

# De mogelijkheden voor herintroductie van vissoorten

*In het beheergebied van  
Waterschap Aa en Maas*



**De mogelijkheden voor de herintroductie van vissoorten in beken in het beheergebied van  
Waterschap Aa en Maas.**

Lars Pieterse  
540326135@has.nl  
HAS Green Academy  
Milieukunde

Eindrapport stage  
Bedrijfsbegeleiders: Bart Brugmans & Bart Niemeijer  
Stagedocent: Sophie Brouwer

# Samenvatting

De hoeveelheid typische beekvissoorten is de afgelopen jaren drastisch afgenomen. Mede door normalisering van beken en een verslechtering van de fysisch-chemische waterkwaliteit zijn sommige soorten op lokale of regionale schaal gereduceerd of verdwenen. Dit alles met negatieve gevolgen voor de biodiversiteit. Eén van de mogelijkheden om de vissoorten terug te krijgen in bepaalde gebieden is herintroductie. Waterschap Aa en Maas wil daarom weten wat de mogelijkheden zijn voor herintroductie van beekvissoorten in het beheergebied van Aa en Maas.

Om de biodiversiteit en fysisch-chemische waterkwaliteit te verbeteren zijn er al veel stappen gezet, onder andere door herinrichting van beken en het vispasseerbaar maken van kunstwerken. Toch zijn er in sommige gevallen nog barrières voor vissen om natuurlijk terug te keren op plaatsen waar ze zijn verdwenen. De doelstelling van het onderzoek is om de mogelijkheden voor herintroductie van de vissoorten te verkennen. Hiervoor is bekeken welke vissoorten in aanmerking komen voor herintroductie, welke methodieken er zijn om de habitatgeschiktheid te toetsen, welke methodiek het meest geschikt is voor Waterschap Aa en Maas, hoe de selectie van geselecteerde trajecten tot stand komt en ervaring opdoen met de methodiek bij de geselecteerde beken.

Om deze vragen te onderzoeken is onder andere literatuuronderzoek gedaan. Met het literatuuronderzoek is onderzocht wat geschikte vissoorten kunnen zijn, wat hun habitateisen zijn, wetten die van belang zijn, het belang van genetica en voorgaande herintroductie van beekvissoorten. Om locaties te selecteren zijn er data-analyses gedaan. Op deze locaties is ook veldwerk gedaan om alle benodigde data te verkrijgen om de uitgekozen toetsingsmethodiek te testen. Om dit alles te versterken zijn er interviews gehouden met relevante partijen zoals Sportvisserij Nederland.

De resultaten die het belangrijkste zijn uit het onderzoek is onder andere dat de beste toetsingsmethode om habitatgeschiktheid te toetsen de Beekvissensleutel is. Voor de herintroductie zijn verder de genetica van de te herintroduceren vissen van groot belang voor het slagen van de herintroductie. De vissoorten die in het onderzoek in aanmerking komen voor herintroductie zijn de rivierdonderpad, serpeling en kopvoorn. Deze soorten zijn ondersteund in de beekvissensleutel en hebben een makkelijkere wettelijke status. Deze soorten zijn dus het meest relevant om te herintroduceren. Daarnaast hebben al deze soorten in het gebied van Aa en Maas voorgekomen en dus is herintroductie voor deze soorten een optie.

De belangrijkste aanbevelingen zijn dan ook het gebruik van de beekvissensleutel voor het toetsen van habitatgeschiktheid. Toch is het nuttig om ook verder onderzoek te doen naar het gebruik van modellen zoals PHABSIM of Casimir Fish. Het gebruik hiervan kan een meer gedetailleerd resultaat opleveren. Zo zou er niet alleen voor het hele traject een geschiktheid worden gegeven maar ook voor kleinere delen van het traject. Tot slot is het belangrijk om sommige parameters voor data periodiek te meten. Ook kan het helpen om de data van enkele parameters anders inzichtelijk maken zoals het substraat in beken. Hiervoor zou bijvoorbeeld een kaart in ArcGIS geschikt zijn.

Het onderzoek geeft in een brede context een voorverkenning voor het mogelijke herintroduceren van vissoorten bij Waterschap Aa en Maas. Met vervolgonderzoeken op dit onderzoek kunnen een aantal onderdelen worden verdiept om zo een nog beter beeld te krijgen van de mogelijkheden voor het herintroduceren van beekvissoorten.

# Inhoudsopgave:

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>1. Inleiding en onderzoeksvragen</b>	<b>6</b>
1.1 Inleiding	6
1.2 Onderzoeksvragen	7
<b>2. Literatuuronderzoek:</b>	<b>8</b>
2.1 Achtergrond herintroducties	8
2.1.1 Relevante wetgeving en richtlijnen	8
2.1.2 Genetica en Herkomst	10
2.1.3 Bedreigingen	10
2.2 Voorgaande herintroducties van vissen	11
2.2.1 Herintroductie van kwabaal in de Beerze	11
2.2.2 Herintroductie van beekprik in de Reusel	11
2.2.3 Toekomstige herintroductie van de serpeling bij WS Hunze en Aa's	11
2.2.4 Stageonderzoek Joran van der Meijde	12
2.3 Habitatgeschiktheid	12
2.3.1 Beekvissensleutel	12
2.3.2 Habitat Geschiktheid Index	13
2.3.3 Habitat- en Systeem Geschiktheid Model	13
2.3.4 Vergelijking tussen methodieken	14
2.4 KRW-watertypen en bijbehorende vissoorten	14
<b>3. Methode</b>	<b>16</b>
3.1 Literatuur methode	16
3.2 Praktische Methode	16

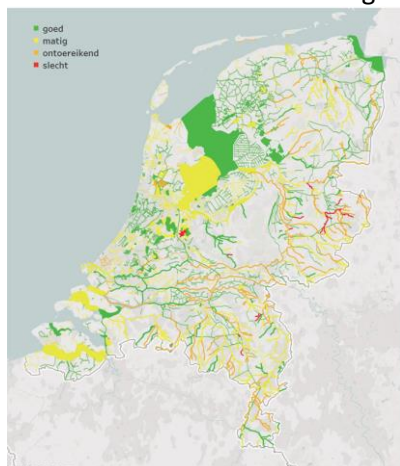
3.2.1	Analyses:	16
3.2.2	Toetsingsmethodes	18
3.2.3	Beekvissensleutel	18
3.2.4	Veldwerk	18
<b>4.</b>	<b>Resultaten</b>	<b>20</b>
4.1	Locaties voor mogelijke herintroductie	20
4.2	Vergelijking van methodieken voor habitatgeschiktheid	20
4.3	Uitkomsten van de Beekvissensleutel	21
4.3.1	Locatie 1: Snelle Loop	22
4.3.2	Locatie 2: Bakelse Aa	23
4.3.3	Locatie 3: Snelle Loop (Berkense Loop)	24
4.3.4	Locatie 4: Kaweise Loop	25
4.3.5	Locatie 5: Hooge Raam (Graspeelloop)	26
<b>5.</b>	<b>Discussie</b>	<b>27</b>
5.1	Opgenomen vissoorten	27
5.2	Missende benodigde data	27
5.3	Te weinig kennis en tijd voor het testen van modellen	27
5.4	Online toepassing Beekvissensleutel niet beschikbaar	28
5.5	Verouderde HGI's	28
5.6	Interpretatie van beekvissensleutel uitkomst	28
5.7	Historisch areaal van de soort	28
5.8	Temperatuurstijgingen en andere veranderingen door klimaatverandering	29
<b>6.</b>	<b>Conclusie en Aanbevelingen</b>	<b>30</b>
6.1	Conclusie	30
6.2	Aanbevelingen	30
6.2.1	Soorten	30
6.2.2	Data	31
6.2.3	Toetsingsmethode	31
6.2.4	Habitatgeschiktheid	32
6.2.5	Beleid	32
6.2.6	Communicatie	33

6.2.7	Overige aanbevelingen	33
<b>7.</b>	<b>Bibliografie</b>	<b>34</b>
<b>8.</b>	<b>Bijlage</b>	<b>39</b>
8.1	Vragenlijsten interviews	39
8.2	Antwoorden uit interviewvragen	42
8.2.1	Interview met Peter Paul Schollema	42
8.2.2	Interview met Ron Schippers	43
8.2.3	Samenvatting interview met Johan Auwerx	44
8.2.4	Interview met Jan Kamman	45
8.3	KRW-waterlopen en bijbehoren vissoorten	47
8.4	Veldformulier	49
8.5	Beschrijving van de vissoorten	52
8.5.1	Kopvoorn	52
8.5.2	Serpeling	52
8.5.3	Grote Modderkruiper	53
8.5.4	Beekprik	54
8.5.5	Winde	54
8.5.6	Riviergrondel	55
8.5.7	Rivierdonderpad	56
8.5.8	Berpje	56

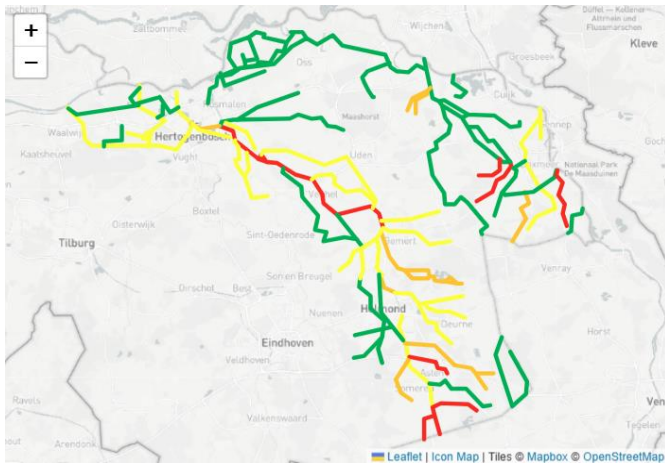
# 1. Inleiding en onderzoeksvragen

## 1.1 Inleiding

Door de normalisatie van beeksystemen en de verslechtering van de fysisch-chemische waterkwaliteit zijn bepaalde beekvissen op lokale of soms zelfs op regionale schaal verdwenen (Compendium voor de Leefomgeving, 2002). Dit zorgt voor een verslechtering van de biodiversiteit van beken en rivieren. De kwaliteit van oppervlaktewater is op meerdere vlakken niet goed genoeg, waaronder de visstand die nog niet overall goed genoeg is (Compendium voor de Leefomgeving, 2002); (Zie *Figuur 1* en *Figuur 2*). Met de KRW-doelstellingen is het doel om een goede fysisch-chemische waterkwaliteit te bereiken. Met goede maatregelen kan de doelstelling, en dus een goede kwaliteit, gehaald worden. Vanuit de KRW worden er maatregelen genomen over de inrichting van beken. Hierdoor worden de habitats steeds een stukje beter (Niels Evers, 2017). Ondanks de verbeteringen in waterkwaliteit, verbetering van habitats en de maatregelen waardoor vismigratie wordt verbeterd kunnen sommige soorten alsnog niet op natuurlijke wijze terugkeren (Sportvisserij Nederland, 2017). Waterschap Aa en Maas wil verkennen of er daarom mogelijkheden liggen voor herintroductie van vissen. Door middel van het herintroduceren van verdwenen vissoorten kan de biodiversiteit in waterlichamen sterk worden bevorderd en worden deze waterlichamen weer een gezonde leefomgeving. Ook voor het voedselweb is dit van belang omdat de vissoorten een belangrijke positie hierbinnen hebben. De meeste van deze vissoorten zijn een prooi voor grotere roofvissen en voeden zichzelf meestal met kleinere organismen zoals insecten, kleine vissen en schaaldieren (RAVON, sd). De meeste vissoorten zijn met name door slechte fysisch-chemische waterkwaliteit of veranderingen aan waterlichamen verdwenen uit bepaalde gebieden. Om een goede biodiversiteit terug te krijgen in waterlichamen moeten eerst deze problemen worden verholpen via maatregelen die uit de KRW volgen. Als dit is gebeurd kan voor bepaalde vissoorten de volgende stap zijn om deze soorten te herintroduceren (Smulders M., et al., 2006). Om de mogelijkheden voor herintroducties van vis te verkennen zijn er een aantal onderzoeksvragen opgesteld die beantwoord moeten worden. Zo is het van belang om te weten welke vissoorten er in aanmerking komen voor herintroductie en wat erbij komt kijken, hoe het best kan worden onderzocht welke toetsingsmethodes voor habitatgeschiktheid mogelijk zijn en welke toetsingsmethode het best kan worden gebruikt door Waterschap Aa en Maas. Door middel van een MCA voor toetsingsmethodes, interviews voor verdiepende informatie, data-analyse en uiteindelijk veldwerk om de beste toetsingsmethode te testen worden deze onderzoeksvragen onderzocht.



*Figuur 1: Beoordeling van vis in de stroomgebieden van de Maas, Rijn, Schelde en Eems. (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022)*



Figuur 2: Beoordeling van vis in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas. (Waterschap Aa en Maas, sd)

## 1.2 Onderzoeksvragen

Om een goede afbakening in het onderzoek te krijgen zijn de onderzoeksvragen van groot belang. Met de onderzoeksvragen kan de grootte van het onderzoek worden bepaald. De onderzoeksvragen in dit onderzoek luiden als volgt:

### Hoofdvraag:

- Wat zijn de mogelijkheden voor de herintroductie van beekvissoorten in het gebied van Waterschap Aa en Maas?

### Deelvragen:

- Welke vissoorten zijn het meest relevant voor herintroductie?
- Wat zijn belangrijke onderwerpen om rekening mee te houden bij herintroductie?
- Welke methodieken voor het toetsen van habitatgeschiktheid zijn er en hoe werken deze?
- Welke toetsingsmethodiek kan Waterschap Aa en Maas het beste gebruiken en werkt deze in de praktijk?

## 2. Literatuuronderzoek:

Voor het onderzoek zijn relevante onderwerpen verder uitgezocht. Hieronder vallen onder andere een voorverkenning van welke vissoorten relevant kunnen zijn voor herintroductie, deze is opgenomen in de bijlage. Ook wordt hier kort ingegaan op de habitateisen. Ook voorgaande herintroducties worden besproken evenals een aantal dingen waar rekening mee moet worden gehouden bij herintroducties zoals wetgeving, genetica en bedreigingen.

### 2.1 Achtergrond herintroducties

Om het herintroduceren van soorten tot een succes te maken moet men rekening houden met enkele achtergrondzaken die van groot belang zijn. Belangrijke zaken om in kaart te brengen in een vooronderzoek naar herintroducties zijn de relevante wetgeving, genetica, herkomst van de uit te zetten vissen en mogelijke bedreigingen die de herintroductie kunnen laten mislukken.

#### 2.1.1 Relevante wetgeving en richtlijnen

Om een soort te mogen herintroduceren moet met verschillende wetten, regels en richtlijnen rekening worden gehouden. Hieronder bijvoorbeeld de visserijwet, het visrecht, de Wet Natuurbescherming en de IUCN-richtlijnen voor herintroducties.

