine vijver, kenmerken heeft van inteelt.

In het Duitse herstelprogramma (Korte, 2013, 2014 en 2016) werd er gewerkt met kweekdieren afkomstig uit één gebied en met de nakomelingen werden nieuwe populaties gesticht. Na het kweekseizoen werden de kweekdieren teruggeplaatst in hun oorspronkelijk biotoop. Het daaropvolgend jaar werden kweekdieren uit een ander gebied gebruikt voor de kweek en werden de verkregen nakomelingen gebruikt om weer andere populaties te stichten.

Bij de keuze van de herkomstpopulatie is het uiteraard van essentieel belang dat er zekerheid is betreffende de soort. Een correcte soortdeterminatie via morfologisch en genetisch onderzoek is daarom cruciaal vooraleer de kweek gestart wordt.

Tenslotte, zoals hierboven in hoofdstuk 5 aangehaald, dient de ploëdie, voortplantingswijze en vruchtbaarheid van de potentiële kweekdieren gekarakteriseerd te worden.

- Kweektechnische ervaring opdoen met dieren uit een niet-bedreigde populatie zoals een Nederlandse populatie.
- Nagaan welke populatie het meest geschikt is als bronpopulatie³.
- Indien de bronpopulatie een Vlaamse populatie zou betreffen, kan er bij het zoeken naar kweekdieren ook informatie worden verzameld over de populatiestructuur.

Zodra de geschikte bronpopulatie wordt geselecteerd, dient er nagegaan te worden hoeveel adulte dieren uit deze populatie kunnen onttrokken worden zonder de draagkracht van de bronpopulatie te ondermijnen.

- Scenario 1: artificiële reproductie in tanks: 5 tot 10 vrouwelijke en 5 tot 10 mannelijke exemplaren
- Scenario 2: natuurlijke reproductie in aquaria: 5 tot 10 vrouwelijke en 5 tot 10 mannelijke exemplaren
- Scenario 3: natuurlijke reproductie in een vijver: 5 vrouwelijke en 5 mannelijke exemplaren

³ Meer concrete advisering omtrent de keuze van de bronpopulatie is onderdeel van luik 2 van het onderzoekproject (genetisch luik), waarbij genetische karakterisatie, ploëdie, toestand van de populatie, praktische haalbaarheid mee in rekening gebracht worden.

Pagina 23 van 65

Adulte mannetjes en wijfjes bezitten een aantal kenmerken waardoor ze visueel van elkaar te onderscheiden zijn. Wijfjes hebben (tot 50 %) kleinere en rondere borstvinnen dan mannetjes (Käfel, 1993) en de ventrale vinnen reiken niet tot aan de anus. De borstvinnen bij mannetjes zijn spits en vertonen ook paaiuitslag (kleine blauw-grijze bobbeltjes) tijdens de voortplantingsperiode (Crombaghs, 2000). De tweede borstvinstraal bij de mannetjes vertoont tevens een verdikking (Schreitmüller, 1934; Käfel, 1993). Ook vertonen adulte mannetjes een langwerpige (2 -3 cm) roodbruine verdikking ter hoogte van de rugvin (Geldhauser, 1992). Drozd (2011) geeft een figuur waarbij de morfologische verschillen tussen mannetjes en wijfjes aangegeven staan.

- In gevangenschap zouden grote modderkruipers een leeftijd van 20 jaar (Schauer *et al.*, 2013) en een maximale lengte van 27 cm kunnen bereiken. Volgens meerdere auteurs (Sachse, http://oerred.dk/Dokumenter/1970_EineZuechtBareSchmerle.pdf); Kellner, 1915; Schauer *et al.*, 2013) zijn de dieren paairijp vanaf hun tweede of derde levensjaar. Mannetjes met een lengte vanaf 11 cm en wijfjes vanaf 14 - 15 cm zouden zich kunnen voortplanten (Kellner, 1915). Volgens een figuur (grafiek met de lengte-gewichtsrelatie) in Käfel (1991) zouden modderkruipers van 18 cm ongeveer 30 gram wegen en diertjes van 20 cm wegen rond de 45 gram. Wijfjes met een lengte van meer dan 18 cm zijn veel interessanter om te gebruiken in een kweekprogramma omdat ze voldoende aantallen eitjes met een hoge kwaliteit produceren. Uit eerdere persoonlijke kweekervaringen met andere vissoorten bleek de fecunditeit bij een eerste paai van vissen eerder ondermaats. Ook Roelants *et al.* (1995) had dergelijke ervaringen met wijfjes van de grote modderkruiper die minder dan 30 gram wogen. Zij besloten uit hun experiment dat wijfjes die minder dan 30 gram wegen, een te lage fecunditeit hebben.

- Indien het praktisch haalbaar is kan het opportuun zijn om bemonstering en kweek te herhalen over verschillende momenten verspreid in de tijd. Hiermee worden ook de geassocieerde risico's gespreid.

Korte (2014) ving de kweekdieren eind april en verzamelde 6 wijfjes en 14 mannetjes. Om de dieren te verzamelen gebruikte hij zowel kleine fuiken (zie Fig. 3) als elektrovisserij. Hij adviseerde om de dieren kort voor de voortplantingsperiode te verzamelen en niet langdurig te stockeren op een kwekerij. Een tussentijdse stockage zou niet langer dan 2 tot 3 weken mogen duren. Een overzicht van vangsttechnieken voor grote modderkruiper werd gerapporteerd in Belpaire en Coeck (2016).

Van Eijk J.-L. en Zekhuis (2002) volgden een grote populatie op in een vennengebied in Nederland. Zij merkten dat een plots stijgende dagtemperatuur (tot 15 °C) in de tweede helft van april (22 april) een stimulans was voor de grote modderkruipers om in groten getale te paaien. Ook al was er de nacht voordien nog nachtvorst. Het paaien gebeurde vooral overdag en duurde 3 dagen lang.

- Geldhauser (1992) verzamelde kweekdieren om ze hormonaal te behandelen. De 28 gebruikte wijfjes waren tussen de 60 en 120 g en de mannetjes tussen de 40 en 50 g. Onmiddellijk na het verzamelen werden de dieren hormonaal behandeld. Bij 20 van de 28 wijfjes (of 71%) konden eitjes afgestreken worden. Van de bekomen eitjes werd gemiddeld 78 % bevrucht. De fecunditeit van de grote modderkruiper bepaalde hij op circa 215 000 eitjes/kg lichaamsgewicht.

- Voorgesteld wordt om voor de kunstmatige reproductie (kweekscenario 1), en indien de bronpopulatie het toelaat, 10 wijfjes te gebruiken met een minimaal gewicht van 50 gram. Als we ervan uitgaan dat we van 70 % van deze wijfjes eitjes kunnen vastkrijgen, zouden we circa 75000 eitjes kunnen bekomen ($215\,000 \text{ eitjes/kg} \times (10 \text{ wijfjes van } 50 \text{ gram}) \times 70\%$). Tegelijk zijn er ook minstens vijf mannetjes nodig maar 10 mannetjes zou nog beter zijn. Bij Roelants *et al.* (1995) bleek de uiteindelijke overleving van juvenielen van 4 maanden oud veel lager dan verwacht (ordegrootte ca. 5000 juvenielen bij het voorstel van 10 wijfjes). Dit kan een reden zijn om meer broeddieren te gebruiken. De

Huisvesting broeddieren

Knaack (1961) geeft dan weer de voorkeur aan de fijn vertakte blaadjes van waterviolier (*Hottonia palustris*) en weet ook dat de paai van de grote modderkruiper in zijn onderzoeksgebied samenvalt met de bloei van deze plant. De voeding van de adulte dieren bestond volgens hem uit mosselkreeftjes, haften, zoetwatervlokreeften en waterpissebedden.