De visserijwet bestaat uit bepalingen rondom visserij in alle vormen. Zo staan hierin de minimummaten voor het vangen van vissen. Onder deze minimummaat moeten de vissen worden losgelaten. Voor herintroducties is de visserijwet van belang omdat voor de vissen die in de visserijwet staan, geen vergunning benodigd is (Zie *Tabel 1*). Als een vissoort niet is opgenomen in de visserijwet moet een vergunning zijn aangevraagd voordat de soort wordt geherintroduceerd. Naast de visserijwet is ook het visrecht belangrijk voor herintroducties. De partij die de visrechthebbende is, kan het visrecht verhuren, machtigen aan een andere partij of zelf toestemming geven aan een andere partij. Bij verhuren hoort bijvoorbeeld een hengelsportvereniging die leden op deze manier toestemming geeft om te vissen in bepaalde wateren. Ook is de visrechthebbende degene die vissen mag uitzetten, mits de soort in de visserijwet is opgenomen. Voor de meeste wateren in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas is Sportvisserij Zuidwest Nederland de visrechthebbende. Voor andere wateren zoals meertjes, plassen, vijvers en sloten zijn meestal hengelsportverenigingen de visrechthebbende. In sommige gevallen is ook de gemeente de visrechthebbende. Deze partijen zijn dus belangrijke stakeholders bij een uitzetting of herintroductie.

Vanuit de Europese Unie is de Habitatrichtlijn opgesteld die voor alle lidstaten gelden. Deze richtlijnen moeten door de lidstaten worden omgevormd in een nationale wetgeving (Vogelbescherming Nederland, sd). In Nederland is dit de Wet Natuurbescherming geworden die inmiddels is opgenomen in de omgevingswet. Hierin zijn soorten beschermd en soms ook een bepaald habitat. Voor enkele vissoorten staan hier bijvoorbeeld gesloten tijden in en enkele algemene regels over bedreigde soorten. Ook beschermingsmaatregelen en Natura 2000 gebieden waar de soort voorkomt worden hierin opgenomen. De soorten die in de habitatrichtlijn zijn opgenomen zijn onder andere de beekprik, grote modderkruiper en rivierdonderpad. In de Wet Natuurbescherming zijn ook nationaal beschermde soorten opgenomen. De soorten die hierin zijn opgenomen zijn de beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en de kwabaal. Voor de soorten geldt dat er een omgevingsvergunning nodig is tenzij in een andere wet dat het toegestaan is (Bij12, 2024). Voor het herintroduceren van vissoorten geldt dat hiervoor naar de visserijwet moet worden gekeken en er dus alleen een vergunning aangevraagd moet worden voor soorten die niet in de visserijwet zijn opgenomen.

Soort:	Visserijwet?
Bermpje	Ja
Riviergrondel	Ja
Grote modderkruiper	Nee, Wet Natuurbescherming
Kopvoorn	Ja
Rivierdonderpad	Nee
Serpeling	Ja
Beekprik	Nee, Wet Natuurbescherming
Winde	Ja

Tabel 1: Soorten in de visserijwet (Nederlands Soortenregister, sd).

Naast deze wetten zijn ook de IUCN-richtlijnen iets om rekening mee te houden. De IUCN-richtlijnen voor herintroducties zijn richtlijnen waaraan moet worden voldaan bij het uitvoeren van elke herintroductie, onafhankelijk van het feit of het wel of geen vergunningsplicht is. De richtlijnen zijn toepasbaar op alle vormen van herintroducties of verplaatsingen (Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations, 2013). De criteria gaan onder andere over monitoring, genetica en de aanpak (Zie *Figuur 3*). Een herintroductie is pas mogelijk als er aan deze criteria wordt voldaan. Aan de meeste van deze criteria wordt al voldaan als er wordt begonnen aan het herintroductieproject. Dit geldt bijvoorbeeld voor multidisciplinaire aanpak, voorgaande herintroducties betrekken en de oorzaken van uitsterven weggenomen. Voor andere criteria moet vooraf onderzoek worden gedaan. Eén van deze criteria is dat de herintroductie in het historisch areaal plaatsvindt. Door dit te onderzoeken kunnen er locaties en soorten worden geselecteerd omdat er enkele soorten afvallen door hun voorkomen op bepaalde locaties in het gebied van Aa en Maas. Dit zijn bijvoorbeeld de riviergrondel en het bermpje die nog in dusdanige hoeveelheid en verspreiding voorkomen dat er met herintroductie momenteel weinig wordt bereikt. Aan de andere kant zijn er ook soorten die niet in het gebied van Waterschap Aa en Maas voorkwamen en daardoor afvallen. Voor de serpeling geldt dat deze voornamelijk meerdere keren is waargenomen op de grenzen met andere waterschappen. De enige waarnemingen die binnen de grenzen van Waterschap Aa en Maas liggen zijn in Grave. Dat de soort maar op een enkele plaats is waargenomen zegt niet meteen dat herintroductie op een andere plek geen mogelijkheid is. Als kan worden aangetoond dat een bepaalde waterloop ook binnen het historisch areaal zou kunnen vallen is herintroductie alsnog een mogelijkheid. Door de criteria van de IUCN te onderzoeken kan er dus al een gerichtere selectie worden gemaakt.

IUCN-criteria voor herintroducties:
● Het leidt tot een duurzame populatie
● Het draagt bij aan duurzaam behoud van de soort
● Multidisciplinaire aanpak
● Vooraf onderzoek naar taxonomische status
● Vooraf inschatting van het aantal uit te zetten dieren
● Betrek ervaringen uit eerdere herintroducties
● Binnen historische areaal
● Habitat is geschikt voor de soort
● Oorzaken uitsterven zijn weggenomen
● Geschikt bronmateriaal is beschikbaar
● Geen negatief effect op de bronpopulatie
● Screening op ziekten
● Programma wordt langdurig (financieel) ondersteund
● Ontheffing op Flora en Faunawet
● Monitoring van zowel uitgezette als bronpopulatie

Figuur 3: IUCN-criteria voor herintroducties (Spikmans F. , Nieuwe kansen voor beekprik in de Reusel?, 2013).

### 2.1.2 Genetica en Herkomst

Naast wetgeving is ook genetica en de herkomst van uit te zetten vissen een belangrijk onderdeel bij het uitvoeren van een herintroductie. Een goede genetische diversiteit zorgt voor een populatie die beter tegen veranderende omstandigheden bestand is. Dit soort populaties kunnen zich beter weren tegen ziektes, klimaatverandering en wisselende omgevingen (Smulders M. , et al., 2006). Als de herintroductie na verloop van tijd voor een groeiende populatie zorgt, zal de genetische diversiteit behouden blijven. Dit in tegenstelling tot gevolgen bij kleine populaties die geïsoleerd zijn. Hier zal eerder inteelt plaatsvinden en wordt de genetische variëteit steeds kleiner. Daardoor zal er minder voortplanting plaatsvinden en is de populatie vatbaarder voor bijvoorbeeld ziektes en veranderingen in het leefgebied (Groot Bruinderink, Smulders, & Koelewijn, 2007). Bij een herintroductie van een soort moet onderzocht worden wat de beste populatie is om dieren uit weg te halen. Omdat er vaak onderlinge verschillen zijn tussen de genetica van soorten op verschillende locaties, moet er een populatie worden gevonden die genetisch zoveel mogelijk lijkt op de verdwenen of uitgestorven populatie (Auwerx, van Doorn, Speybroeck, & van Wichelen, 2023). Er wordt hierbij naar stroomgebied gekeken. Voor Waterschap Aa en Maas zijn vissen uit het Maas stroomgebied nodig. Bij de kwekerij van INBO worden serpelings uit het stroomgebied van de Maas gekweekt. Dit zijn dus qua genetica soorten die veel lijken op de soort die in het gebied van Aa en Maas voor zou kunnen komen. Het uitzetten van vissen die genetisch zoveel mogelijk lijken op de oorspronkelijke populatie is ook één van de criteria van de IUCN-richtlijnen.

De herkomst van een uit te zetten vissoort is dus van groot belang bij een herintroductie. De mogelijkheden voor het verkrijgen van vissen zijn bijvoorbeeld weghalen uit grote populaties op een andere locatie of het opkweken van de vissen. Naast dat de vissen genetisch zoveel mogelijk moeten lijken op de oorspronkelijke populatie, mag de bronpopulatie geen negatieve gevolgen ondervinden van het overplaatsen. Dit betekent in de praktijk dat er een grote populatie aanwezig moet zijn, die op een relatief korte afstand ligt van de uitgekozen locatie zodat er weinig verschil in habitat is. Ook mogen er niet dusdanig veel vissen worden weggehaald uit ene populatie dat dit voor problemen zorgt in de bronpopulatie. Het opkweken van vissen voor herintroducties en bijplaatsingen wordt onder andere gedaan bij het kweekcentrum van de INBO in België. Hier worden vissoorten zoals de serpeling, kopvoorn, rivierdonderpad en beekprik gekweekt (Instituut Natuur- en Bosonderzoek, sd). De vissoorten worden gebruikt voor herintroducties in België die aangevraagd worden door onder andere het Agentschap Natuur en Bos (ANB) en Natuurpunt. Ook met internationale partijen wordt samengewerkt. Voorbeelden hiervan zijn de Nederlandse waterschappen. Zo is in 2009 is de kwabaal geherintroduceerd door Waterschap de Dommel, de kwabalen waren hierbij afkomstig van de kwekerij van INBO. Ook voor andere waterschappen en Sportvisserij Nederland worden er vissen gekweekt. Ook buiten Nederland en België wordt gebruik gemaakt van de gekweekte vissen. Zo is momenteel de voorbereiding voor de herintroductie van de kwabaal in het Verenigd Koninkrijk bezig (Auwerx, Gesprek over herintroducties, 2025).

### 2.1.3 Bedreigingen

Bij het herintroduceren van een soort is het ook belangrijk om de bedreigingen in kaart te brengen. Voor een groot aantal soorten zijn de grootste bedreigingen van populaties de waterkwaliteit en exoten. Ook normalisatie van beken is een probleem, al zijn er veel inspanningen om beken weer te hermeanderen. Om ervoor te zorgen dat deze bedreigingen niet voor problemen zorgen bij de herintroductie van vissoorten, moeten deze bedreigingen eerst verholpen zijn (Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations, 2013) . Veel van de genormaliseerde beken worden weer meanderend gemaakt waardoor de abiotische omstandigheden zoals stroming worden verbeterd. Dankzij beekherstelprojecten en andere maatregelen is de fysisch-chemische waterkwaliteit op veel plaatsen verbeterd. Met de Ecologische Sleutelfactoren (ESF) wordt bekeken of een waterlichaam gezond mag worden genoemd (STOWA, sd). Met deze ESF's wordt per

waterlichaam bekeken of het voldoet aan de randvoorwaarden van een gezond waterlichaam (Waterschap Aa en Maas, sd). Bij Waterschap Aa en Maas lijken over het algemeen stroming en stagnatie en de connectiviteit van waterlopen voor de meeste problemen te zorgen, al verschilt dit per waterloop (Mondelijke mededeling stressoren). Over exoten zijn al veel dingen bekend maar ook best wat dingen niet. Wat wel bekend is, is dat soorten kunnen concurreren om geschikt habitat en voedsel. Ook kan de aanwezigheid van exoten zorgen voor ziekten, hybridisatie en predatie. (Spikmans, et al., 2010). Aangezien exoten allemaal verschillend zijn en een andere leefwijze hebben zijn niet alle exoten gevaarlijk voor inheemse vissen. Toch is het belangrijk om voorafgaande aan de herintroductie in kaart te brengen welke exoten voorkomen op de geselecteerde locatie om zo te onderzoeken of deze schadelijk kunnen zijn.

## **2.2 Voorgaande herintroducties van vissen**

In Nederland zijn al voor verscheidene vissoorten een poging tot herintroductie gedaan. Voorbeelden hiervan zijn de kwabaal, beekprik, Atlantische steur en de vlagzalm. Met name de kwabaal en beekprik van interessant omdat dit beekvissen zijn die ook onder andere in Noord-Brabant voorkomen. Bij deze herintroducties zijn dingen opgevallen en bovengekomen waar rekening mee moet worden gehouden bij toekomstige herintroducties. Daarnaast kan ook de werkwijze die gehanteerd is nuttige informatie opleveren voor een toekomstige herintroductie.

### **2.2.1 Herintroductie van kwabaal in de Beerze**

In 2009 is een herintroductie van start gegaan voor de kwabaal. Met deze herintroductie zijn vanaf oktober 2009 kwabalen uitgezet in de Beerze. In deze jaren zijn er in totaal 10000 kwabalen uitgezet op 9 locaties in de Beerze (Beelen, Herintroductie van de kwabaal in de Beerze, sd). De Beerze is een beek in Noord-Brabant die aan de hand van een HGI als beste uit de test kwam op basis van de habitatgeschiktheid voor de kwabaal (Beelen, Kwabaal in de Beerze, 2010). Dit is pas gedaan na enkele jaren van beekherstel. De uitgezette vissen zijn gekweekt bij het Instituut voor natuur- en bosonderzoek (INBO) in Vlaanderen. Nadat de vissen zijn uitgezet is de jaren daarna veel gemonitord. Eén van de problemen waartegen werd aangelopen was de moeilijkheid van het vangen van de kwabalen. De kwabalen die wel werden teruggevonden waren in een goede conditie. In 2019 bleek dat ook natuurlijke voortplanting was gelukt en dus lijkt dat voor de toekomst een goed teken te zijn voor deze populatie in de Beerze (Groen, sd).

### **2.2.2 Herintroductie van beekprik in de Reusel**

De beekprik is sinds 2014 uitgezet in de Reusel. Deze beek bleek op het gebied van waterkwaliteit en habitatgeschiktheid goed genoeg om beekprikken te herintroduceren. Daarom zijn er vanaf 2014 jaarlijks om en nabij de 1000 beekprikken uitgezet. Deze beekprikken komen uit een populatie in de Dommel en Keersop (Spikmans & Schiphouwer, Eerste resultaten beekprik herintroductie Noord-Brabant zijn bemoedigend, 2016). De soort is jaarlijks gemonitord na het uitzetten. Hierdoor werd bekend dat de beekprik goed kon overleven in de Reusel en dat de soort zich ook voortplant (Provincie Noord-Brabant, 2019).

### **2.2.3 Toekomstige herintroductie van de serpeling bij WS Hunze en Aa's**

Bij Waterschap Hunze en Aa's is momenteel een herintroductie bezig van de serpeling. Dit wordt gedaan in samenwerking met organisaties zoals Sportvisserij Nederland, Waterschap Noorderzijlvest, INBO en Sportvisserij Groningen Drenthe. Met deze organisaties wordt vangen, kweken, uitzetten en deels de monitoring gedaan. Voor een uitgebreider onderzoek is een onderzoeksvoorstel voor een RAAK PRO subsidie ingediend in samenwerking met Hogeschool van Hall Larenstein en Wageningen University & Research. Voor de herintroductie zijn in de winter van 2024/2025 serpelingsen gevangen

in de Drentsche Aa en vervolgens naar de kwekerij van de INBO gebracht. Deze vissen worden momenteel verder gekweekt en deze zullen naar verwachting in het najaar van 2025 worden uitgezet in het Peizerdiep en de Ruiten Aa. Gedurende een periode van 5 jaar zal de uitzet van serpeling worden doorgezet. Jaarlijks zullen 15000 vissen worden uitgezet waarvan de helft in het Peizerdiep en de andere helft in de Ruiten Aa (Schollema, 2025).