- Al deze bassins, aquaria en vijvers moeten voorzien zijn van een zacht, modderig substraat (dikte minimaal 10 cm) zodat de dieren hun gevoelige baarddraden niet beschadigen bij het ingraven. Ook schuilplaatsen en onderwaterstructuren lijken belangrijk te zijn in hun habitat. Eveneens dienen er veel ondergedoken waterplanten aanwezig te zijn.
- Bij het gebruik van aquaria en bassins dienen pompen, filters, temperatuur- en lichtsturingen,... voorzien te worden om de systemen continu operationeel te houden.
- Indien er gewerkt moet worden met afzonderlijke genetische beheerseenheden, zullen de kweekdieren van de afzonderlijke eenheden ook apart moeten worden gestockeerd. Een alternatief kan zijn om deze verschillende genetische stammen niet gelijktijdig te kweken.
- De kweekdieren worden in Linkebeek samengebracht en gehouden om lokale temperatuurvariabelen te kunnen opvangen.
- Dieren die in aquaria en bassins worden ondergebracht, kunnen in principe niet ontsnappen. In de vijvers is er steeds een kleine kans op overstromingen en vallen ontsnappingen niet uit te sluiten.
- Om stress bij de kweekdieren te vermijden, zit er best weinig tijd tussen het verzamelen van de kweekdieren en de eigenlijke kweek.

7 KUNSTMATIGE EN NATUURLIJKE REPRODUCTIE

Bij een bedreigde diersoort is het steeds belangrijk om over voldoende nakomelingen te beschikken voor het opzetten van een herintroductieprogramma. Vissen produceren van nature uit zeer veel eitjes, maar door allerlei externe invloeden (waaronder vooral predatie) zullen weinig eitjes ook effectief ontluiken tot een larve en vervolgens succesvol doorgroeien tot een adulte vis.

Bij bedreigde vissoorten wordt er bijna altijd artificiële reproductie gebruikt, waarbij de ouderdieren (hormonaal) gestimuleerd worden om hun geslachtsproducten vrij te geven. Vervolgens worden de eitjes en het hom gemengd om bevruchting te bekomen en worden de bevruchte eitjes uitgebroed in een aangepaste infrastructuur. Doordat het volledige kweekproces onder controle verloopt, kan men, mits een goed protocol en de nodige ervaring, een hele hoge overleving behalen. Op die manier kunnen duizenden jonge visjes geproduceerd worden. Dankzij een goed georganiseerd broedstockbeheer, kan men ook een grote genetische verscheidenheid garanderen.

Kunstmatige reproductie

Buza (2012) meldt dat de kweek van de grote modderkruiper gelijkaardig kan verlopen als de kweek van de meeste Cypriniden, maar dat het probleem vooral zit bij de kleine hoeveelheid sperma die de mannetjes afgeven. In 2013 geeft dezelfde auteur aan dat ze de mannetjes doodt en de zaadstrengen uitknijpt met een neteldoek. Deze techniek wordt ook bij andere soorten toegepast zoals bij snoekbaars (Daniel Zarski, pers. mededeling).

Geldhauser (1992) beschrijft een hypofysatieprotocol (grotendeels gebaseerd op Woynarovich, 1981) waarbij de kweekdieren een intramusculaire injectie krijgen met het extract van karperhypofyse. Door deze injectie worden gonadotrope hormonen (GTH) ingebracht die de ovulatie bij de wijfjes en de spermatie bij de mannetjes induceren. De gebruikte wijfjes waren tussen de 60 en 120 gram en de mannetjes tussen de 40 en 50 gram. De wijfjes kregen een dosis van 3 mg hypofyse-extract/kg lichaamsgewicht geïnjecteerd in de spieren naast de rugvin en de mannetjes 1 mg/kg. Van de 28 wijfjes ovuleerden er 20 (of 71%). Van de bekomen eitjes was gemiddeld 78 % bevrucht. Hij verdoofde de vissen met een chlorobutanoplossing, maar vermeldde erbij dat dit zeer traag werkte.

Naast het natuurlijke hormoon, het extract van de hypofysekliek, kan er bij de kunstmatige reproductie ook gewerkt worden met een Gonadotroop Releasing Hormoon (GnRH), waardoor lichaamseigen gonadotrope hormonen (GTH) worden geactiveerd. Roelants *et al.* (1995) probeerden deze laatste methode uit omdat ze waarschijnlijk minder stresserend was voor de vissen. Met GnRH werd echter geen resultaat behaald en tevens stierven alle dieren na verloop van tijd, al kon deze mortaliteit ook veroorzaakt zijn door een besmetting met witstip (een ziekte veroorzaakt door de eencellige parasiet *Ichthyophthirius multifiliis*). Bij een tweede groep dieren kozen Roelants *et al.* (1995) voor het injecteren van een extract van katvishypofyse. De werking hiervan is gelijkaardig aan die van karperhypofyse. Hij kon echter de wijfjes pas afstrijken 38 uur (bij 15 °C) na de toediening van de hormonen terwijl dit meestal na 24 uur zou moeten zijn. Deze vissen overleefden allemaal. Van de 5 behandelde wijfjes ovuleerde enkel het grootste exemplaar volledig. Drie wijfjes ovuleerden gedeeltelijk en het kleinste wijfje (14,4 g) ovuleerde niet. Het grootste wijfje woog 104,4 g en gaf 27,7 g eitjes. De

8 MATURATIE

In Roelants *et al.* (1995) werd 38 uur na de injectie met katvishypofyse-extract ovulatie vastgesteld (bij 15 °C). Schauer *et al.* (2013) streken de wijfjes 24 uur na de hormonale behandeling af bij 16 °C. Buza *et al.* (2015) werkten bij 20 °C en ze konden de wijfjes na 18 tot 24 uur afstrijken.

Gedurende de maturatie hield Geldhauser (1992) mannetjes en wijfjes gescheiden. Na 12 uur deed hij de eerste controle van de wijfjes en nadien herhaalde hij dit om de 2 uur. Pas na 32 uur (watertemperatuur 15.2 °C) kon hij het eerste wijfje afstrijken. Na 40 uur, en na een temperatuursverhoging tot 16.9 °C, kon hij de wijfjes echt vlot afstrijken. Bij andere natuurlijke kweekpogingen merkte dezelfde auteur dat de hormonaal gestimuleerde vissen na 23 uur (bij 17.2 °C) en na 15 uur (bij 22.8 °C) paaiden. Het natuurlijk afzetten van de eitjes neemt echter vele uren in beslag omdat er bij elke paaibeweging maar enkele tientallen eitjes worden afgezet.

Korte (2014) hield de geïnjecteerde kweekdieren in bassins met een watertemperatuur van 18 °C en controleerde ze voor het eerst 20 uur na het tweede deel van de hormonale injectie. Ook in 2015 en 2016 gebruikte hij deze temperatuur.

Figuur 5 Het artificieel voortplanten van vissen (in dit geval de kwabaal), waar bij een wijfje (links) en een mannetje (rechts) hun geslachtsproducten vrijkomen door ze 'af te strijken' (Foto's INBO)

- De geïnjecteerde kweekdieren zullen in verwarmde tanks van 18 °C in de broedhal worden gehouden tijdens de maturatie. Mannetjes en wijfjes worden in aparte tanks gehouden. Het lichtregime in de hal wordt afgestemd op het natuurlijke dag-nachtritme van dat moment.
- Bij scenario 2 en 3 volgen de kweekdieren de natuurlijke temperatuur- en lichtregimes.

Bij de bespreking van de fecunditeit is er in de verschillende bronnen blijkbaar veel verwarring tussen de relatieve en de absolute fecunditeit. In heel wat publicaties is er sprake van 70 000 tot 150 000 eitjes per wijfje (Sachse, http://oerred.dk/Dokumenter/1970_EineZuchtBareSchmerle.pdf). Voor kleine wijfjes (van 50-100 gram) zouden dat echter enorme aantallen eitjes zijn indien we dit omrekenen naar eitjes/kilogram lichaamsgewicht. In de oudere literatuur is het enkel Knaak (1961) die aangeeft dat hij de afgezette eitjes ook geteld heeft. Hij komt op 12600 eitjes voor 1 wijfje.