De reden van herintroductie is omdat door middel van monitoring van onder andere serpeling bekend werd dat natuurlijke rekolonisatie niet mogelijk is naar het Peizerdiep en de Ruiten Aa. Door KRW-onderzoek en hierop aanvullende fuiken onderzoek, is in kaart gebracht dat de serpeling niet voorbij de overgang van stromend naar stilstaand water komt. Hierdoor is het niet mogelijk dat de soort uit zichzelf terugkeert in het Peizerdiep en de Ruiten Aa waardoor herintroductie van de soort de enige mogelijkheid is om weer serpeling in deze wateren te krijgen (Schollema, 2025).

#### **2.2.4 Stageonderzoek Joran van der Meijde**

Bij Waterschap Brabantse Delta heeft Joran van der Meijde een onderzoek gedaan naar onder andere de trends en ontwikkeling van de verspreiding van aangetroffen vissoorten bij zowel Brabantse Delta als Aa en Maas. Voor de in dit onderzoek interessante vissoorten, rivierdonderpad, serpeling en kopvoorn, blijkt dat rivierdonderpad bij Aa en Maas is afgenomen tot het punt dat de soort niet meer is aangetroffen tijdens bemonsteringen. Bij Brabantse Delta is een verschuiving van de locatie waar de soort voorkomt opgetreden. De serpeling is bij beide waterschappen niet aangetroffen tijdens bemonsteringen. Bij de kopvoorn is te zien dat de aantallen erg laag zijn in beide gebieden. Bij Brabantse Delta is na 2015 geen kopvoorn meer aangetroffen terwijl de soort bij Aa en Maas tussen 2022 en 2024 drie keer is waargenomen in de Oeffeltsche Raam e.a. Over het algemeen lijkt er voor de rivierdonderpad een daling van de aantallen te zijn. Bij Waterschap Aa en Maas lijkt droogval een oorzaak te kunnen zijn voor de afwezigheid van de soort. Voor kopvoorn verschilt het per waterschap maar geen trend zichtbaar is zichtbaar tot nu toe. Serpeling is een zeldzame soort in beide gebieden en is ook niet aangetroffen.

### **2.3 Habitatgeschiktheid**

Om te weten of, en zo ja, welke vissoorten mogelijkheden zijn om uit te zetten in een beek moet er bekend zijn wat de gesteldheid van de uitgekozen beken is. De geschiktheid van beken testen kan op verschillende manieren gebeuren.

#### **2.3.1 Beekvissensleutel**

Eén van deze manieren is door middel van het gebruik van de beekvissensleutel. De beekvissensleutel is geïntroduceerd door de organisatie Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit. Deze organisatie wordt aangestuurd en gefinancierd door BIJ12, IPO en het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) (OBN Natuurkennis, sd). Het wordt gecoördineerd door de Vereniging van Bos- en Natuurterrein Eigenaren (VBNE). In deze beekvissensleutel wordt er aan de hand van milieu- en habitatsomstandigheden en een korte vragenlijst voor 6 soorten beekvissen bekeken of het een bepaald habitat geschikt is. Mocht dit niet het geval zijn worden er aanbevelingen gegeven over hoe het beekstelsel hersteld of veranderd kan worden naar preferentie van de gekozen beekvissoort. De beekvissen die door de beekvissensleutel worden ondersteund zijn kwabaal, kopvoorn, rivierdonderpad, serpeling, riviergrondel en de beekprik. Vervolgens kan er voor drie fases worden bekeken of een bepaald beektraject geschikt is. De drie fases die kunnen worden bekeken zijn larven en juveniele, volwassen vissen en eiafzet. De meest vragen die worden gesteld gaan over de breedte, stroomsnelheid, helderheid, zuurstofconcentratie, substraten en de waterdiepte.

### 2.3.2 Habitat Geschiktheid Index

In de habitat geschiktheid indexen (HGI's) van de verschillende soorten is te zien wat voor voorkeur de vissen hebben bij verschillende parameters. Het doel van de HGI's is om verschillende partijen te helpen met onder andere het beheer en bescherming van verschillende soorten. De habitateisen van de soort zijn onderverdeeld in parameters die besproken worden in deze HGI's. Voorbeelden van parameters die besproken worden zijn temperatuur, zuurstofgehalte, pH, substraat, diepte en stroomsnelheid. De gegevens over deze habitatvoorkeuren van de soorten komen uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken. Er komen verschillende uitkomsten uit de onderzoeken waardoor al de verschillende waarden worden opgenomen in de HGI. Ook staan er HGI-modellen in. Dit zijn grafieken waarin overzichtelijk kan worden afgelezen bij welke waarde welke geschiktheidsindex van 0 tot 1 hoort. 0 is hierin volledig ongeschikt en 1 is optimaal. Om dit allemaal overzichtelijk te krijgen per vissoort is het wel de beste manier om dit bijvoorbeeld in Excel te zetten om zo een overzicht van de geschiktheid per parameters te krijgen.

### 2.3.3 Habitat- en Systeem Geschiktheid Model

Een andere mogelijkheid om de geschiktheid van een locatie te toetsen is een Habitat- en Systeem geschiktheid model (HSGM). Dit model wordt door sommige organisaties gebruikt bij het toetsen van de geschiktheid van een locatie, waaronder Sportvisserij Nederland (Kamman, 2025). Het habitat geschiktheid model wat wordt gebruikt is te herleiden naar de beekvissensleutel. Het model dat bij Sportvisserij Nederland wordt gebruikt is in principe dus hetzelfde als de beekvissensleutel. Naast deze methode die in Nederland vaak gebruikt wordt, zijn er andere modellen die worden gebruikt voor de toetsing van habitatgeschiktheid. Voorbeelden hiervan zijn het PHABSIM-model en het CASIMIR Fish model (Yi, Cheng, Wieprecht, & Tang, 2014). Het PHABSIM-model staat voor Physical HABitat SIMulation. Het model legt hydrologische en ecologische parameters naast elkaar om zo voor verschillende locaties de habitatgeschiktheid voor vissoorten en andere ongewervelde soorten te toetsen. Het model kan door middel van data over diepte, stroomsnelheid en substraat in combinatie met afvoerdebiet een voorspelling van de geschiktheid van het habitat geven. De habitateisen kunnen voor dit model uit de HGI's van de vissoorten gehaald (Booker & Dunbar, 2004). De resultaten die uit PHABSIM komen kan bijvoorbeeld 'Weighted Usable Area' (WUA) zijn. Hierin zijn de kwantiteit en kwaliteit van het habitat samengevoegd tot een waarde per traject zoals  $m^2$  per 1000 meter (Harris, Hubert, & Wesche, 1992). Met deze waarden kunnen per soort en per levensfase grafieken worden gemaakt waar te zien is in welke hoeveelheid een beektraject geschikt is (Ayillón, Almodóvar, Nicola, & Elvira, 2011).

Een ander veelgebruikt model voor het simuleren van habitat en de geschiktheid hiervan is het CASIMIR Fish model. CASIMIR staat voor 'Computer Aided Simulation Model for Instream Flow Requirements.' Het werkt met het principe van Fuzzy Logic. Dit betekent dat het model doorredeneert van de variabelen naar een geschiktheidsindex. Een voorbeeld hiervan is: "als de stroomsnelheid laag is en de diepte is laag en de substraatgrootte is medium en het beschuttingstype is 2 dan is de geschiktheidsindex hoog" (Schneider, Noack, Gebler, & Kopecki, 2010). De resultaten van het model bestaan uit grafieken van deze variabelen zijn uitgezet tegen een geschiktheid (Jorde, Schneider, Peter, & Zoellner, 2001). Het principe van deze grafieken komt overeen met de HGI's van de vissoorten. Het grote verschil zit hem in het feit dat in het CASIMIR model dit al is toegepast op een bepaald waterlichaam terwijl dit bij de HGI's nog handmatig moet worden gedaan. De grafieken kunnen ook worden omgezet in een kaart van het waterlichaam waarin de geschiktheid gedetailleerd is weergegeven.

### 2.3.4 Vergelijking tussen methodieken

De verschillende methodieken hebben allemaal voor- en nadelen. Sommige van deze voor- en nadelen wegen zwaarder dan andere. De Beekvissensleutel heeft als groot voordeel dat deze methode de andere twee methodieken combineert. Hierdoor is dit qua gebruiksgemak en efficiëntie in gebruik de beste optie. Toch heeft ook de beekvissensleutel zijn nadelen, zo is deze alleen toepasbaar op zes vissoorten waarvan er vijf in dit onderzoek voorkomen. Voor de andere drie soorten, de winde, berrmpje en grote modderkruiper, is dit dus geen optie.

Voor de Habitat geschiktheid indexen van de verschillende soorten geldt dat er voor een hoop vissoorten een HGI bestaat. Zo is er voor elke soort in dit onderzoek een HGI. Ook een voordeel zijn de grafieken die in hierin staan. Hier is een geschiktheidsindex af te lezen bij elke waarde van de parameter. Wat hiermee wel een nadeel is, is dat deze informatie per parameter wel moet worden omgezet in bijvoorbeeld een Excel tabel. Het begin van het habitat toetsen is dus aanwezig met de HGI's maar om het te kunnen toepassen op verschillende waterlopen moet er een vervolg aan gegeven zijn. Dit kan in de vorm van Excel maar ook een andere modelvorm is hiervoor geschikt. Deze extra stappen zorgen voor meer tijd die nodig is om waardevolle resultaten te krijgen en dus is het minder gebruiksvriendelijk en minder efficiënt.

Ten slotte zijn er de verschillende modellen die mogelijk kunnen zijn om habitatgeschiktheid te toetsen. De modellen die in dit onderzoek zijn meegenomen zijn het Habitat- en Systeem Geschiktheid Model (HSGM) die is ontwikkeld door Ralf Verdonschot. Het voordeel van dit model is dat het op dezelfde manier werkt als de beekvissensleutel. Wel is het hierdoor niet nodig om beide methodieken te bespreken en dus wordt alleen de beekvissensleutel behandeld. De andere modellen, PHABISM en CASIMIR, zijn modellen waar kennis van het model van belang is om het goed te kunnen gebruiken. Dit is een nadeel van deze modellen. Wel zijn deze modellen mogelijk van belang voor als er een andere soort dan de zes in de beekvissensleutel moet worden toegepast.

Wat wel overkoepelend is voor alle methodieken is dat data van groot belang is. Zo hebben deze allemaal data nodig van de parameters die opgenomen zijn in de HGI's. Enkele van deze parameters worden nog niet gemeten en dus is het van belang om ook van deze parameters data te verzamelen. Voorbeelden hiervan zijn trofiegraad en gesuspendeerde stof. Ook mogelijk zijn de hoeveelheden en de locaties van paaiplaatsen voor soorten in kaart brengen. Als ook dit soort data aanwezig is, kunnen dit soort habitatgeschiktheid toetsingen makkelijker en sneller worden uitgevoerd.

Om de drie methodieken te vergelijken wordt er een MCA gebruikt. Hierbij worden er scores gegeven op basis van criteria. De criteria die zijn gebruikt voor deze vergelijking zijn: Gebruiksvriendelijkheid, volledigheid en tijdskosten.

## 2.4 KRW-watertypen en bijbehorende vissoorten

De habitateisen van de verschillende soorten zijn uitgewerkt en samengevat in een tabel in Excel. Met de habitateisen van de soorten wordt per soort bekeken in welke beken er mogelijkheden liggen. Er is eerst bekeken welke data er al aanwezig is. Met deze data wordt per vissoort bekeken of er beken geschikt zijn voor verschillende levensfasen van de soort.

Naast dat er vanuit de vissoorten en hun habitateisen kan worden gekeken, kan er ook andersom worden geredeneerd. Op deze manier kan er vanuit de beken in het gebied van Aa en Maas worden gekeken. Zo zijn er in het gebied wat R-typen betreft alleen R4, R5, R6 en R20 typen aanwezig, waardoor er al minder mogelijkheden zijn omdat elk typen bepaalde vissoorten trekt (Waterschap Aa en Maas, sd).

Watertype:	Vissoorten:
R4: Permanente langzaam stromende laagland/heuvelland bovenloop op zand.	Bermpje, Riviergrondel (Algemeen). Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde (Minder Algemeen). Beekprik (Afhankelijk van plaatselijke omstandigheden).
R5: Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand.	Bermpje, Serpeling, Riviergrondel, Rivierdonderpad
R6: Langzaam stromend riviertje op zand klei.	Winde, Kopvoorn, Bermpje, Serpeling, Riviergrondel, Rivierdonderpad
R20: Moerasbeek.	Bermpje, Riviergrondel, Winde, Grote Modderkruiper

Tabel 2: KRW-watertypen en bijbehorende vissoorten (Altenburg, et al., 2018).

De overige watertypen die zich in het gebied van Waterschap Aa en Maas bevinden zijn M-typen. Dit zijn kanalen of sloten. Aangezien het onderzoek zich alleen richt op beken, kunnen de M-typen worden uitgesloten als mogelijke locatie en dus kan het zoekgebied al aanzienlijk verkleind worden. De beken die overblijven als er alleen wordt gekeken naar KRW-Waterlichamen van de watertypen R4, R5, R6 en R20 worden weergegeven in *Tabel 2*.

## 3. Methode

In de methode is gedetailleerd beschreven welke stappen zijn genomen om tot de resultaten te komen. Dit hoofdstuk is in twee delen verdeeld om een duidelijk onderscheid te creëren tussen verschillende fases van het onderzoek, namelijk de literatuurstudie en het meer praktische onderzoek.

### 3.1 Literatuur methode

Om in het onderzoek ook ervaring die in de praktijk is opgedaan mee te nemen, is er literatuuronderzoek gedaan. De al gedane onderzoeken naar herintroductie van vissoorten en andere relevante onderwerpen helpen om vergelijkingen te kunnen trekken in de werkwijze van de onderzoeken. Hiermee kan veel worden geleerd voor als er in de toekomst een herintroductie bij Aa en Maas wordt gedaan. Er is onder andere literatuuronderzoek gedaan naar de vissoorten. Met name naar de ecologie, verspreiding en de eisen die de soorten aan hun habitat stellen. Om tot informatie over de soorten te komen is er op verschillende manieren informatie verworven. Zo zijn er documenten en rapporten gezocht in de databases van GreenI, Google Scholar, Science Direct, ResearchGate, de Hydrotheek van STOWA en de bibliotheek van Sportvisserij Nederland. Bij de laatstgenoemde zijn de Habitatgeschiktheid Indexen (HGI's) van alle vissoorten in dit onderzoek opgevraagd. Ook zijn er andere bruikbare sites gebruikt waar informatie over de vissoorten kon worden verkregen. Deze sites waren onder andere RAVON, WUR en Fishbase. Om tot bruikbare resultaten te komen zijn telkens bepaalde zoektermen gebruikt. De zoektermen die gebruikt zijn gaan met name over de vissoorten. Zo zijn onder andere algemene zoektermen zoals "serpeling" en "Leuciscus Leuciscus" gebruikt, maar ook termen als "habitateisen kopvoorn" en "habitatgeschiktheid grote modderkruiper". Naast deze Nederlandse zoektermen zijn ook dezelfde zoektermen in het Engels gebruikt. Ook zijn voorgaande herintroducties onderzocht net als belangrijke zaken omtrent herintroducties. Naast onderzoek naar voorgaande studies en onderzoeken is ook informatie verkregen uit interviews met verschillende personen die zijn opgenomen in de tabel in het Plan van Aanpak. Om informatie te verkrijgen over habitatgeschiktheid methodieken zijn vrijwel dezelfde bronnen gebruikt maar met name Google Scholar en GreenI zijn hiervoor veel gebruikt. Zo is er informatie verkregen over modellen, rapporten van deze methodieken en de voor- en nadelen per methode.

De interviews zijn gehouden volgens een semigestructureerd interview vorm. Dit houdt in dat er voor elk interview een lijst met vragen is opgesteld en dat er op basis van het verkregen antwoord op een vraag nog verder is doorgevraagd. Op deze manier werd er een diepgaand interview bereikt waarin veel informatie werd opgehaald. De vragen die per interview gesteld zijn, zijn opgenomen in de bijlage.

### 3.2 Praktische Methode

In de praktische methode is beschreven wat er is gedaan voor data-analyse, het kiezen van de toetsingsmethodiek, het gebruik van de methodiek en het doen van veldwerk.

#### 3.2.1 Analyses:

Voor het kiezen van een geschikte locatie zijn een aantal onderdelen van belang. Eén hiervan is de historische en huidige verspreiding en waarnemingen van de soorten. In het NDFF-uitvoerportaal is gekozen om de waarnemingen vanaf 1950 mee te nemen voor de historische data. Dit is het eerste jaar waarvoor gekozen kan worden in NDFF. Op deze manier zijn alle waarnemingen van de acht

opgenomen vissoorten als shapefile geëxporteerd naar ArcGIS Pro. In GIS zijn vervolgens alle vissoorten uitgezet in een kaart samen met andere kaartlagen die van belang zijn. Naast de historische data is ook de data van de laatste drie jaar gebruikt per soort. Hiermee is de huidige verspreiding zo goed mogelijk inzichtelijk gemaakt in een enkele kaart per soort. Voor de meeste soorten zijn er geen waarnemingen geweest van alleen het afgelopen jaar daarom is gekozen voor drie jaar. Ook is met deze kaart duidelijk en inzichtelijk gemaakt waar de soorten voor het laatst zijn waargenomen. Omdat twee van de acht soorten in vrijwel het hele gebied voorkwamen en ook in de huidige waarnemingen nog veelvuldig en verspreid voorkomen is ervoor gekozen om deze twee soorten, de riviergrondel en het bierpje, niet verder mee te nemen in het onderzoek. Omdat de grote modderkruiper en de winde niet in de beekvissensleutel zijn opgenomen vallen ook deze soorten af. Ten slotte is door de moeilijke wettelijke status van de beekprik, die een beschermd soort is, gekozen om ook deze niet mee te nemen voor het zoeken naar geschikte beken en het testen van de uitgekozen methodiek. Uiteindelijk is dus besloten om de kopvoorn, serpeling en rivierdonderpad mee te nemen in dit onderzoek.

Om te bekijken of er ergens in de beken binnen het gebied van Aa en Maas mogelijkheden liggen voor een herintroductie van een soort is er door middel van de HGI's van de vissoorten bekeken wat deze soorten van hun habitat eisen. De drie soorten stellen vooral eisen aan het zuurstofgehalte, pH, temperatuur, diepte, stroomsnelheid en bodemsubstraat. Enkele van de soorten stellen ook eisen aan de hoeveelheid beschutting, beschaduwing, zwevend stofgehalte, begeleidende vissoorten en chemische gesteldheid (Bakker, Habitat Geschiktheid Index Model Kopvoorn, 1992). Voor een aantal van deze variabelen zijn gegevens te vinden, dit zijn meestal de variabelen die jaarlijks of maandelijks gemeten worden. Dit zijn bijvoorbeeld het zuurstofgehalte, de temperatuur en de pH. Ook data van andere variabelen zoals stroomsnelheid, beschaduwing en substraat is bekend en dus zijn ook deze variabelen vergeleken met de eisen. Om de hoeveelheid mogelijke locaties terug te brengen tot uiteindelijk maximaal vijf waterlopen, is voor elke soort eerst bekeken welke waterlopen op basis van alleen de temperatuur en zuurstofgehalte voldoen. De reden om met parameters een eerste selectie te maken is omdat er van zuurstof en temperatuur veel data is. Deze data is ook nog eens mooi verdeeld over het jaar en dus kan hier goed een conclusie uit worden gehaald. In de meeste gevallen is de maximale temperatuur gedurende het jaar de waarde waarnaar gekeken moet worden, met de data is dit makkelijk af te lezen. Hetzelfde geldt voor het zuurstofgehalte. Na de eerste selectie op basis van temperatuur en zuurstofgehalte is ook naar de andere parameters gekeken om zo een nog specifiekere selectie van locaties te verkrijgen. Nadat de meetpunten in de waterlopen die voldoen bekend zijn, worden deze in ArcGIS gezet. Door middel van de 'maatlaten voor natuurlijke watertypen' van de STOWA (Altenburg, et al., 2018), zijn de vissoorten per R-watertype bekeken waardoor er alleen naar meetpunten in de R-typen is gekeken. Om uiteindelijk nog verder in te zoomen is er een stroomsnelheid kaart overheen gelegd waardoor te zien is of deze voldoet voor de soorten. Zo zijn er uiteindelijk per soort enkele locaties opgenomen die mogelijk geschikt zijn op basis van deze parameters.

Voor de habitateisen van deze verschillende soorten zijn de HGI's van de soorten gebruikt. Vervolgens zijn in Excel per soort de habitateisen overzichtelijk in een tabel gezet. Ook is de data over zuurstof en temperatuur geëxporteerd vanuit PowerBI. In deze data is gezocht naar meetpunten waar de temperatuur en de zuurstof een waarde hebben die goed genoeg is voor de overleving van de soort op die locatie. In de HGI's is per soort opgenomen wat, op basis van eerder uitgevoerde onderzoeken, de spreiding is waarin de soort voorkomt. Deze gegevens zijn allemaal gebaseerd op onderzoeken die meestal in een bepaalde waterloop hebben plaatsgevonden. De onderzoeken zijn ook in verschillende landen gedaan zoals Zweden en Engeland. Om deze gegevens te kunnen toepassen op het selecteren van een waterloop is vervolgens gekeken naar de HGI-modellen die ook in het document zijn opgenomen. Hier is bijvoorbeeld af te lezen bij welke waarde welke geschiktheid hoort. Op basis hiervan is een minimale en maximale waarde van een bepaalde

parameter besloten. De meetpunten die op basis van de gegevens in de HGI's goed genoeg zijn voor de soorten, zijn vervolgens in ArcGIS gezet. Door deze meetpunten over de R-watertypen te leggen en te vergelijken met stroomsnelheid, kan er met deze methode steeds verder worden ingezoomd om zo uiteindelijk een aantal geschikte locaties per soort te vinden. Om dit onderdeel te versterken is gebruik gemaakt van de kennis van collega's. Zij weten hoe deze waterlopen er uitzien en of de kwaliteit goed is. Daarom is er met enkele ecologen gesproken om zo ook enkele waterlopen te selecteren op basis van de bevindingen van collega's. Deze waterlopen zijn vergeleken met de data-analyse om zo een aantal waterlopen uit te kiezen waar het veldwerk is gedaan en waarop de beekvissensleutel is uitgevoerd.

### 3.2.2 Toetsingsmethodes

Eén van de onderzoeksvragen die is onderzocht is: Welke toetsingsmethode voor habitatgeschiktheid kan Aa en Maas het beste gebruiken? Om dit te onderzoeken worden er criteria gebruikt waarop de drie mogelijke toetsingsmethodes worden gewaardeerd. Om zeker te weten dat de uitgekozen criteria ook voor Waterschap Aa en Maas belangrijke variabelen zijn, is dit besproken met de stagebegeleiders. Op basis van hoe belangrijk deze criteria zijn ingeschat, is er een weging gehangen aan de verschillende criteria. Op deze manier tellen de voor het Waterschap belangrijkste criteria het zwaarste mee. Dit alles is vervolgens in een Excel tabel gezet. Hierin zijn de criteria en de weging en scores tegen elkaar afgezet waarmee er uiteindelijk per methode een eindscore uitkomt. Op basis van de score en weging is één van de methodes de beste toetsingsmethode voor Waterschap Aa en Maas.

### 3.2.3 Beekvissensleutel

Door de methodieken voor de toetsing van habitatgeschiktheid te vergelijken door middel van een MCA, is de beekvissensleutel de beste methode gebleken op basis van de criteria. Aangezien de beekvissensleutel maar 6 soorten ondersteunt vallen er al enkele soorten af. Uiteindelijk is de beekvissensleutel ingevuld voor de kopvoorn, serpeling en rivierdonderpad op verschillende locaties. Voor de beekvissensleutel is normaal gesproken een online toepassing beschikbaar op de site van OBN. Tijdens het onderzoek was dit door technische problemen tijdelijk niet het geval. Om toch de beekvissensleutel te testen is gebruik gemaakt van het achtergrondbestand van de online beekvissensleutel. Dit achtergrondbestand is uiteindelijk bruikbaar gemaakt door zo veel mogelijk cellen te verwijzen in deze Excel-tabel. Door een meerkeuze vraag te beantwoorden komt er per levensfase een score uit die wordt vergeleken met grenswaardes. Ook komt erbij te staan in hoeverre het beektraject geschikt is voor de soorten. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd of de gekozen locaties mogelijkheden bieden voor herintroductie van de soorten.

### 3.2.4 Veldwerk

Om de gekozen toetsingsmethode te testen is de beekvissensleutel, die het best uit de test kwam, gebruikt om de mogelijkheden voor de vissoorten te toetsen op twee van de locaties die uit de data-analyse kwamen. Om dit te doen is veldonderzoek gedaan naar de parameters waarover de beekvissensleutel vragen stelt en waar geen of weinig data van was. Voorbeelden hiervan zijn het substraat en het bodemzicht. In de voorbereiding hiervoor is een formulier opgesteld waarin de parameters die nog onbekend zijn voor deze waterloop zijn opgenomen. Zo was het in het veld duidelijk waar op gelet moest worden. Tijdens het veldwerk is de volledige afstand van het traject (50 meter of 1000 meter) bekeken en is eerst gelet op bodemzicht. Het bodemzicht is op het formulier genoteerd als "Ja" of "Nee". Als het er bodemzicht was is ook over de volledige lengte van het traject naar het substraat gekeken. Er is geschat hoeveel meter er van een bepaald substraat was zodat dit omgerekend kon worden naar een percentage. Ook is bekeken of er algengroei was op het

substraat aangezien ook dit een vraag uit de beekvissensleutel is. Als er geen bodemzicht was, is uitgegaan van de substraat data die per deeltraject is opgenomen in de factsheets van de waterlopen. De verkregen waarnemingen van het veldwerk zijn genoteerd en de gegevens zijn vervolgens gebruikt om de beekvissensleutel in te vullen.

## 4. Resultaten

Door middel van het onderzoeken van de deelvragen zijn er resultaten verkregen. De resultaten zijn per deelvraag uitgewerkt in dit hoofdstuk. Hierin is opgenomen welke locaties geschikt zijn en hoe hiertoe is gekomen, de vergelijking van de methodieken en de uitkomsten van de gekozen methodiek per mogelijk geschikte waterloop.

### 4.1 Locaties voor mogelijke herintroductie

In GIS zijn door middel van het combineren van geschikte meetpunten, de stroomsnelheid en parameters zoals beschaduwing een aantal mogelijk geschikte locaties verkregen. De geschikte meetpunten zijn per soort geselecteerd op basis van de geprefereerde temperatuur en zuurstofgehalte volgens de HGI's van de soorten. De locaties van de meetpunten zijn ook nog langs andere data gelegd van bijvoorbeeld substraat, waterplanten, diepte en breedte. De gegevens van substraat en vegetatie komen uit de factsheets van de verschillende waterlichamen. In de factsheets is een waterloop opgedeeld in deeltrajecten. Omdat in de deeltrajecten verschillende substraten en percentages waterplanten aanwezig zijn is gekozen voor een deeltraject van de waterloop die het meest geschikt is. De deeltrajecten worden ook gebruikt bij de Water Systeem Analyse (WSA). Naast data-analyse is ook met een ecoloog besproken wat mogelijk geschikte locaties kunnen zijn. Deze drie manieren voor het verkrijgen van data en locaties zijn met elkaar vergeleken om zo 5 verschillende locaties te selecteren zoals te zien in Tabel 4. De locaties geven aan dat dit de meest geschikte locaties zijn voor het testen van de beekvissensleutel op basis van de parameters in de beekvissensleutel.

Soort:	Locatie 1:	Deeltraject:
Kopvoorn	Bakelse Aa, Kawaise Loop, Snelle Loop,	BOK-4, ESL-2 en BOK-2
Serpeling	Bakelse Aa, Kawaise Loop, Snelle Loop,	BOK-4, ESL-2 en BOK-2
Rivierdonderpad	Esperloop, Hooge Raam	ESL-3 en HBH- 1

Tabel 3: Mogelijke soorten en locaties die voor herintroductie in aanmerking komen

### 4.2 Vergelijking van methodieken voor habitatgeschiktheid

De drie verschillende methodieken, de beekvissensleutel, HGI's en habitat geschiktheid modellen, zijn door middel van een MCA vergeleken. Op basis van negen criteria waar per methodiek een score van 1 tot 5 aan is gegeven, zijn er resultaten verkregen over de methode die door Waterschap Aa en Maas het best kan worden toegepast voor het toetsen van de geschiktheid van een beek. De criteria zijn samengesteld door te overleggen wat belangrijke onderdelen zijn en door gebruik van een soortgelijk onderzoek naar methodieken van STOWA (Wilhelm & Droog, 2024). De negen criteria zijn allemaal voorzien van een weging. Deze weging is beslist met de opdrachtgevers en is gemaakt op basis van hoe belangrijk de criteria wordt geacht. Gebruiksvriendelijkheid en de input worden als het belangrijkste gezien. De weging is vervolgens vermenigvuldigd met de gegeven score zodat er uiteindelijk een totale score met methodiek uitkomt. Uit de MCA (Figuur 4) blijkt dat de

beekvissensleutel op basis van de criteria gebruiksvriendelijkheid, betrouwbaarheid en tijdsduur het beste scoort en mede door deze criteria de hoogste score krijgt en dus wordt aanbevolen voor gebruik bij Waterschap Aa en Maas.