Geldhauser (1992) telde eveneens de afgestreken eitjes en gaf volgende tabel met de bekomen resultaten:

	Lichaamsgewicht (g)	Gewicht eitjes/vis (g)	Gewicht eitjes/kg vis (g)	Aantal eitjes/vis	Aantal eitjes/kg vis
Wijfje 1	115	29,18	254	20843	181244
Wijfje 2	117	36,21	310	25864	221060
Wijfje 3	66	15,98	242	15980	242121
Gemiddeld	99	27,12	269	20896	214808

Korte (2014) noteerde de resultaten van 5 wijfjes en kwam tot het volgende:

	Lichaamslengte (cm)	Lichaamsgewicht (g)	Gewicht eitjes/vis (g)	Gewicht eitjes/kg vis (g)	Aantal eitjes/vis	Aantal eitjes/kg vis
	22	55,9	14,7	263	10500	187835
	23,8	74,7	8,4	112	6000	80321
	23,2	66,3	9,66	146	6900	104072
	20	52,6	17,08	325	12200	231939
	20,3	44,4	12,88	290	9200	207207
Gemiddeld	21	63,4	12,54	227	8960	162275

Buza *et al.* (2015) werkten met 12 kleine wijfjes van 11 tot 70.4 g. Zij kon gemiddeld 4 g eitjes afstriemen (minimum 1 g en een maximum van 12.5 g; dit kwam overeen met respectievelijk 3,6 % en 22,2 % van het lichaamsgewicht).

Pagina 35 van 65

10 LARVALE ONTWIKKELING

Zoötechnik

In de periode na het ontluiken zijn de larven zeer kwetsbaar en dienen dan op een degelijke manier gehuisvest te worden. Ze hebben nog geen kieuwen, de mondopening is dicht, ze teren op hun dooierzak en kunnen amper zwemmen omdat ze nog geen vinnen hebben. Na het ontluiken laten ze zich gewoon meedrijven uit de incubatiefles naar een opvangbakje.

Nadat de dooierzak geresorbeerd was, voederden Roelants *et al.* (1995) de larven in aquaria die opgesteld stonden in een recirculatiesysteem. Bij Schauer *et al.* (2013) hielden ze een gedeelte van de larven in aquaria en een ander deel in een buitenbassin met een diameter van 2 meter en een diepte van 60 cm waar ze gevoed werden met natuurlijk plankton en insecten.

Korte (2014) liet de larven, na de dooierzakresorptie, opgroeien in aquaria en broedgoten tot dieren van 2 cm. Hierbij werd dagelijks de helft van het watervolume gewisseld. Volgens hem reageren de larven sterk op omgevingsprikkels. In 2015 stelde Korte (2015) behoorlijk wat sterfte vast bij de opgroeïende larven. De oorzaak hiervan werd gelegd bij de lage watertemperatuur van 15 °C. Eens deze terug naar 18 - 19 °C werd gebracht nam de sterfte af en namen de larven weer voedsel tot zich. In 2015 en 2016 gebruikt deze auteur vooral broedgoten (2.4 x 0.4 x 0.4 m) voor het laten opgroeien van de larven tot juvenielen (Korte 2015, 2016).

De opgroeiende larven zijn volgens de meeste bronnen eerder lichtschuw en graven zich in op de donkerste plekjes van het aquarium in de losse bodem (Weiss, 1985). Ook Schreitmüller (1934) observeerde dat de larven dadelijk na het ontluiken in de modder kropen. Van Eijk en Zekhuis (2002) vervingen het grind in het aquarium door modder op het moment dat de larven vijf paar baarddraden ontwikkelden. De larven waren zeer lichtschuw en verborgen zich bij sterk licht onder stenen of in de modder.

Figuur 7 Dooierzakbroed van snoek hangt vast aan een driedimensionaal geotextiel (Foto INBO)

- Tijdens de periode van de dooierzakresorptie plaatsen we driedimensionaal geotextiel in de bassins waar de larfjes zich kunnen aan vasthechten.

- ## Exogene voeding

Korte (2014) hield de ontloken larven in water van 18 tot 19 °C en zag dat de dooierzak vrijwel opgelost was na 48 uur waarna hij startte met het voederen van de larven. De larven waren dan al licht gepigmenteerd en hadden ook de typische externe kieuwen. Het voeder werd zowel op de bodem als in de waterkolom opgenomen; al was er toch een lichte voorkeur voor voedsel dat op de bodem lag. Na het eten laten de larven zich naar de bodem zakken en blijven daar bewegingsloos liggen. Als er planten in het aquarium worden aangebracht, zijn de larven in de buurt daarvan terug te vinden. In 2015 stelde hij vast dat er zeker tijdig gestart moet worden met het toedienen van de exogene voeding om sterfte te voorkomen (Korte, 2015). Ook in het rapport van 2016 geeft Korte (2016) aan dat de eerste week van exogene voeding (van dag 4 tot dag 10 na ontluiking) een kritische periode is met verhoogde sterfte. Ten opzichte van 2015 was de mortaliteit wel lager (o.a. door een hogere watertemperatuur (19 tot 21 °C) te gebruiken) maar ze bedroeg toch 14,3 %.

Drozdz (2011) incubeerde larven bij 9, 12, 15, 18, 21 en 24 °C. Hun spijsvertering werd geactiveerd bij de leeftijd van respectievelijk 59, 19.5, 13.5, 8.5, 6 en 5.5 dPF (days post fertilization). Toch werd het eerste exogene voedsel al ingenomen bij de leeftijd van ca. 57, 19.5, 13.5, 9, 6.5 en 6 dPF; en er werd overgeschakeld naar een uitsluitend exogene voeding (d.w.z. volledig geresorbeerde dooierzak) bij de leeftijd van ca. 59, 27, 17.5, 11, 8 en 7.5 dPF. Voor meer details betreffende de vroege ontwikkeling van de larven verwijzen we naar Drozdz (2011).

Roelants *et al.* (1995) voederden de larven vanaf de eerste dag met inerte voeding, bestaande uit gedecapsuleerde *Artemia* en droge voeding (startvoeder Tetra™) in een verhouding 50:50 en dit 3 keer per dag. De korrelgrootte werd geleidelijk aangepast van '000' tot '1'. Er werd geen levend voedsel aangeboden zoals *Artemia-nauplii* of plankton. Er werd ook geen kannibalisme vastgesteld. Buza *et al.* (2015) lieten de larven opgroeien in een

www.inbo.be

In 2016 startte Korte (2016) met het experimenteel toedienen van gevriesdroogd voeder aan grote modderkruiperlarven. Na de eerste 10 dagen *Artemia-nauplii* gevoederd te hebben, werden aan de larven steeds toenemende hoeveelheden droogvoer gegeven tot ze uiteindelijk enkel nog droogvoer aten, het zogenaamde weanen. Dit bestond uit diepgevroren groen plankton, rood plankton en rotiferen. Eveneens werden er gedroogde flakes van spirulina toegediend. Deze weaningsperiode liep gedurende 1 week. Op alle soorten droogvoer werd goed gereageerd en werd er een goede groei vastgesteld. Exacte cijfers (overleving of groei) werden echter niet meegedeeld. Vanaf een lengte van 3 cm kregen de juvenielen diepgevroren muggenlarven toegediend en ook deze werden vlot opgegeten waardoor ze snel groeiden. Diepvriesmuggenlarven worden ook in Linkebeek aan rivierdonderpad en kwabaal gegeven waarbij een goede groei wordt geregistreerd zonder mortaliteit (ongepubliceerde data).

- *Artemia-nauplii* gedurende de eerste 2 weken
- Vanaf de derde week een *weaning*strategie met gevriesdroogd voedsel (eventueel aangevuld met een droog startvoer (300 µ)) tot een lengte van 3 cm
- Spirulina is een zeer waardevol supplement
- Diepvriesmuggenlarven lijken een geschikte voeding vanaf 3 cm

Bij het ontluiken zijn de larven 3 - 4 mm en hebben nog een zeer grote dooierzak (Kellner, 1915). Volgens Van Eijk en Zekhuis (2002) zijn de larven 4,5 tot 5,2 mm bij het ontluiken. Ze zijn transparant en de grote, kogelronde dooierzak is gelig van kleur. Na 24 uur beschikken de larven over beginnende baarddraden waarmee ze zich aan planten kunnen vasthouden en ze hangen dan verticaal in het water. Volgens Van Eijk en Zekhuis (2002) zouden de larven vanaf hun derde dag al zeer snel kunnen wegzwemmen in een vluchtreflex. De dooierzak blijft evenwel aanwezig tot ongeveer 12 dagen na het ontluiken. Hierbij werd echter geen watertemperatuur vermeld.