Criteria	Weging	HGI	Beekvissensleute	Model
Gebruiksvriendelijkheid	3	3	5	1
Volledigheid	2	5	2	3
Tijdsintensiviteit	1	3	5	2
Betrouwbaarheid	2	1	4	3
Robuustheid	1	3	3	2
Input	3	3	3	2
Ruimtelijke dekking	1	3	3	1
Beschikbaarheid	2	5	3	3
Up to date	2	1	3	3
Totaal	-	51	59	38

Figuur 4: MCA van de methodieken

### 4.3 Uitkomsten van de Beekvissensleutel

Via het achtergrond bestand waar de Beekvissensleutel op gebaseerd is, zijn de locaties van de waterlopen die geselecteerd zijn, getest op de habitatgeschiktheid. De reden dat dit met het achtergrond bestand is gedaan, is dat door technische problemen de beekvissensleutel niet meer online staat. Dit achtergrondbestand is deels omgebouwd om er zo alsnog dezelfde resultaten uit te halen als in de online toepassing. In de beekvissensleutel zijn uitkomsten over de geschiktheid van de beek voor verschillende soorten gekomen.

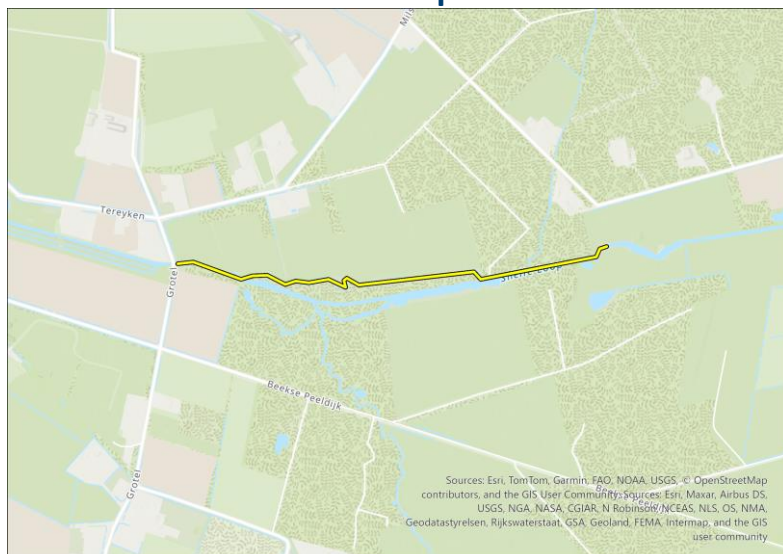
In *Figuur 5* zijn de vragen te zien die voor de input zorgen bij de beekvissensleutel bij de serpelings. Te zien is dat er per vraag een meerkeuzeantwoord kan worden gekozen. Elke vraag gaat over een bepaalde parameter en hoe het hiermee gesteld is in de waterloop waarvoor de sleutel wordt ingevuld. De vragen verschillen per vissoort. Bij de ene soort worden meer vragen gesteld over substraat terwijl het bij een andere soort meer over parameters als stroomsnelheid, temperatuur, diepte en zuurstofgehalte gaat. Op basis van het gekozen antwoord wordt er een score gegeven en wordt er aangegeven wat de volgende vraag is die moet worden ingevuld. Als heel de vragenlijst af is gegaan komt er per levensfase een geschiktheid uit zoals de zien is in *Figuur 7* De geschiktheid hoeft niet voor elke levensfase geschikt te zijn. In de praktijk gebeurt dit meestal niet. Door de uitkomsten te interpreteren kan een oordeel worden gegeven over hoe geschikt de waterloop voor een soort is.

Keuze-opties	Naar vraag	Score	Factor	Probleem	Toelicht
Ja	1.2	0			
Nee	1.3	0			
Ja	1.4	9			
Ja	1.5	8			
Ja	1.6	2			
Ja	1.7	9			
Ja	2.1	9			
Ja	2.2	0			
Nee	2.3	0			
Nee	2.6	-100			
Ja	2.7	7			
Ja	2.8	8			
Ja	2.9	8			
Nee	2.10	1			
Ja	2.11	0			
Ja	3.1	-100			Er wordt Serpeling
Nee	3.1	0	1		Eieren d
Ja	3.2	0			
Ja	3.3	0			
Ja	3.4	0			
Ja	3.5	-100			
Ja	3.6	9			
Ja	3.7	8			Erge vo
Nee	3.8	1			
Ja	3.9	8			
Nee	3.10	0			
Ja	3.11	0	1		Er treed

Figuur 5: De input van de Beekvissensleutel

Hieronder is per geselecteerde waterloop te zien wat op basis van de beekvissensleutel de geschiktheid per vissoort is. Ook is de uitkomst geïnterpreteerd en zijn de grootste problemen uitgelicht die voor een lage score zorgen bij sommige soorten.

### 4.3.1 Locatie 1: Snelle Loop



Figuur 6: Locatie 1: Snelle Loop

Voor deze locatie is de habitatgeschiktheid bekeken voor kopvoorn, serpeling en rivierdonderpad. De locatie is als potentieel geschikt gezien omdat de waarden voor temperatuur en zuurstof mooi overeenkwamen met de habitateisen van deze soorten zoals te zien in de HGI's van de soorten evenals de geschikte waarden die in de beekvissensleutel zijn opgenomen. Verder is daarna voor deze locatie gekeken naar andere parameters zoals stroomsnelheid, diepte en breedte in de factsheet van de Snelle Loop.

Voor kopvoorn lijkt de Snelle Loop niet volledig geschikt te zijn. Voor paai en eiafzet komt de geschiktheid er wel wat beter uit (Zie *Figuur 7*). Dit betekent dat als er omliggende trajecten zijn waar de geschiktheid voor adulte en juveniele kopvoorn beter is, de Snelle Loop voor kopvoorn dus wel een geschikte plek kan zijn om te paaien.

Adult	38	Matig geschikt
Paai/Ei	36	Vrij geschikt
Larve/Juv	32	Matig geschikt

Figuur 7: Habitatgeschiktheid kopvoorn op locatie 1

Voor Serpeling daarentegen is de geschiktheid voor alle levensfasen erg goed zoals te zien in *Figuur 8*. Voor Paai en eiafzet is de maximale score 40 (Zie , dus zit de geschiktheid daar dicht tegenaan. De zuurstofgehalte, stroomsnelheid, substraat en het verschil in diepte zorgen ervoor dat het voor alle levensfasen een mogelijke plek kan zijn voor herintroductie.

Adult	43	Geschikt
Paai/Eiafzet	36	Vrij geschikt
Larve/Juveniel	34	Geschikt

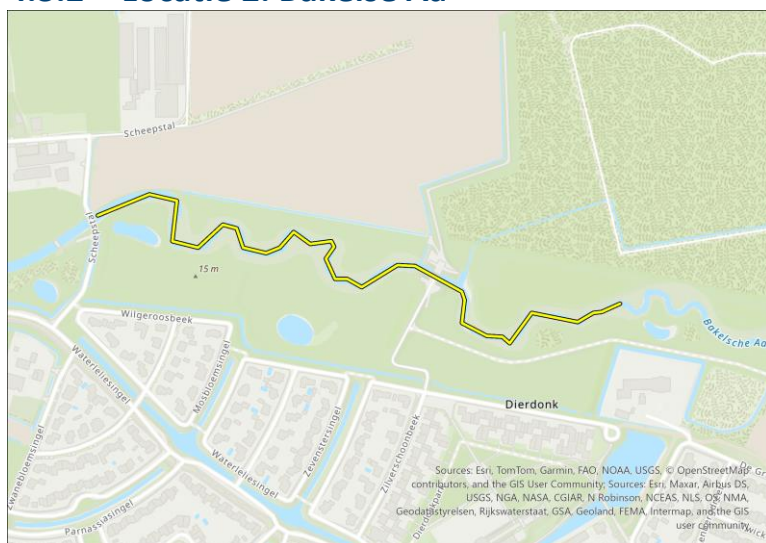
Figuur 8: Habitatgeschiktheid serpeling op locatie 1

Voor de rivierdonderpad is de geschiktheid in de snelle loop redelijk. Vooral voor paai en eiafzet liggen er kansen (Zie *Figuur 9*). De maximale score bij Paai en eiafzet is 42 terwijl de Snelle Loop een score van 40 bereikt. Dit geeft aan dat dit traject voor het paaien en de eiafzet bij de rivierdonderpad wel een mogelijkheid is. Voor adulte exemplaren zijn er ook mogelijkheden. De score van larven en juveniele rivierdonderpad vallen wat lager uit door de afwezigheid van kiezels, stenen en hout. Verder geldt ook hier dat als er in de nabijheid trajecten zijn die een betere geschiktheid hebben voor adulte en juveniele rivierdonderpad, dit dus ook een mogelijkheid is.

Volwassen	50	Vrij geschikt
Paai/Ei	40	Vrij geschikt
Larve/Juv	46	Matig geschikt

*Figuur 9: Habitatgeschiktheid rivierdonderpad op locatie 1*

### 4.3.2 Locatie 2: Bakelse Aa



*Figuur 10: Locatie 2: Bakelse Aa*

Ook voor de Bakelse Aa is de beekvissensleutel ingevuld voor de drie soorten. De Bakelse Aa is als locatie gekozen omdat het er qua data-analyse goed uitzag voor zuurstof en temperatuur. In gesprek met Bart Niemeijer bleek dat hij zit ook als mogelijk geschikte locatie zag.

Uit het uitvoeren van de beekvissensleutel blijkt dat er voor kopvoorn in de Bakelse Aa mogelijk kansen liggen voor de paai en eiafzet (Zie *Figuur 11*). Voor adulte exemplaren laat de geschiktheid te wensen over. Ook voor larven en juveniele kopvoorn is het geen optimale plek. Mocht er in de nabije omgeving een waterloop zijn waar het wel goed genoeg is voor de kopvoorn, kan deze hier paaien en kan het daarvoor dus wel geschikt zijn.

Adult	32	Weinig geschikt
Paai/Ei	33	Vrij geschikt
Larve/Juv	29	Matig geschikt

*Figuur 11: Habitatgeschiktheid kopvoorn op locatie 2*

Voor de serpeling liggen er in de Bakelse Aa geen kansen voor paai, eiafzet, larven en juveniele serpeling. Voor adult is de geschiktheid echter wel goed (Zie *Figuur 12*). De reden waardoor de ongeschikte scores zo laag zijn is dat eieren en larven zeer gevoelig zijn voor piekafvoeren. In andere omliggende wateren waar geen piekafvoeren optreden liggen betere kansen. Daarnaast zorgt de afwezigheid van grind als substraat voor de lage score bij paai en eiafzet. Om te paaien heeft de

serpeling grind nodig om de eieren af te zetten en bij afwezigheid hiervan is het traject meteen ongeschikt.

Adult	37	Vrij geschikt
Paai/Eiafzet	-175	Ongeschikt
Larve/Juveniel	-80	Ongeschikt

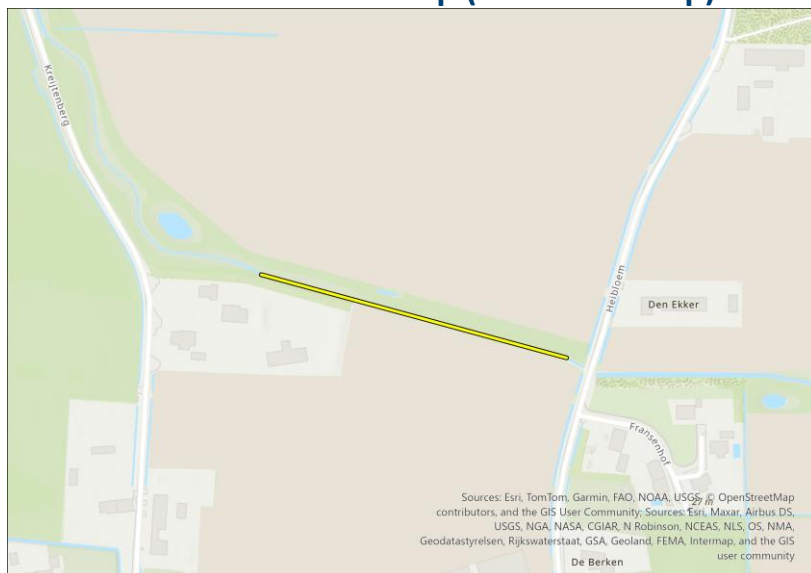
Figuur 12: Habitatgeschiktheid serpeling op locatie 2

Voor de rivierdonderpad geldt dat de Bakelse Aa voor alle levensfasen matig geschikt is (Zie Figuur 13). Met name de stroomsnelheid en de afwezigheid van bepaalde typen substraat zoals hout en grind. Aangezien dit voor alle levensfasen een beperkende factor is, is dit traject niet geschikt genoeg voor de rivierdonderpad.

Volwassen	42	Matig geschikt
Paai/Ei	29	Matig geschikt
Larve/Juv	38	Matig geschikt

Figuur 13: Habitatgeschiktheid rivierdonderpad op locatie 2

### 4.3.3 Locatie 3: Snelle Loop (Berkense Loop)



Figuur 14: Locatie 3: Snelle Loop (Berkense Loop)

De Snelle Loop bij de Berkense Loop bleek op basis van data een mogelijk geschikte locatie te zijn voor de rivierdonderpad. De temperatuur gedurende het jaar en het zuurstofgehalte in de beek zijn geschikt voor de rivierdonderpad. Tijdens het veldwerk is een traject van ongeveer 200 meter bekeken en dus niet de 50 meter die de beekvissensleutel voorschrijft. Dit is gedaan om een beter beeld te krijgen van de beek. De parameters die bekeken zijn tijdens het veldwerk kwamen wel overeen op de 200 meter dus het levert geen andere uitkomst op.

Voor de rivierdonderpad lijkt de uitkomst vrij veel op de uitkomst van rivierdonderpad bij de Bakelse Aa. Ook voor de Snelle Loop geldt dat het geen geschikte plaats is voor rivierdonderpad (Zie Figuur 15). De geschiktheid zal minimaal vrij geschikt moeten zijn om een mogelijkheid te zijn. De beperkende factoren bij de Snelle Loop zijn met name de afwezigheid van typen substraat zoals hout, grind en kiezels. Ook de relatief lage stroomsnelheid zorgt voor een lagere score.

Volwassen	47	Matig geschikt
Paai/Ei	29	Matig geschikt
Larve/Juv	43	Matig geschikt

Figuur 15: Habitatgeschiktheid rivieronderpad op locatie 3

#### 4.3.4 Locatie 4: Kaweise Loop



Figuur 16: Locatie 4: Kaweise Loop

De Kaweise Loop is op basis van temperatuur een goede optie voor kopvoorn en serpeling. Voor zuurstof is het laagste gehalte gedurende het jaar niet helemaal optimaal maar omdat dit een gehalte is van 5,1 mg/L terwijl 6 mg/L goed is. Omdat dit maar één keer optreedt in het jaar is gekozen om deze toch meenemen. Op het gebied van stroomsnelheid is de Kaweise Loop wel een goede beek voor serpeling en kopvoorn en dus is de beekvissensleutel hiervoor ingevuld.

Voor de kopvoorn is de Kaweise Loop een goede mogelijkheid voor de paai en eiafzet (Zie Figuur 17). De reden dat deze niet optimaal is, is omdat er geen grind aanwezig is als substraat. Wel zijn er genoeg waterplanten die de functie als paaipelek kunnen overnemen en dus is de Kaweise Loop goed genoeg voor de paai en eiafzet van de kopvoorn. Voor de adulte kopvoorn zijn de kansen hier erg klein. Dit komt met name door de afwezigheid van veel schaduw en de afwezigheid van hout op de bodem. Voor larven en juveniele kopvoorn is dit ook het grootste probleem. De Kaweise Loop is dus voor larven, juveniele en adulte kopvoorn geen geschikte locatie.

Adult	32	Weinig geschikt
Paai/Ei	33	Vrij geschikt
Larve/Juv	32	Matig geschikt

Figuur 17: Habitatgeschiktheid kopvoorn op locatie 4

De Kaweise Loop biedt voor de adulte serpeling kansen. De enige reden dat er geen optimale score wordt gehaald is doordat er geen bodemzicht is. Voor paai, eiafzet, larven en juveniele serpeling is het heel anders (Zie Figuur 18). Deze zijn volledig ongeschikt door de piekafvoeren die optreden en voor de paai en afzet zorgt de afwezigheid van grind voor een nog lagere score. Als er in de omliggende waterlopen wel grind aanwezig is en minder of geen piekafvoeren zijn er hier wel mogelijkheden voor adulte serpeling en op deze andere locaties voor de andere levensfasen.

Adult	37	Vrij geschikt
Paai/Eiafzet	-175	Ongeschikt
Larve/Juveniel	-74	Ongeschikt

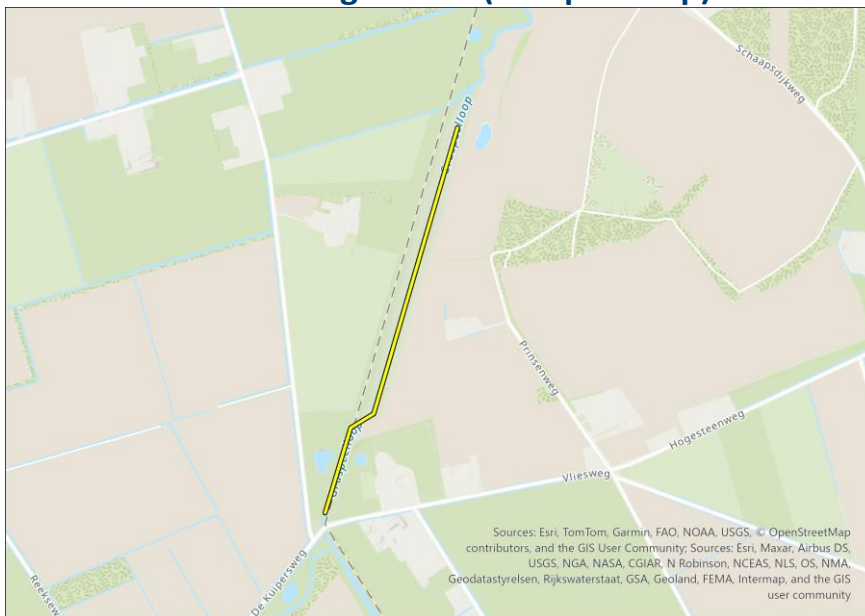
Figuur 18: Habitatgeschiktheid serpeling op locatie 4

Voor de rivierdonderpad liggen er redelijke kansen in de Kawaise Loop (Zie *Figuur 19*). Voor de adulte levensfase en voor paai en eiafzet geldt dat de scores erg dicht bij "matig geschikt" liggen. De lagere scores worden veroorzaakt door de afwezigheid van hout, kiezels en stenen in de beek. Bij de paai eiafzet spelen ook de piekafvoeren een rol in de score. Met name voor de adulte rivierdonderpad lijken er redelijke kansen te liggen in de Kawaise Loop.

Volwassen	51	Vrij geschikt
Paai/Ei	35	Vrij geschikt
Larve/Juv	47	Matig geschikt

Figuur 19: Habitatgeschiktheid rivierdonderpad op locatie 4

#### 4.3.5 Locatie 5: Hooge Raam (Graspeelloop)



Figuur 20: Locatie 5: Hooge Raam (Graspeelloop)

De Hooge Raam is als mogelijk geschikte locatie gezien door de temperatuur. Het zuurstofgehalte blijft in deze beek nog wat achter. Ook zit er een tijdelijke droogval in sommige delen van de beek wat de geschiktheid meestal niet ten goede komt. Door de kleine invloed van droogval op dit traject is gekozen om deze locatie toch de testen op habitatgeschiktheid.

Voor de habitatgeschiktheid van de rivierdonderpad geldt dat de Hooge Raam geen ideale plek is (Zie *Figuur 21*). Zoals hiervoor beschreven is het zuurstofgehalte in de zomer wat te laag voor een hoge score hiervoor. Ook gaan er in de beekvissensleutel toch wat punten verloren door de gedeeltelijke droogval. Wat wel goed is voor de score is de goede temperatuur van de beek tijdens de paaitijd. Al met al zijn de scores te laag om dit een goede mogelijke locatie te noemen.

Volwassen	36	Matig geschikt
Paai/Ei	27	Matig geschikt
Larve/Juv	32	Matig geschikt

Figuur 21: Habitatgeschiktheid rivierdonderpad op locatie 5

## 5. Discussie

Tijdens het onderzoek zijn verschillende resultaten naar voren gekomen die soms ook voor tegenstrijdigheden, beperkingen of moeilijkheden kunnen zorgen. Uit de resultaten blijkt dat de kopvoorn, serpeling en rivierdonderpad het meest relevant zijn om te herintroduceren. Ook blijkt op basis van een MCA dat de beekvissensleutel de beste methodiek is om te gebruiken. Het feit dat deze methodiek ook gebruikt wordt bij Sportvisserij Nederland versterkt dit. Op basis van data-analyse zijn een aantal waterlopen getest op hun geschiktheid voor de soorten. Hieruit blijkt dat een traject van de Snelle Loop momenteel de beste mogelijkheden biedt voor herintroductie. Toch zal er ook op deze locatie meer aan het hele systeem moeten gebeuren om de te herintroduceren soort de beste kansen te geven. De discussiepunten die deze resultaten geven worden in dit hoofdstuk besproken.

### 5.1 Opgenomen vissoorten

In het onderzoek zijn uiteindelijk de kopvoorn, serpeling en rivierdonderpad gekozen als meest relevante soorten om te herintroduceren. Toch betekent dit niet dat de andere 5 soorten die in het literatuuronderzoek zijn besproken niet relevant zijn. Om het onderzoek niet te groot te maken moeten er keuzes worden gemaakt waardoor niet alle soorten zijn getoetst op locaties. Er zijn wel gegronde redenen om de andere soorten niet mee te nemen, zoals geen ondersteuning in de beekvissensleutel, het voorkomen in het gebied en de wettelijke status. Ook deze soorten zijn alsnog mogelijkheden voor een herintroductie al zal er meer bij komen kijken of is er mogelijk een andere methodiek nodig.

### 5.2 Missende benodigde data

In het onderzoek is veel data gebruikt die regelmatig gemeten wordt door het Waterschap. Parameters zoals zuurstof en temperatuur worden elke keer op een vast punt in de waterloop gemeten. Om toch data voor onder andere zuurstof en temperatuur te kunnen gebruiken is gebruik gemaakt van het dichtstbijzijnde meetpunt in dezelfde waterloop als waar het veldwerk is gedaan. Omdat dit in het geval van de Esperloop zelfs voor een afstand tussen meetpunt en veldwerktraject 2 kilometer is, zou het kunnen dat de eigenlijke waarden voor temperatuur of zuurstof afwijken. Doordat er in een enkele graad verschil al vier punten verschil kan zitten kan dit in het ergste geval zorgen voor een iets hogere of lagere score in de Beekvissensleutel.

### 5.3 Te weinig kennis en tijd voor het testen van modellen

In het onderzoek zijn meerdere methodieken met elkaar vergeleken. Hieronder ook twee verschillende modellen die zijn ontwikkeld voor het toetsen van de habitatgeschiktheid. Deze modellen vragen om veel en complexe data die moet worden aangeleverd om tot betrouwbare resultaten te komen. Ook is veel technische kennis van modellen en de opzet hiervan nodig. Tijdens dit onderzoek was niet de tijd aanwezig om deze modellen te leren begrijpen en ermee te kunnen werken. Daarom is in dit onderzoek alleen de werking uitgelegd en is het niet in de praktijk getest. Mogelijk zijn deze modellen interessant omdat de uitkomst ook een kaart kan zijn die het veel overzichtelijker maakt hoe het op verschillende plaatsen in een traject met de habitatgeschiktheid gesteld is. Of de modellen in de praktijk werken is dus niet volledig bekend doordat het in dit onderzoek niet getest is en dus moet dit uitgebreider onderzocht worden om te bekijken of dit voor Aa en Maas toch een optie zou kunnen zijn.

## 5.4 Online toepassing Beekvissensleutel niet beschikbaar

Een uitdaging in het onderzoek was de beekvissensleutel. Deze methodiek, die als beste uit de MCA kwam, is normaal gesproken als een online toepassing te gebruiken op de website van OBN. Door het in gebruik nemen van een nieuwe website met daarbij komende technische problemen is de online toepassing al een tijd niet te gebruiken. Om toch tot resultaten te komen is er gebruik gemaakt van het achtergrondbestand waar de beekvissensleutel op gebaseerd is. Deze Excel tabel is omgebouwd tot een tabel die dezelfde functie en uitkomsten geeft als de beekvissensleutel. Ondanks dat het prima lijkt te werken, is het mogelijk dat er door handmatige invoer toch afwijkingen in het Excel bestand zitten ten opzichte van de onlineversie van de beekvissensleutel.

## 5.5 Verouderde HGI's

Een ander discussiepunt over de betrouwbaarheid van sommige onderdelen gaat over de HGI's van de soorten. De meeste HGI's komen uit 1993 en zijn inmiddels dus flink verouderd. Omdat er op het moment van het schrijven van de HGI's voor de soorten nog niet alles bekend was, zijn er tegenwoordig waarschijnlijk vernieuwde inzichten in de habitateisen van de soorten. Te zien in de HGI's van kopvoorn, serpeling en rivierdonderpad is dat het geschreven is op basis van verschillende onderzoeken met een brede spreiding van waarnemingen. Zo is in de HGI van kopvoorn (Bakker, Habitat geschiktheid index model Kopvoorn, 1992) te lezen dat een onderzoek een optimale temperatuur van 16 tot 24 aanhoudt, terwijl een ander onderzoek uitgaat van een optimale temperatuur van 20 tot 25. Daarnaast wordt in alle drie de HGI's besproken dat de juistheid afhangt van de uitgevoerde onderzoeken en dat er weinig gegevens in de literatuur zijn gevonden. Hierdoor kunnen sommige habitateisen niet helemaal meer up to date zijn en kan er verkeerde informatie instaan. Omdat verder de beekvissensleutel is gebruikt zijn er niet veel gegevens uit de HGI's gebruikt maar wel enkele grenswaarden zijn hieruit overgenomen. Ook Verdonschot en Verdonschot (2012) stelt dat de HGI's delen van habitatgeschiktheid missen (Verdonschot & Verdonschot, 2012). Een voorbeeld hiervan is het volledige stroomgebied in acht nemen. Volgens Verdonschot en Verdonschot is het belangrijk om het hele systeem te bekijken omdat dit mogelijk ook invloed heeft op de geschiktheid van het habitat. Al met al lijkt een vernieuwing van de HGI's noodzakelijk met alle nieuwe informatie die er sinds 1993 is.

## 5.6 Interpretatie van beekvissensleutel uitkomst

Een discussiepunt over de beekvissensleutel is het interpreteren van de uitkomsten. Als uitkomst van de beekvissensleutel komt er per levensfase een geschiktheid uit van Ongeschikt, Weinig geschikt, Matig geschikt, Vrij geschikt en Geschikt. Een lastig punt in het interpreteren hiervan is wanneer het niet goed genoeg wordt geacht voor het herintroduceren van vissen. De score van "geschikt" wordt alleen gegeven als maximaal haalbare score wordt gehaald. Je kan hierdoor niet zeggen dat "vrij geschikt" niet goed genoeg is want als de geschiktheid score één lager uitvalt dan het maximale, wordt het al niet meer als "geschikt" gezien. Voor het herintroduceren van soorten moet je toewerken naar een systeem dat een optimale geschiktheid heeft. Afhankelijk van de parameter die de lagere score veroorzaakt moet worden gekeken of dit zorgt voor een slechtere leefomgeving voor de soort of dat dit dusdanig weinig invloed heeft dat de geschiktheid als vrijwel optimaal kan worden gezien.

## 5.7 Historisch areaal van de soort

Een ander discussiepunt is het historische areaal van vissoorten. Volgens de IUCN-richtlijnen moet voor een herintroductie worden onderzocht of de locatie waar de soort zal worden geherintroduceerd ook in het historische areaal van de soort valt. Het lastige hiervan is het

interpreteren van wanneer het als historisch areaal geldt, aangezien je dit op meerdere manieren kan doen. Zo kan het worden gezien als een locatie waar ooit een waarneming van de soort is geweest zoals de waarneming van de beekprik in de Snelle Loop. De andere manier waarop je historisch areaal kan interpreteren is een heel gebied waar een soort wel aan de grenzen van dit gebied is waargenomen maar binnen dat gebied zelf niet. Als dit in principe wel mogelijk is, kan je dit hele gebied zien als historisch areaal. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de serpeling. Langs de grenzen van het gebied van Waterschap Aa en Maas komt de soort wel voor maar in het hele gebied ertussenin niet. De vraag hierbij is of de soort hierbinnen niet voorkomt of dat er geen waarnemingen van de soort zijn.

Naast dit discussiepunt is ook de vraag welke data er gebruikt moet worden voor historische verspreiding. In dit onderzoek is naar de data van NDFF gekeken. Deze data gaat terug tot 1950. Mogelijk kwamen soorten voor 1950 wel voor in een bepaald gebied en daarom is de moeilijkheid vanaf welk jaartal het historisch kan worden genoemd.