De larven van Bohl (1993) ontloken op 12 juli en na een groeiperiode van 108 dagen varieerden de lengtes tussen 6,5 en 13,1 cm met een respectievelijk gewicht van 3,2 en 4,9 g.

Pagina 39 van 65

11 OPGROEI EN OOGST

Opkweek in tanks

Na de dooierzakresorptie moet er beslist worden waar de larven zullen worden gehuisvest om op te groeien. De huisvesting kan onder gecontroleerde omstandigheden verlopen in aquaria of bassins die opgesteld zijn in recirculatiesystemen zoals bij Roelants *et al.* (1995). Deze aanpak resulteert over het algemeen in hoge aantallen juvenielen, maar er zijn wel risico's aan verbonden zijn zoals het eventueel ontstaan van ziektes of het voorvallen van een technische panne. In de bassins groeien de larven in een heel beschermende omgeving op waarbij er geen kans is op vraat en er steeds voldoende voedsel wordt toegediend. Een bijkomend voordeel bij de opkweek in bassins is dat de juvenielen te allen tijde ter beschikking zijn en dat er kan gekozen worden op welke leeftijd ze worden uitgezet.

Korte (2014) liet de larven opgroeien in broedgoten en aquaria tot een lengte van 2 à 5 cm voordat ze uitgezet werden in de vrije natuur. Hij stelde vast dat het onderhoud in kleinere aquaria gemakkelijker verliep dan in de grotere. Ook voor de betere groeisnelheid en de lagere mortaliteit verkoos hij kleinere aquaria. Bij de opkweek van de larven in 2015 verkoos Korte (2015) dan toch broedgoten omdat er hier een betere watercirculatie was. Ook in 2016 gebruikte hij deze goten.

Opkweek in vijvers

De larven van de grote modderkruiper kunnen ook opgekweekt worden in vijvers. Kweekvijvers voor cypriniden komen sterk overeen met het natuurlijk biotoop van de grote modderkruiper. Door zijn levenswijze kan de grote modderkruiper op plaatsen voorkomen, zoals droogvallende grachten en plassen, die ongeschikt zijn voor andere vissoorten en waardoor hij er ook geen concurrentie van heeft. Vaak wordt hij in hoge dichtheden aangetroffen in geïsoleerde watersystemen waar weinig of geen andere vissoorten voorkomen. Vijverexperimenten van Bohl (1993) gaven aan dat de aanwezigheid van karper en zeelt, maar ook brasem, libellenlarven en roofwantsen een sterk limiterende invloed hadden op opgroeiende grote modderkruipers.

Een voordeel van de opkweek in vijvers in een viskwekerij is dat dit in een monocultuur kan gebeuren. Normaal gezien is er ook genoeg en geschikt natuurlijk voedsel aanwezig is op de vijvers waardoor bijvoederen onnodig is. Een belangrijk nadeel aan deze opkweek is dat juvenielen pas in het najaar ter beschikking kunnen gesteld worden omdat de vijvers pas in de herfst leeggemaakt worden. Ook lopen de juvenielen meer risico op beschadigingen bij het afoogsten van een vijver dan bij het verzamelen uit bassins. Ongetwijfeld zullen er ook, gezien zijn levenswijze, heel wat juvenielen in de modder van de vijver achterblijven.

- Er wordt gekozen om de larven die verkregen worden uit de kunstmatige reproductie op te splitsen in 2 groepen om de kansen op succes te vergroten. 1/3 gaat naar vijvers en de rest blijft in de broedhal voor verdere opkweek in bassins en/of aquaria.
- Beide groepen worden, na het resorberen van hun dooierzak, gedurende een korte periode (5 tot 10 dagen) aangesterkt met de nauplii van *Artemia*. Door het aansterken van de larven met *Artemia* worden reserves opgebouwd die

- De larven kunnen in vijvers het beste opgekweekt worden in monocultuur. Het aanstuwten van de vijvers met bronwater mag niet te vroeg gebeuren om de ontwikkeling van schadelijke insecten zo veel mogelijk te vertragen. Het beste is om de vijvers vier weken voor het bepoten met de larfjes te vullen met een filterkous op de watertoevoer zodanig dat er zo weinig mogelijk roofdieren meekomen. De vijvers worden geselecteerd op basis van hun bekende plantenrijkdom en een zachte, dikke modderbodem.
- Een of meerdere vijvers, afhankelijk van het aantal larven, worden exclusief voorzien voor het opkweken van de larven van de grote modderkruiper en kunnen dus niet ingezet worden voor een kweek van andere soorten.
- De overleving en de groei van de twee verschillende opgroeimethodes (bassins en vijvers) worden opgevolgd en met elkaar vergeleken.

12 WATERKWALITEIT

Een overzicht van de waterkwaliteitseisen van de soort werd al eerder opgemaakt door Belpaire en Coeck (2016), op basis van eerdere rapporten. van Beek (2003) compileerde een lijst van milieukwaliteitsvariabelen van waters met grote modderkruiper, op basis van data van Bohl (1993); Van der Winden *et al.* (2002), Leuven *et al.* (1987) en OVB (1988). Ook voor Vlaanderen werden waterkwaliteitscriteria opgesteld voor vissen, waarbij ook aandacht ging naar de criteria voor de grote modderkruiper (Schneiders *et al.*, 2009). Deze kwaliteitseisen zijn weergegeven als Bijlage 1.

Palikova *et al.* (2007) incubeerden grote modderkruipereieren in water met pH 8.1 - 8.4 en een opgelost zuurstofpercentage van 60 - 95%. Weiss (1985) bestempelde de waterkwaliteit als bijkomstig zolang het water niet te hard was. Zelfs leidingwater dat even belucht werd zou al een voldoende kwaliteit hebben. De grote modderkruiper kan goed overleven en zich succesvol voortplanten in zure omstandigheden (pH 4.0 – 5.0). Een pH van 6,2 – 7,8 beschouwde Bohl (1993) als optimaal.

- De waterkwaliteit van de viskwekerij Linkebeek (pH 8,13, zuurstof 10,5 mg/l) wordt verondersteld te voldoen aan de kwaliteitseisen van de larfjes. Zie ook Bijlage 2.

13 PROBLEMEN EN ZIEKTES

Schauer *et al.* (2013) gaven aan dat zij hun 3000 gekweekte visjes verloren op een leeftijd van 2 maanden aan een onbekende ziekte. Ze werden in aquaria gehouden en ook in een buitenbassin van 2 op 2 meter. Het jaar nadien ondervonden ze geen problemen meer toen de larfjes opgekweekt werden in ronde bassins van een broedhuis. In Roelants *et al.* (1995) behandelden ze de kweekdieren met FMC (een mengsel van formaline, methyleenblauw en malachietgroen-oxalaat) na het optreden van witstip. Zij merkten wel op dat deze ziekte alleen optrad in het aquarium dat geen bodembedekking had. Gedurende de larvale teelt hadden ze ook een infectie van *Gyrodactylus* sp. waardoor 30 % van de larven stierf. Ook voor deze infectie werd FMC gebruikt. Korte (2014) stelde een verhoogde mortaliteit vast vanaf 25 °C. Hij stelde dan ook voor om de voortplanting vroeger te induceren om zo de warmere zomermaanden te vermijden.

- Teneinde eventuele ziekteproblemen te vermijden dienen een aantal larven wekelijks gecontroleerd te worden op de aanwezigheid van mogelijke parasieten (o.a. witstip, Gyrodactylus) en schimmels. Bij een beginnende infectie is het zeer belangrijk om zo snel mogelijk een behandelingsprocedure op te starten. Ook de gezondheidstoestand van de ouderdieren dient nauwkeurig opgevolgd te worden.

14 HERINTRODUCTIESTRATEGIE VOOR GROTE MODDERKRUIPER

Inleiding

Het voornaamste doel bij een herintroductie is het verkrijgen van een evenwichtige en duurzame populatie. Er zijn meerdere uitzetstrategieën mogelijk, waarbij verschillende stadia kunnen worden uitgezet: bevruchte eitjes, dooierzakbroedjes, larven, zesweekse, 1-jarigen, 2-jarigen,... of zelfs het uitzetten van gekweekte volwassen dieren. Vroeger werd er bij herintroducties vooral gewerkt met vissen die een leeftijd hadden van 'éénzomer'; de zogenaamde young-of-the-year (YOY). Dit had vooral te maken met het feit dat jongere leeftijdsklassen niet ter beschikking konden worden gesteld omdat de visjes op vijvers opgekweekt werden. Juveniele visjes van enkele weken of maanden oud, in volle zomerperiode, van een vijver afhalen is een heel precare taak. Het risico dat ze verwondingen of schubverlies oplopen bij deze manipulaties is zeer groot. Bij hoge temperaturen treden er ook sneller infecties op en deze leiden bijna altijd tot de dood. In de herfst zullen de vissen echter groter en sterker zijn en door de lagere watertemperatuur zal een verwonding minder vaak een infectie veroorzaken.

Met de huidige technieken in de aquacultuur zal men echter proberen om vislarven op te kweken in bassins. Eén van de grote voordelen daarvan is dat de vissen verzameld kunnen worden zonder ze te beschadigen en steeds ter beschikking zijn om uitgezet te worden. Men kan op die manier maximaal inspelen op de biologie van een soort en deze bijvoorbeeld uitzetten net voordat ze een ander voedergedrag gaan vertonen. Zesweekse snoekjes zijn hiervan een bekend voorbeeld. Op die leeftijd gaan ze overschakelen van zoöplankton naar visbroed.

Een ander voordeel van het uitzetten op een jongere leeftijd kan zijn dat de vissen nog niet afhankelijk geworden zijn van artificieel voedsel. Het omschakelen van een pelletvoeding naar natuurlijk voedsel verloopt moeizamer naarmate de vissen langer opgekweekt werden met artificieel voedsel. Eveneens kunnen er bepaalde nutritionele tekorten optreden omdat iedere voeding leeftijd- en soortspecifiek moet worden ontworpen.

Uiteraard heeft elke strategie zijn specifieke voor- en nadelen. Hoe jonger de levensstadia die uitgezet worden, hoe meer individuen er kunnen uitgezet worden, maar hoe lager hun levenskansen. Elke strategie heeft bovendien een verschillend kostenplaatje.

Ervaringen in het buitenland

In de Duitse deelstaat Hessen loopt al enkele jaren een herstelprogramma voor de grote modderkruiper (Korte, 2014, 2015). Hierbij worden vooral visjes uitgezet met een leeftijd van circa 2 maanden met een lengte tussen de 2 en 5 cm. Deze kunnen worden getypeerd als ‘voorgestrekt’. Van 5 wijfjes (in 2014) konden er 44800 eitjes worden afgestreken, wat na 2 maanden resulteerde in ongeveer 25000 voorgestekte visjes. In 2015 werden er van een andere genetische stam 6 wijfjes afgestreken, wat resulteerde in 56200 eitjes. Bij het opgroeien was er iets meer sterfte en werden er 25780 voorgestekte juvenielen uitgezet met een lengte van 2 tot 5 cm. In 2016 (Korte, 2016) werden er 32000 juvenielen uitgezet.

Voorgestelde strategie

Uiteraard dienen in eerste instantie de geschikte watersystemen en habitats geselecteerd te worden die in aanmerking kunnen komen voor de herintroductie van de grote modderkruiper. Voor een aantal wateren in SBZ-gebied werd hierover al advies gegeven in Belpaire *et al.* (2016).

Bij een herintroductie dient men steeds te beschikken over voldoende individuen. Deze moeten immers nadien de populatie in stand kunnen houden. Daarom valt het aan te bevelen om voldoende YOY-visies uit te zetten.

Een herintroductie dient voldoende vaak herhaald te worden zodat er zich een populatie van verschillende leeftijdsklassen kan opbouwen. Hoeveel jaren dit in beslag neemt bij de grote modderkruiper kon niet uit de beschikbare literatuur worden opgemaakt. Gezien de dieren op hun 2e (mannetjes) of 3e (wijfjes) levensjaar paairijp worden, lijkt een periode van minimaal 5 jaar aan te bevelen.

Extra aandachtspunten bij het uitzetten

Volgens een merk-terugvangstonderzoek van Meyer en Hinrichs (2000) verplaatsen volwassen grote modderkruipers zich weinig tot niet. Zeventig procent van de terugvangsten gebeurden op minder dan 50 m van de oorspronkelijke locatie. Dertig procent werd zelfs teruggevangen op exact dezelfde locatie. Herkolonisatie van nabijgelegen grachten en/of gebieden valt niet snel te verwachten ook al zijn deze geconnecteerd en dus bereikbaar. Deze eigenschap van de grote modderkruiper zou kunnen impliceren dat het meerdere jaren kan duren om de herintroductie te laten aanslaan. Ze moeten immers op een locatie worden uitgezet die aan hun behoeftes voldoet. Doordat ze zo honkvast blijken te zijn lijken ze eerder lokaal uit te sterven dan te migreren (Gelderhauser, 1992).

In de Duitse deelstaat Hessen hebben ze al enige ervaring opgedaan met het uitzetten van juveniele grote modderkruipers (Korte 2011, 2013). Deze auteur gaf de raad mee om de diertjes uit te zetten op plaatsen waar amper andere vissoorten voorkomen. Stagnofiele soorten zoals vetje (*Leucaspis delineatus*) en zeelt (*Tinca tinca*) vormen geen probleem. De niet-inheemse bruine Amerikaanse dwergmeerval (*Ameiurus nebulosus*) daarentegen heeft een negatieve invloed omdat de soort eveneens kan overleven in zuurstofarm water en plassen die bijna droogvallen. Bovendien is het een geduchte roofvis. Als voornaamste oorzaak van de achteruitgang van de populaties van grote modderkruiper geeft Korte (2013) de kruidruiming aan. Om nieuw uitgezette dieren te beschermen, moeten er goede afspraken gemaakt worden met de waterbeheerders.

Praktische aspecten bij het uitzetten

- Bij het uitzetten van de juvenielen moet er zeker rekening gehouden worden met het microhabitat waarin ze zich van nature ophouden. Dit habitat is de ondiepe (riet)zone waarin allerlei organisch materiaal ligt waartussen de jonge modderkruipers zich kunnen verstoppen (Meyer en Hinrichs, 2000).
- Gemiddeld waren er in de studie van Van der Winden *et al.* (2002) 0,15 tot 0,4 grote modderkruipers per meter oever aanwezig op de monsterpunten, met maximale dichtheden van meer dan 0,65 per m². Dergelijke dichtheden zijn vergelijkbaar met goede gebieden in het buitenland (Meyer en Hinrichs, 2000).

- Indien de kweekdieren uit een kleine (Vlaamse) bronpopulatie afkomstig zijn, worden ze onmiddellijk na het kweekseizoen terug naar hun oorspronkelijk leefgebied gebracht. Indien ze afkomstig zijn uit een grote stabiele (buitenlandse) bronpopulatie, worden ze meerdere jaren achter elkaar op de kwekerij te Linkebeek gehouden.
- Het uitzetten gebeurt bij voorkeur op plaatsen waar geen andere vissoorten voorkomen.

- Indien de kweekdieren uit een kleine (Vlaamse) bronpopulatie afkomstig zijn, worden ze onmiddellijk na het kweekseizoen terug naar hun oorspronkelijk leefgebied gebracht. Indien ze afkomstig zijn uit een grote stabiele (buitenlandse) bronpopulatie, worden ze meerdere jaren achter elkaar op de kwekerij te Linkebeek gehouden.
- Het uitzetten gebeurt bij voorkeur op plaatsen waar geen andere vissoorten voorkomen.