## **5.8 Temperatuurstijgingen en andere veranderingen door klimaatverandering**

Bij een herintroductie moet ook worden gekeken naar de toekomst. Het doel is altijd wel om een duurzame populatie te bereiken die zichzelf in stand kan houden. In de toekomst kunnen er veel dingen veranderen aan beken. Eén van de redenen hiervoor is klimaatverandering. Doordat de verschillende vissoorten dezelfde habitateisen houden maar parameters zoals temperatuur in de praktijk hoger zullen worden kan dit voor problemen gaan zorgen bij herintroducties. Een parameter als zuurstof heeft een nauw verband met de temperatuur omdat het zuurstofgehalte hierbij ook afneemt. De vraag is hierbij tot welk punt het verantwoord is om vissen te herintroduceren. Zeker omdat ook droogval een meer voorkomend probleem is en wordt komen er meer moeilijke afwegingen die gemaakt moeten worden. Een herintroductie wordt gedaan om vissen een handje te helpen maar tot welk punt heeft dit nut?

## 6. Conclusie en Aanbevelingen

### 6.1 Conclusie

In dit onderzoek is onderzocht waar rekening mee moet worden gehouden bij het herintroduceren van vissoorten, welke vissoorten in aanmerking kunnen komen en is een vergelijking gedaan tussen verschillende toetsingsmethodieken voor habitatgeschiktheid. Om te bekijken welke vissoorten geschikt kunnen zijn voor herintroductie is eerst onderzoek naar acht vissoorten gedaan. Over deze soorten is informatie verzameld zoals de habitateisen. Later is dit voor het testen van de methodiek teruggebracht tot drie soorten, namelijk rivierdonderpad, serpeling en kopvoorn. Bij het herintroduceren van deze soorten komen een aantal factoren kijken die van belang zijn. Dit zijn genetica, wetgeving, verspreiding van de soort en mogelijke bedreigingen.

Om een goede methodiek te vinden voor het toetsen van habitatgeschiktheid is gebruik gemaakt van een Multiple Criteria Analysis. Uit de MCA bleek dat de beekvissensleutel de beste methodiek is op basis van criteria die zijn samengesteld in samenspraak met de opdrachtgevers. Met name op gebruiksvriendelijkheid en tijdsintensiviteit scoort deze beter dan de andere methodieken (Modellen en de HGI's). Wel is door het beperkte aantal ondersteunde soorten een andere methodiek nodig als habitatgeschiktheid voor andere soorten moet worden getoetst.

Door het doen van een data-analyse zijn mogelijk geschikte locaties voor herintroductie geselecteerd. Op deze locaties is ook nog veldwerk gedaan om bepaalde parameters te bekijken of te controleren. Om te bekijken of en hoe de gekozen methodiek in de praktijk werkt is met deze data de beekvissensleutel ingevuld. Met de beekvissensleutel is per levensfase van een soort de geschiktheid te zien op een bepaalde locatie. Op basis van het gebruik van deze methodiek kan gezegd worden dat Locatie 1 bij de Snelle Loop geschikt is voor adulte, juveniele en de larven van serpeling. Bij de andere locaties wordt de geschiktheid niet beter dan "Vrij Geschikt". Er kan worden geconcludeerd dat op de meeste locaties in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas eerst een betere fysisch-chemische waterkwaliteit moet worden bereikt voordat er vissen geherintroduceerd kunnen worden. Dit onderzoek geeft al wel een inzicht in het onderwerp herintroductie en een handvat voor een methode waar mee verder kan worden gegaan. Het doel van het bekijken van de mogelijkheden voor herintroductie van beekvissoorten is hiermee bereikt.

### 6.2 Aanbevelingen

Omdat er een groot aantal aanbevelingen zijn voor meerdere afdelingen en belanghebbenden binnen Aa en Maas maar ook voor buiten de organisatie worden de aanbevelingen opgedeeld in onderwerpen.

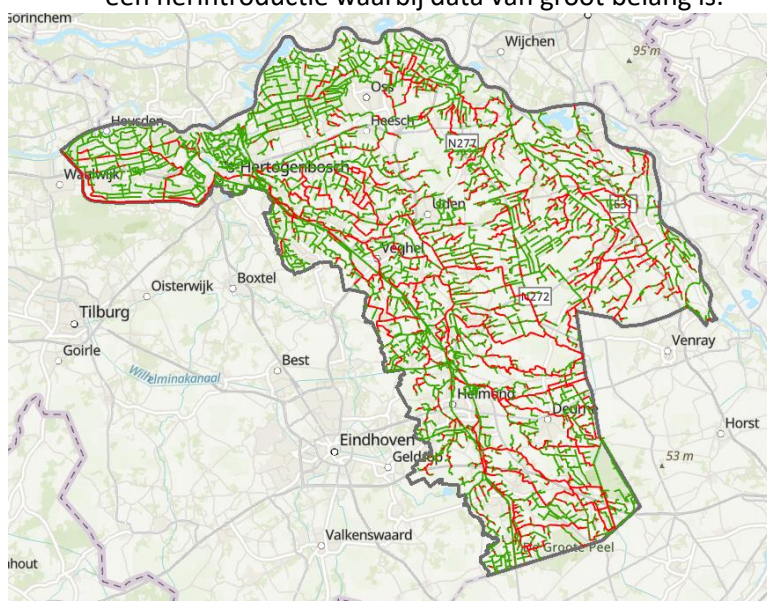
#### 6.2.1 Soorten

- Voor de beekprik, grote modderkruiper, berrmpje, riviergrondel en winde moet er verder onderzoek naar de mogelijkheden worden uitgevoerd. Voor beekprik en grote modderkruiper zal vooral onderzoek naar de wetgeving moeten worden gedaan. Belangrijk om te weten is welke vergunningen en ontheffingen afgevraagd moeten zijn. Voor winde en grote modderkruiper moet ook een andere toetsingsmethode worden onderzocht zoals de modellen omdat de beekvissensleutel deze soorten niet ondersteunt.
- Voor de rivierdonderpad, serpeling en kopvoorn moet verdiepend onderzoek worden uitgevoerd naar andere geschikte locaties en de mogelijkheden daarvoor. In het onderzoek zijn een aantal mogelijke geschikte locaties geselecteerd. Om het onderzoek niet te groot te

maken is een vijftal locaties gekozen maar er zijn ook andere locaties die geschikt kunnen zijn.

## 6.2.2 Data

- Op het gebied van data is het belangrijk dat parameters als zuurstof en temperatuur ook echt elke maand op elk meetpunt worden gemeten aangezien dit voor een aantal meetpunten niet is gedaan. Het consequent meten van dit soort parameters kan helpen om methodieken om habitatgeschiktheid te toetsen makkelijker in te vullen. Een andere aanbeveling voor zuurstof kan het plaatsen van loggers zijn. Deze nemen elk half uur een meting en dus geeft dit een nog beter beeld.
- Daarnaast kan het handig zijn om parameters zoals substraat uitgebreider in kaart te brengen door middel van bijvoorbeeld een kaartlaag op GIS. Er kan hiervoor een voorbeeld worden genomen aan de manier waarop er een kaart van stroomsnelheid is gemaakt op GIS (Zie *Figuur 22*). Hier is voor kleine delen van de waterloop de stroomsnelheid bepaald waardoor er een veel beter beeld ontstaat. Om dit ook te kunnen doen voor substraat zijn er gedetailleerdere metingen van substraat nodig en niet zoals het nu is gedaan in percentage van een traject. Momenteel wordt het substraat min of meer geschat. Dit kan meer gedetailleerd worden gedaan door puntmetingen te doen in de waterloop waarmee het verloop van substraat typen duidelijker kan worden weergegeven.
- Het opnemen van gegevens over onder andere bodemzicht wordt al wel gedaan maar niet duidelijk ergens ingevoerd waar dit makkelijk af te lezen valt. Het kan een goede stap zijn om de metingen die door AQUON worden gedaan ook in een databank te zetten. Het voordeel hiervan is dat deze waarnemingen dan ook gebruikt kunnen worden voor vraagstukken zoals een herintroductie waarbij data van groot belang is.

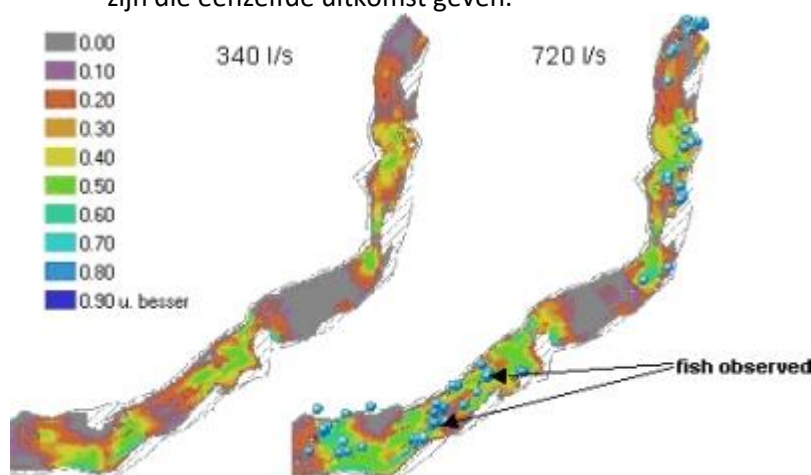


Figuur 22: Stroomsnelheidskaart in ArcGIS

## 6.2.3 Toetsingsmethode

- Uit de MCA blijkt dat de beekvissensleutel op basis van de geselecteerde criteria de beste methodiek is om habitatgeschiktheid te toetsen voor Waterschap Aa en Maas. Er wordt hierdoor aanbevolen om deze methodiek te gebruiken bij het toetsen van geschiktheid van beken.
- Voor de PHABSIM en Casimir Fish modellen geldt dat hier verder onderzoek naar gedaan moet worden om een besluit te nemen of het ook een mogelijkheid is. Om tot een goede conclusie te komen over de bruikbaarheid van de modellen is het belangrijk om uit te zoeken

welke input data precies benodigd is. Ook andere habitatgeschiktheidsmodellen zoals River2D kunnen in dit onderzoek mee worden genomen omdat er meer van deze modellen zijn die dezelfde uitkomst geven.



Figuur 23: Mogelijke uitkomst Casimir Fish (CASiMiR Software, sd)

#### 6.2.4 Habitatgeschiktheid

- Om een betrouwbare conclusie te kunnen trekken over welke locaties en trajecten geschikt zijn voor verschillende levensfasen van soorten, moet er met een andere toetsingsmethode worden bekeken of het habitat echt goed genoeg is. Een optie hiervoor is het gebruik van één van de besproken modellen (Casimir Fish of PHABSIM). Ook het gebruik van de HGI's in combinatie met de beekvissensleutel kan zorgen voor een betrouwbare conclusie over de geschiktheid.
- Op basis van de beekvissensleutel en de bekeken locaties, is de conclusie dat er één locatie is die een habitatgeschiktheid van "Geschikt" bereikt. Dit is in de Snelle Loop en geldt alleen voor de adulte, juveniele en larven van serpelingen. De aanbeveling is hierbij om deze beek te gebruiken bij het verder onderzoeken van een geschikte locatie voor serpeling herintroductie.
- Er zijn mogelijk ook andere locaties die wel geschikt kunnen zijn maar op basis van de data-analyse er niet goed uitzagen en dus niet mee zijn genomen als mogelijke locatie. Daarom moeten er in een vervolgonderzoek nog meerdere andere locaties worden bekeken.
- Ook is het interessant om te onderzoeken wat de habitatgeschiktheid is van beken waar bijvoorbeeld kopvoorn nu al voorkomt. Het onderzoeken hiervan kan inzicht geven in hoeverre de theoretische geschiktheid gevolgen heeft voor het voorkomen van een soort.

#### 6.2.5 Beleid

- Voordat het tot een volgend stadium komt in het onderwerp herintroductie van vissen moet er hiervoor bepaald beleid zijn. In België, waar herintroducties al vaker zijn uitgevoerd, moet voor een herintroductie de haalbaarheid, kosten en baten en de wetgevingsaspecten worden onderzocht (Auwerx, et al., 2020). Onder de haalbaarheid valt onder andere het toetsen van habitatgeschiktheid.
- Ook moeten er afspraken zijn over wanneer herintroductie ingezet moet worden. Dit moet met een goede reden worden gedaan. Het halen van KRW-doelstellingen moet bijvoorbeeld niet de reden zijn om een herintroductie te starten. Het genetisch versterken van een populatie of het terugbrengen van een soort op een locatie waar deze soort uitgestorven is moeten redenen zijn om een herintroductie te starten. Dit alles moet goed uitgelegd kunnen worden naar stakeholders zodat er geen miscommunicatie ontstaat. Het bevorderen van de biodiversiteit in een beek is hierin het hoger liggende doel van een herintroductie.

### 6.2.6 Communicatie

- Als het tot het punt van een herintroductie van vissoorten komt zal er goed gecommuniceerd moeten worden met onder andere Sportvisserij Nederland. In het beheergebied van Aa en Maas is meestal Sportvisserij de visrechthebbende dus moet er duidelijkheid zijn tussen de verschillende partijen. Ook voor maatschappelijk draagvlak is het belangrijk om voldoende te communiceren met andere partijen. Dit kunnen ook omwonenden zijn. Hengelsportverenigingen kunnen ook de visrechthebbende zijn en zijn in dat geval de belangrijkste stakeholder. Ook als Sportvisserij Zuidwest Nederland het visrecht heeft is het belangrijk om hengelsportverenigingen te betrekken. Voor hen is het belangrijk om te weten dat een bepaalde soort in het viswater zit zodat leden hierover geïnformeerd worden. Ook dit kan bijdragen aan een breder draagvlak.

### 6.2.7 Overige aanbevelingen

- Om ook in de toekomst de HGI's te kunnen gebruiken voor dit soort onderzoeken is het van belang dat de HGI's geactualiseerd worden. Sinds 1993 is er veel meer bekend geworden over soorten en hun habitateisen en dus genoeg reden om een actuele versie van de HGI's te maken.
- Voor OBN is het aanbevolen om de beekvissensleutel uit te breiden zodat deze ook voor andere soorten gebruikt kan worden. Soorten die op dit moment niet ondersteund worden, zijn de winde, het biermpje en de grote modderkruiper. Als de beekvissensleutel voor meer soorten gebruikt kan worden hoeft er niet meer gecombineerd te worden met andere methodieken.
- Voor Waterschap Aa en Maas is het aan te bevelen om ook te zorgen dat het hele watersysteem in goede kwaliteit is zodat een herintroductie beter van de grond komt en er meer zekerheid is op een gezonde populatie in de toekomst. Op dit moment kan het zijn dat een bepaald traject optimaal is en dat het volgende traject ongeschikt is. Door het hele systeem te verbeteren wordt de kans een stuk kleiner dat deze problemen plaatsvinden.