15 OPVOLGING VAN DE UITGEZETTE DIEREN

Een essentieel onderdeel in herintroductieprogramma's is de opvolging van de uitgezette populatie. We moeten immers nagaan of de uitgezette dieren overleven, groeien en zich uiteindelijk zelf voortplanten. Een herintroductie is pas volledig geslaagd als de uitgezette populatie zich succesvol reproduceert en een aanzienlijk deel van die nakomelingen doorgroeit tot geslachtsrijpe dieren. Alleen zo kan er zich een gezonde, duurzame populatie vestigen.

In de jaren na de uitzettingen dienen de populaties opgevolgd te worden door ze jaarlijks te bemonsteren. Uit de verkregen gegevens kan in eerste instantie de groei en overleving afgeleid worden. Na een aantal jaren kan er hopelijk ook reproductie worden vastgesteld en kan de populatieopbouw en de staat van instandhouding beschreven worden.

Korte (2015, 2016) beschrijft ook kort dat de uitgezette juvenielen worden opgevolgd. Deze monitoring vindt plaats in de herfst met kleine fuiken en door elektrovisserij. Voor een beschrijving van de mogelijke technieken van bemonstering en opvolging verwijzen wij naar Belpaire en Coeck (2016).

Voor de monitoring van GMK is het van belang dat de dieren de mogelijkheid moeten hebben om lucht te kunnen happen. Er werden ook goede resultaten behaald met amfibiefuiken (fuiken voorzien van een kegel, waarbij gevangen dieren lucht aan de oppervlakte kunnen happen, zie Van Liefferinge en Meire (2003) voor een beschrijving).

- De kleine fuiken zoals die in Duitsland gebruikt worden zijn niet aanwezig op het INBO. Hiervan moeten er 10-tallen voorzien worden. Ook amfibiefuiken kunnen gebruikt worden.
- Voorzien in jaarlijkse opvolging en rapportage van de herintroductie. Minimale inspanning : jaarlijks over minimaal zeven jaar.

16 BEDRIJFSECONOMISCH MODEL

Op basis van de ervaringen met eerdere en lopende kweekprogramma's, de opgedane kennis uit de literatuurstudie en de beschikbare middelen op de viskwekerij van Linkebeek, werd een inschatting gemaakt van de te verwachten kosten. Deze werden uitgesplitst in infrastructuur, werking, personeel en andere.

De noodzakelijke infrastructuur is grotendeels beschikbaar (Tabel 4). Echter het gebruik van deze infrastructuur voor de kweek van grote modderkruiper kan een impact hebben op de kweek van andere soorten met een verminderde productie tot gevolg. Dit is een onrechtstreekse kost die niet begroot werd. De mogelijke inpasbaarheid van de kweek van grote modderkruiper in het kweekschema van andere soorten wordt weergegeven in Bijlage 3.

Tabel 4 Beschikbare infrastructuur voor de kweek van de grote modderkruiper in Linkebeek

Infrastructuur

Onderwerp	Detail	Beschikbaarheid
Huishouding broeddieren	Bassin van 2000 liter	Beschikbaar*
Reeks incubatoren	10 stuks, 1 liter	Beschikbaar
Een unit in de broedhal	Vijf bassins van 300 liter elk.	Beschikbaar*
Een vijver voor natuurlijk kweekexperiment	0,065 ha	Beschikbaar*
1 of meer vijvers voor opgroei van larven tot YOY	0,065 ha per vijver	Beschikbaar*
Opstelling voor <i>Artemia</i>		Beschikbaar*

* Interfereert en heeft gevolgen voor andere kweken

Opmerking: Indien we overgaan tot de effectieve opkweek van de larven van de grote modderkruiper tot éénzomerige visjes op vijvers; dan zouden we moeten overwegen om enkele vijvers speciaal voor deze soort in te richten. Zo denken we onder andere aan het ontslibben van de vijver, het leggen van een folie op de bodem en deze folie te bedekken met een zandlaag (5 tot 10 cm). Deze inrichtingswerken zouden het afoogsten van de jonge modderkruipers moeten vergemakkelijken en dus ook de productie verhogen. Let wel, dat jonge modderkruipers de mogelijkheid moeten hebben om zich in te graven in zachte bodem. Eenzelfde procedure werd toegepast voor het inrichten van een vijver voor het stockeren van de broeddieren van kwabaal (*Lota lota*). Ook deze dieren verstoppert zich graag in de bodem en in de oevers. Bij de speciaal ingerichte vijver verloopt de afvising van de kwabaal probleemloos. Om een succesvolle herintroductie te bekomen is het belangrijk dat jonge modderkruipers een zo goed mogelijk conditie hebben en dus geen beschadigingen oplopen bij het afvissen. Deze kosten zijn niet opgenomen in het overzicht.

Overzichten van de kosten voor werking en personeel staan weergegeven in Tabellen 5 en 6.

Werking en verbruiksmiddelen (jaarlijks)

Personeelsmiddelen (in VTE-dagen)

Onderwerp	Begroting	A	B	C
Bemonstering ouderdieren	Begroot op 5 visdagen/jaar	5	5	5
Kweekinstallatie bouwen			1	5
Dagelijkse verzorging kweekdieren	Begroot op 1/2 uur per dag			24
Reproductie en incubatie van de eitjes, ontwikkeling tot geresorbeerde dooierzak	Begroot op 3,5 uur per dag, gedurende 1 maand		5	10
Voorstrekken van de larven tot 3 maanden	Inclusief de productie van <i>Artemia</i> en ander voer. Onderhoud van de bakken. Begroot op 3,5 uur per dag, gedurende 3 maand.		15	30
Biometrische opvolging	3,5 uur per week, vier maanden.		6	2
Controle gezondheidstoestand	3,5 uur per week, vier maanden.		6	2
Vijverkweek	Uitzetting		0,5	

www.inbo.be

Bovendien dient voor de kweek en herintroductieactie ook een communicatieplan opgesteld en geïmplementeerd te worden. Daarnaast, zoals eerder al aangegeven, dient tijdens het kweekproces ook de genetica van nabij opgevolgd te worden. De kostprijs van beide acties werd niet begroot.

Actie	Detail	Euro
Communicatieplan	Brede communicatie van planning, opvolging en resultaten van de actie. Doel: Sensibilisering lokale gemeenschap ⁴ , waterbeheerders, visstandsbeheerders, hengelaars en grote publiek. Activiteiten: folders opstellen, film maken, vulgariserende artikels, persberichten en media-aandacht, etc.	?
Genetische opvolging van de kweek	Screening van de bronpopulaties, kweekdieren en nakomelingen (genetische variatie en ploïdie). Rapportering en advisering.	?

17 RISICO'S

Er werd een risicoanalyse uitgevoerd (Tabel 8) waarbij de mogelijke risico's van alle stappen van het kweek- en herstelprogramma beschreven werden, met aanduiding van de mogelijke oplossingen of milderende maatregelen.

Uit deze analyse blijken volgende elementen de belangrijkste knelpunten te zijn:

- Moeilijkheid om uit het wild voldoende exemplaren te verkrijgen die beantwoorden aan de eisen van geschikte genetische herkomst
- Onzekerheid over de genetische aspecten (ploëdie), en onzekerheid over de impact hiervan op het hele herintroductieproces.
- Onzekerheid over de middellange- en langetermijnopvolging van de herintroductie als gevolg van het ontbreken van een langetermijnvisie inclusief vrijwaring van de nodige personeels- en werkingsmiddelen.

Wat de technische aspecten van de teelt en de herintroductie van de grote modderkruiper betreft worden er geen onoverkomelijke moeilijkheden verwacht.

Tabel 8 Risicoanalyse van de aan de kweek en herintroductie van grote modderkruiper geassocieerde risico's met aanduiding van mitigerende maatregelen

Activiteit	Risico	Risicograad	Mitigerende maatregelen
Bemonstering kweekdieren	Moeilijkheid om voldoende exemplaren te collecteren	Hoog	Andere populaties collecteren – mogelijkheid en wenselijkheid van buitenlandse populaties als herkomst te kiezen
Bemonstering kweekdieren	Onzekerheid over de soort. Er blijken ook andere soorten in Vlaanderen voor te komen.	Laag	Genetische screening
Bemonstering kweekdieren	Onzekerheid over ploëdie	?	Genetische screening
Bemonstering kweekdieren	Onzekerheid over geslacht	Laag	Genetische screening
Huisvesting	Ziekte	Medium	Opvolging waterkwaliteit huishoudsysteem. Regelmatige screening van gezondheidstoestand kweekdieren – curatieve ontsmetting
Huisvesting	Sterfte als gevolg van calamiteit	Laag	Dagelijkse controle. Huishoudsysteem met alarmbeveiliging.
Huisvesting	Ontsnapping	Laag	Beveiliging
Taggen kweekdieren	Ziekte-uitbraak als gevolg van taggen	Laag	Preventieve ontsmetting
Kunstmatische maturatie	Onvoldoend resultaat	Laag	Andere doses, andere producten gebruiken
Artificiële reproductie	Geen of te weinig geslachtsproducten, of van onvoldoende kwaliteit.	Laag	Proces herhalen. Temporele spreiding.
Incubatie eieren	Schimmel of bacteriële besmetting	Medium	Preventieve en curatieve ontsmetting
Ontluiken van de larven	Weinig bevruchting – laag ontluikingspercentage – hoog aandeel misvormde larven	Laag	Oorzaak opsporen
Groei van de larven	Onvoldoende groei	Laag	Voedsel aanpassen – oorzaak opsporen (waterkwaliteit – ziektes)
Groei van de larven	Sterfte door ziektes	Medium	Wekelijkse controle op parasieten en schimmels. Curatieve behandeling.
Opkweek van voedselorganismen	Mislukken van de teelt	Laag	Andere organismen – nieuwe teelt - ontsmetting
Opkweek larven	Mislukken van de opkweek	Medium	Risicospreiding, gecombineerde opgroei in recirculatiesystemen en in vijvers. Alternatieve opkweeksystemen ontwikkelen
Opkweek van de larven in recirculatiesysteem	Calamiteit. Uitvallen pomp etc.	Laag	Technische beveiliging. Alarmbeveiliging.
Opkweek van de larven op vijvers	Calamiteit op de viskwekerij. Overstroming.	Laag	
Opkweek van de larven op vijvers	Moeilijkheden bij het afoogsten	Medium	Alternatieve indoor-kweeksystemen

Genetische screening opgekweekte larven	Afwijkend ploëdie profiel	?	Reproductie-omstandigheden aanpassen
Herintroductie	Onzekerheid/onduidelijkheid over de keuze van sites voor herintroductie. Onvoldoende onderbouwde keuze van herintroductiesites.	Medium	Overleg met beleidsverantwoordelijken
Opvolging herintroduceerde populaties	Onvoldoende personeelsmiddelen voor een opvolging op middellange en lange termijn	Hoog	Middelen voorzien – middellange en lange termijn actieplan vastleggen

18 CONCLUSIE

Uit dit rapport kan worden geconcludeerd dat de kweek en de herintroductie van de grote modderkruiper in Vlaanderen uit zoötechnisch oogpunt zeker haalbaar zijn, gebruik makend van de infrastructuur en ervaring aanwezig in de viskwekerij in Linkebeek.

Mits de nodige middelen gevrijwaard worden kan in een eerste fase kweekervaring opgedaan worden met kweekdieren afkomstig van een buitenlandse populatie. Wel moet nog onderzocht worden of het wenselijk is dat de gekweekte larven van buitenlandse herkomst in Vlaanderen uitgezet worden.⁵

Ondanks de haalbaar geachte kweek en herintroductie van de grote modderkruiper werd ook een aantal onzekerheden geïdentificeerd, gerelateerd aan een gebrek aan kennis over de Vlaamse bestanden (toestand huidige populaties en genetica van de soort) en aan het ontbreken van een op de soort gerichte langetermijnstrategie met geassocieerd onderzoeks- en financieringsplan.

Het opstellen van een strategische planning voor het behoud- en herstel van de grote modderkruiper in Vlaanderen lijkt ons dan ook de meest prioritaire actie.

⁵ Dit is ook afhankelijk van de keuze van de herkomstpopulatie. Meer concrete advisering omtrent de keuze van de bronpopulatie is onderdeel van luik 2 van het onderzoeksproject (genetisch luik).

Referenties

Alabaster J.S., Lloyd R. (1982). Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Second edition. Butterworth Scientific. London, Boston.

Bechstein, J. M. (1797). Naturgeschichte der Stubenthieri. Ettinger Verlag, Gotha.

Belpaire C., De Bruyn A., Galle L., Halfmaerten D., Lambeens I., Maes Y., Verschelde P., Coeck J. (2016). Haalbaarheidsstudie (her)introductie grote modderkruiper – Luik 1b. Habitatgeschiktheid. Evaluatie van de geschiktheid van SBZ's voor (her)introductie en maatregelen voor gebiedsinrichting. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (2016). INBO.R.2016.11407499. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 269p.

Belpaire C., Coeck J. (2016). Haalbaarheidsstudie (her)introdactie grote modderkruiper – Luik 1a. Habitatieisen. Literatuurstudie naar habitatieisen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (2016). INBO.R.2016.11407313. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 54p.

Bohl E. (1993). Rundmäuler und Fische im Sediment: Ökologische Untersuchungen zur Bestands- und Lebensraumsituation von Bachneunauge (*Lampetra planeri*), Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*), Steinbeisser (*Cobitis taenia*) in Bayern: Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung. - München (Deutschland). 129p.

Buza, E. (2012). Investigations on artificial propagation and reveal reproduction features of the weatherfish (*Misgurnus fossilis*). (preliminary results) WAS AQUA 2012. Meeting abstract.

Buza E., Kolics B., Kovács B., Demény F., Horváth Á., Urbányi B., Sipos S., Tamás M. (2015). Artificial propagation and revealed reproduction features of the Weatherfish (*Misgurnus fossilis*). In: VI. International Conference „Water and Fish”, June, 12 - 14. 2013., Belgrade-Zemun, Serbia.

Drozd B., Kouril J., Blaha M., Hamackova J. (2009). Effect of temperature on early life history in weatherfish, *Misgurnus fossilis* (L. 1758). Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 392. 04.

Drozd B., Flajshans M., Rab P. (2010). Sympatric occurrence of triploid, aneuploid and tetraploid weatherfish *Misgurnus fossilis* (Cypriniformes, Cobitidae). Journal of Fish Biology 77(9): 2163-2170.

Drozd B. (2011). Study of selected population parameters of weatherfish *Misgurnus fossilis* (Cypriniformes, Cobitidae): early life history and status of ploidy in fish from Lužnice River floodplain area, USB FFPW, RIFCH, Vodňany, Ph.D. thesis, 122 pages. ISBN 978-80-87437-15-5.

Frankham, R., J. D. Ballou, M. D. B. Eldridge, R. C. Lacy, K. Ralls, M. R. Dudash, C. B. Fenster (2011). Predicting the probability of outbreeding depression. *Conservation Biology* 25: 465-475.

Frankham, R. (2015). Genetic rescue of small inbred populations: meta-analysis reveals large and consistent benefits of gene flow. *Molecular Ecology* 24: 2610-2618.

Roelants I., Noterdaeme L., Ollevier F., Verreycken H., Belpaire C. (1995). Artificiële reproductie van *Cobitis taenia* (kleine modderkruiper) en *Misgurnus fossilis* (grote modderkruiper) in functie van een mogelijke herintroductie van bedreigde vissoorten in Vlaanderen. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Katholieke Universiteit Leuven , IBW.Wb .V.R.95.037.

Sachse	U.	(internetpagina)	Eine	züchtbare	schmerle.	p.	82-85.
http://oerred.dk/Dokumenter/1970_EineZuechtBareSchmerle.pdf							en
https://www.yumpu.com/de/schmerlen							

Schneiders A., Simoens I., Belpaire C. (2009). Waterkwaliteitscriteria opstellen voor vissen in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (22). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Schreiber, B., Petrenz, M., Monka, J., Drozd, B., Hollert, H., Schulz, R. (2017). Weatherfish (*Misgurnus fossilis*) as a new species for toxicity testing? Aquat. Toxicol. 183: 46–53. doi:10.1016/j.aquatox.2016.12.006 [Appendix III].

Schreiber, B., Fischer, J., Schiwy, S., Hollert, H., Schulz, R. (2017). Towards more ecological relevance in sediment toxicity testing with fish: evaluation of multiple bioassays with embryos of the benthic weatherfish (*Misgurnus fossilis*). Sci. Total Environ., Accepted. [Appendix IV].

Staatscourant, 2015. Besluit van de Staatssecretaris van Economische Zaken van 15 oktober 2015, DGAN-PDJNG / 15129301, houdende vaststelling van geactualiseerde Rode lijsten flora en fauna. Nr 36471, 23 oktober 2015.

Steinmann I., Klinger H., Schütz C., Arzbach H.-H. (2006). Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustandes der Populationen des Schlammpeitzgers *Misgurnus fossilis* (LINNAEUS, 1758). In: Schnitter P., Eichen C., Ellwanger G., Neukirchen M., Schröder E. Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. p. 220-220. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle) . Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Naturschutz, Halle (Saale).

Sterba G. (1958). Die Schmerlenartigen (Cobitidae). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Stuttgart: A. Oelschlägersche Buchdruckerei Calw.

Pagina 59 van 65

Bijlage 1: Waterkwaliteitseisen van grote modderkruiper op basis van literatuur

Tabel 9 Waterkwaliteitseisen gecompileerd door van Beek (2003) op basis van data van Bohl, 1993; Van der Winden *et al.*, 2002; Leuven *et al.*, 1987; OVB, 1988

Parameter	eenheid	minimum	maximu m	optimum	opmerking
Watertemperatuur	°C	0,0	26	?	Voor voortplanting minimaal 13-14
pH	-	4,0	8,4	?	
EGV	$\mu\text{S cm}^{-1}$	320	850	?	
Ca	mg l^{-1}	9,2	90,6	?	
Fe	mg l^{-1}	0,0	0,4	?	
Si	mg l^{-1}	1,5	7,74	?	
Cl^{-}	mg l^{-1}	2,2	34,3	?	Geen brak water, < 300?
O ₂ concentratie	mg l^{-1}	4,6	13,1	?	Jonge stadia hebben het meeste nodig ⁶
O ₂ verzadiging	%	10,0	122	?	
BZV ₅	mg l^{-1}	1,44	4,3	?	
NH ₄ -N	mg l^{-1}	0,0	0,1	?	
NO ₃ -N	mg l^{-1}	0,0	2,8	?	
NO ₂ -N	mg l^{-1}	0,0	0,03	?	
Totaal PO ₄ -P	mg l^{-1}	0,07	0,4	?	
Ortho PO ₄ -P	mg l^{-1}	0,02	0,09	?	
Micro's (zoals bestrijdingsmiddelen)		?	?	?	Geen waarden bekend
Doorzicht	cm	?	?	?	Submerse vegetatie moet wel kunnen ontwikkelen
Stroomsnelheid	cm s^{-1}	0	?	0-10?	Vrijwel alleen in (vrijwel) stilstaand water
Waterdiepte	cm	0	?	0-50	Snelle opwarming van ondiep water vergroot broedsucces
Sediment		10 cm slib	Nvt	75 cm? Slib	Vissen moeten in de bodem kunnen schuilen
Bedekking onderwatervegetatie	%	?	100	100?	Wordt vooral aangetroffen waar veel vegetatie aanwezig is

⁶ Adulten werden in 2003 door Van Lierffinge en Meire (2003) in het Goorken (Baangracht) in zuurstofloze omstandigheden (0 mg/l aangetroffen). In deze omstandigheden maken zij maximaal gebruik van hun darmademhaling.

Tabel 10 Vereisten voor de grote modderkruiper op basis van literatuurgegevens naar Schneiders *et al.* (2009)

parameter		referentie
minimale watertemperatuur	13-14 °C (paai)	Philippart; Vranken, 1983
	0° C	OVB ,1998; Gaumert ,1986, Leuven <i>et al.</i> , 1987
maximale watertemperatuur	24 °C	Alabaster; Lloyd, 1982
	26 °C	OVB, 1998, Gaumert, 1986, Leuven <i>et al.</i> , 1987
	< 24 °C	Van Liefferinge; Meire, 2003
gemiddelde watertemperatuur	20 °C (larven)	OVB, 1988
	13 °C	OVB, 1998, Gaumert, 1986, Leuven <i>et al.</i> , 1987
zuurstofgehalte	in staat om in vrijwel zuurstofloos water in leven te blijven	Sterba, 1958; Van Beeck, 2003
	> 2mg/l	Van Liefferinge; Meire, 2003
zuurgraad	voorkeur gaat niet uit naar zure milieus	Sterba, 1958, Gaumert 1981
	in het pH-traject van 4,5-7,5 aangetroffen	OVB, 1988
	6,5-9,0 is optimaal	Alabaster; Lloyd, 1982
stroomsnelheid	stilstaand en langzaam stromend water	Sterba, 1958; Lelek, 1980; Gaumert, 1986
	'brasemzone', met stroomsnelheden van 0 tot 10 cm/s	de Groot, 1991
	in snelstromend water wordt de grote modderkruiper dan ook zelden aangetroffen	Sterba, 1958; Gaumert, 1981, 1986
	brasemzone	de Groot, 1991
bodemsubstraat	dikke, zachte modderbodems waarin grote modderkruiper zich goed kan ingraven	Ruting, 1958; Sterba, 1958; Muus, 1968; Lelek, 1980; Cihar; Maly, 1981; Philippart; Vranken, 1983; RIN, 1983; Gaumert, 1986
	dikke, zachte modderbodems	Ruting, 1958
	organische afzettingen	Sterba, 1958; Muus, 1968; Lelek, 1980 ; Philippart; Vranken, 1983 RIN, 1983 ; Gaumert, 1986;
		Van Liefferinge; Meire, 2003
waterkwaliteit	kan in 'aanzienlijk belast' water voorkomen	Gaumert, 1981

de (industriële) vervuiling is één van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van deze soort	Schouten, 1992
--	----------------

Bijlage 2: Waterkwaliteit bron Linkebeek (eigen metingen 25 juli 2008)

Temp °C	12,7
O2 mg/l	10,5
O2 %sat	107,7
pH	8,13
NO2-N mg/l	0
NO2 mg/l	0
NH4-N mg/l (TAN)	0
NH3-N mg/l	0
NH3 mg/l	0
CO2 mg/l	27,5
TAC mmol/l	5,3
hardheid mg/l CaCO3	264,15
hardheid °D	14,84
conductiviteit (µS/cm)	834

Bijlage 3: Overzicht kweekseizoen met indicatie van de huidige reproductieperiodes

Op basis van de gevonden literatuur wordt ervan uit gegaan dat de kweek van de grote modderkruipers zal plaats vinden vanaf de 2e helft van april.

Verloop van de verschillende kweken op de viskwekerij te Linkebeek										
	december	januari	februari	maart	april	mei	juni	juli	augustus	september
Forel										
ei										
ontluik + dooierzak										
opkw eek goot										
opkw eek tank										
opkw eek vijver										
Kwabaal										
ei										
ontluik + dooierzak										
opkw eek vijver										
Snoek										
ei										
ontluik + dooierzak										
opkw eek 6 w eekse										
z omersnoek										
Serpeling (Maas en Schelde)										
ei										
ontluik + dooierzak										
opkw eek tank										
opkw eek vijver										
Donderpad										
ei										
ontluik + dooierzak										
opkw eek vijver										