## 7. Bibliografie

- Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J., van den Berg, M., van den Broek, T., Buskens, R., . . . Walvoort, D. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2021-2027*. Opgeroepen op April 2, 2025, van stowa.nl: [https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA\\_2018-49-Maatlatten%20v2024%20DEF.pdf](https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA_2018-49-Maatlatten%20v2024%20DEF.pdf)
- Auwerx, J. (2025, Maart 5). Gesprek over herintroducties. (L. Pieterse, Interviewer)
- Auwerx, J., Buysse, D., van Wichelen, J., Coeck, J., Mergeay, J., & de Smet, L. (2020). *Advies over kostprijs van het herintroduceren en herstellen van populaties van bedreigde vissoorten*. Opgeroepen op April 3, 2025, van Inbo.be: <https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/116287632/INBO.A.4049.pdf>
- Auwerx, J., van Doorn, L., Speybroeck, J., & van Wichelen, J. (2023, Maart). *Kweekprogramma's voor bedreigde aquatische diersoorten*. Opgeroepen op Maart 13, 2025, van Natuurpunt.be: <https://www.natuurpunt.be/system/files/publications/2024-06/Natuurfocus%202023-1%20Kweekprogramma%E2%80%99s%20voor%20bedreigde%20aquatische%20diersoorten.pdf>
- Ayillón, D., Almodóvar, A., Nicola, G., & Elvira, B. (2011, Januari). *The influence of variable habitat suitability criteria on PHABSIM habitat index results*. Opgeroepen op April 10, 2025, van Wiley.com: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/rra.1496>
- Bakker, H. (1992, Oktober). *Habitat geschiktheid index model Kopvoorn*. Opgeroepen op Maart 2025, van Sportvisserij Nederland.nl: <C:/Users/larsp/OneDrive%20-%20HAS%20green%20academy/Stage/Habitatieisen/HGI%20Kopvoorn.pdf>
- Bakker, H. (1992, Oktober). *Habitat Geschiktheid Index Model Kopvoorn*. Opgeroepen op Maart 18, 2025, van svn.on.worldcat.org: <file:///C:/Users/larsp/OneDrive%20-%20HAS%20green%20academy/Stage/Habitatieisen/HGI%20Kopvoorn.pdf>
- Beelen, P. (2010, September). *Kwabaal in de Beerze*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van <https://natuurtijdschriften.nl>: [https://natuurtijdschriften.nl/pub/407308/RAVON-37\\_46-49.pdf](https://natuurtijdschriften.nl/pub/407308/RAVON-37_46-49.pdf)
- Beelen, P. (sd). *Herintroductie van de kwabaal in de Beerze*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van [www.veldwerkplaatsen.nl](http://www.veldwerkplaatsen.nl): [https://www.veldwerkplaatsen.nl/Uploaded\\_files/Infobladen/presentatie-pieter-beelen.9f650d.pdf](https://www.veldwerkplaatsen.nl/Uploaded_files/Infobladen/presentatie-pieter-beelen.9f650d.pdf)
- Beers, M. (2005, Maart). *Kennisdocument riviergrondel*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.sportvisserij Nederland.nl](http://www.sportvisserij Nederland.nl): <file:///C:/Users/larsp/Downloads/kennisdocument%20%20riviergrondel.pdf>
- Bij12. (2021, Oktober). *Kennisdocument Grote modderkruiper*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.bij12.nl](http://www.bij12.nl): <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2023/11/Kennisdocument-Grote-modderkruiper.pdf>
- Bij12. (2024, Januari). *Juridisch kader behorende bij Kennisdocumenten Soortbescherming*. Opgehaald van [Bij12.nl](http://www.bij12.nl): <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2024/01/BIJ12-2024-Juridisch-kader-kennisdocumenten-2.0-def.pdf>
- Booker, D., & Dunbar, M. (2004). *Application of physical habitat simulation (PHABSIM) modelling to modified urban river channels*. Opgeroepen op April 10, 2025, van Wiley.com: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/rra.742>
- CASiMiR Software. (sd). *Applications of the CASiMiR Model*. Opgeroepen op April 2, 2025, van [casimir-software.de](http://www.casimir-software.de): [http://www.casimir-software.de/ENG/habitatie\\_eng.html](http://www.casimir-software.de/ENG/habitatie_eng.html)
- Compendium voor de Leefomgeving. (2002, Oktober 12). *Beekvissen en waterkwaliteit*. Opgeroepen op Februari 4, 2025, van [www.clo.nl](http://www.clo.nl): <https://www.clo.nl/indicatoren/nl120802-beekvissen-en-waterkwaliteit>
- Compendium voor de Lefomgeving. (2002, Oktober 12). *Beekvissen en waterkwaliteit*. Opgeroepen op Februari 4, 2025, van [www.clo.nl](http://www.clo.nl): <https://www.clo.nl/indicatoren/nl120802-beekvissen-en-waterkwaliteit>

- Dillen, A., Baeyens, R., Martnes, S., & Coeck, J. (2006). *Onderzoek naar de haalbaarheid van het herstel van serpelingpopulaties in waterlopen van het Vlaamse Gewest*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van <https://publicaties.vlaanderen.be>: <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/1862>
- Emmerik, J. K. (2006, December). *Kennisdocument Winde*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.sportvisserijnederland.nl](http://www.sportvisserijnederland.nl): [file:///C:/Users/larsp/Downloads/Kennisdocument%20winde\[1\].pdf](file:///C:/Users/larsp/Downloads/Kennisdocument%20winde[1].pdf)
- Ford, M. (2023, Juli 29). *Common Bullhead*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/135511/137244297>
- Ford, M. (2023, Oktober 17). *Common Dace*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/11887/135089547>
- Ford, M. (2023, September 2). *European Brook Lamprey*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/11213/135088684>
- Ford, M. (2023, Januari 16). *European Weatherfish*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/40698/135095838>
- Ford, M. (2023, Oktober 22). *Ide*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/11884/135089209>
- Fraaije, R. (sd). Mondelijke mededeling stressoren.
- Freyhof, J. (2022, Mei 29). *European Chub*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/61205/135101356>
- Freyhof, J. (2023, Januari 18). *Common Gudgeon*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/184448/137266233>
- Freyhof, J. (2023, Februari 24). *European Stone Loach*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org): <https://www.iucnredlist.org/species/259121878/259153340>
- Groen, M. (sd). *Wat een kwabaal in de Beerze*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl): [https://www.ravon.nl/portals/2/bestanden/activiteiten/SymposiumBiodiversiteit2022\\_Presentatie\\_Kwabaal.pdf](https://www.ravon.nl/portals/2/bestanden/activiteiten/SymposiumBiodiversiteit2022_Presentatie_Kwabaal.pdf)
- Groot Bruinderink, G., Smulders, M., & Koelewijn, H. (2007, September). *Een ecologisch en populatie-genetisch afwegingskader voor herintroducties*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van <https://natuurtijdschriften.nl>: <https://natuurtijdschriften.nl/pub/580006/DLN2007108005004.pdf>
- Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations*. (2013). Opgeroepen op Februari 20, 2025, van <https://iucn.org>: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2013-009.pdf>
- Harris, D. D., Hubert, W. A., & Wesche, T. A. (1992). *Habitat use of Young-of-year Brown Trout and effects on Weighted Usable Area*. Opgeroepen op April 10, 2025, van <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=1df477d77ce70c0072f5f48d6a1cb67e7f2063e>
- Instituut Natuur- en Bosonderzoek. (sd). *Onderzoekscentrum voor Aquatische Fauna (Linkebeek)*. Opgeroepen op Maart 3, 2025, van [vlaanderen.be](http://vlaanderen.be): <https://www.vlaanderen.be/inbo/over-ons/onderzoekscentrum-voor-aquatische-fauna-linkbeek/>
- Jorde, K., Schneider, M., Peter, A., & Zoellner, F. (2001). *Fuzzy based Models for the Evaluation of Fish Habitat Quality*. Opgeroepen op April 10, 2025, van [researchgate.net](http://researchgate.net): [https://www.researchgate.net/profile/A-Peter-2/publication/238236628\\_Fuzzy\\_based\\_Models\\_for\\_the\\_Evaluation\\_of\\_Fish\\_Habitat\\_Quality\\_and\\_Instream\\_Flow\\_Assessment/links/53ff3d020cf23bb019befd5f/Fuzzy-based-Models-for-the-Evaluation-of-Fish-Habitat-Quality-an](https://www.researchgate.net/profile/A-Peter-2/publication/238236628_Fuzzy_based_Models_for_the_Evaluation_of_Fish_Habitat_Quality_and_Instream_Flow_Assessment/links/53ff3d020cf23bb019befd5f/Fuzzy-based-Models-for-the-Evaluation-of-Fish-Habitat-Quality-an)
- Kamman, J. (2025, April 1). Gesprek over Herintroducties. (L. Pieterse, Interviewer)
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat . (2022, Maart 18). *Stroomgebiedbeheerplannen Rijn, Maas, Schelde en Eems 2022 – 2027*. Opgehaald van [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl): <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-01bb9ba630780f5f9c76cfb132deb302477de645/pdf>
- Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. (2008, September 1). *Grote modderkruiper*. Opgehaald van [www.natura2000.nl](http://www.natura2000.nl): [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Profielen\\_HRSoorten\\_Actueel/Profiel\\_soort\\_H1145.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Profielen_HRSoorten_Actueel/Profiel_soort_H1145.pdf)

- Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. (2008, September 1). *Soortprofiel beekprik*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.natura2000.nl](http://www.natura2000.nl):  
[https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Profielen\\_HRSoorten\\_Actueel/Profiel\\_soort\\_H1096.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Profielen_HRSoorten_Actueel/Profiel_soort_H1096.pdf)
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Beekprik Lampetra planeri*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl):  
[https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus\\_ng/app/views/species/nsr\\_taxon.php?id=139162&cat=172](https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=139162&cat=172)
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Grote modderkruiper Misgurnus fossilis*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl):  
[https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus\\_ng/app/views/species/nsr\\_taxon.php?id=138717&cat=172](https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=138717&cat=172)
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Kopvoorn Squalius cephalus*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl):  
[https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus\\_ng/app/views/species/nsr\\_taxon.php?id=138742&cat=172](https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=138742&cat=172)
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Rivierdonderpad Cottus perifretum*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl):  
[https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus\\_ng/app/views/species/nsr\\_taxon.php?id=138445&cat=172](https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=138445&cat=172)
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Rode lijsten*. Opgeroepen op Mei 20, 2025, van [Nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl):  
<https://www.nederlandsesoorten.nl/rode-lijsten>
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Serpeling Leuciscus leuciscus*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl):  
[https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus\\_ng/app/views/species/nsr\\_taxon.php?id=138741&cat=172](https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=138741&cat=172)
- Nederlands Soortenregister. (sd). *Wetten, regelingen en beleid*. Opgeroepen op Maart 24, 2025, van [Nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl): <https://www.nederlandsesoorten.nl/wetten>
- Niels Evers, M. S. (2017, Juni 26). *Zoektocht naar stuurknoppen om de ecologische toestand van beken te verbeteren*. Opgeroepen op Januari 27, 2025, van [www.h2owaternetwerk.nl](http://www.h2owaternetwerk.nl):  
[https://www.h2owaternetwerk.nl/images/H2O-Online\\_170626\\_Stuurfactoren\\_ecologische\\_toestand.pdf](https://www.h2owaternetwerk.nl/images/H2O-Online_170626_Stuurfactoren_ecologische_toestand.pdf)
- OBN Natuurkennis. (sd). *Over OBN*. Opgeroepen op Maart 12, 2025, van [natuurkennis.nl](http://natuurkennis.nl):  
<https://natuurkennis.nl/over-obn/>
- Peters, J. (2009, Januari). *Kennisdocument donderpad het geslacht Cottus*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.sportvisserijnederland.nl](http://www.sportvisserijnederland.nl):  
[file:///C:/Users/larsp/Downloads/herzien%20kennisdoc.%20rivierdonderpad\[2\].pdf](file:///C:/Users/larsp/Downloads/herzien%20kennisdoc.%20rivierdonderpad[2].pdf)
- Peters, J. (2009, Januari). *Kennisdocument donderpad het geslacht Cottus*. Opgeroepen op Maart 2025, van [Sportvisserijnederland.nl](http://Sportvisserijnederland.nl):  
[file:///C:/Users/larsp/Downloads/herzien%20kennisdoc.%20rivierdonderpad\[2\]%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/larsp/Downloads/herzien%20kennisdoc.%20rivierdonderpad[2]%20(1).pdf)
- Provincie Noord-Brabant. (2019, September 30). *De zeldzame beekprik terug in de Reusel*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van [www.naturetoday.com](http://www.naturetoday.com): <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=25499>
- RAVON. (sd). *Beekprik*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/beekprik>
- RAVON. (sd). *Bermpje*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/bermpje-2>
- RAVON. (sd). *Grote modderkruiper*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/grote-modderkruiper>
- RAVON. (sd). *Kopvoorn*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/kopvoorn>

- RAVON. (sd). *Rivierdonderpad*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/rivierdonderpad>
- RAVON. (sd). *Riviergrondel*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/riviergrondel>
- RAVON. (sd). *Serpeling*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/serpeling>
- RAVON. (sd). *Vissen [leefwijze]*. Opgehaald van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl): <https://www.ravon.nl/vissen>
- RAVON. (sd). *Winde*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/winde>
- Schneider, M., Noack, M., Gebler, T., & Kopecki, I. (2010, Oktober). *Handbook for the habitat simulation model CASIMIR*. Opgeroepen op April 10, 2025, van [casimir-software.de](http://www.casimir-software.de): [http://www.casimir-software.de/data/CASiMiR\\_Fish\\_Handb\\_EN\\_2010\\_10.pdf](http://www.casimir-software.de/data/CASiMiR_Fish_Handb_EN_2010_10.pdf)
- Schollemma, P. (2025, Maart 19). Gesprek over herintroductie serpeling. (L. Pieterse, Interviewer)
- Smulders, M., Arens, P., Jansman, H., Buiteveld, J., Groot Bruinderink, G., & Koelewijn, H. (2006). *Herintroduceren van soorten, bijplaatsen of verplaatsen: een afwegingskader*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van <https://edepot.wur.nl>: <https://edepot.wur.nl/31533>
- Smulders, M., Arens, P., Jansman, H., Buiteveld, J., Groot Bruinderink, G., & Koelewijn, H. (2006, November). *Herintroductie van soorten, bijplaatsen of verplaatsen: een afwegingskader*. Opgeroepen op Maart 3, 2025, van [Research.wur.nl](https://research.wur.nl): <https://edepot.wur.nl/31533>
- Spikmans, F. (2013, Juli). *Nieuwe kansen voor beekprik in de Reusel?* Opgeroepen op Maart 13, 2025, van [Natuurtijdschriften.nl](http://natuurtijdschriften.nl):  
<https://natuurtijdschriften.nl/pub/657576/SchubbenEnSlijm2013005002003.pdf>
- Spikmans, F., & Schiphouwer, M. (2016, April). *Eerste resultaten beekprik herintroductie Noord-Brabant zijn bemoedigend*. Opgeroepen op Februari 17, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://ravon.nl/Portals/2/Bestanden/Publicaties/Nieuwsbrieven/SchubbenEnSlijm/schubbenslijm2016008001.pdf>
- Spikmans, F., Kranenbarg, J., & van Kessel, N. (2011, Mei). *Witvingrondel: een invasieve exoot in Rijn en Maas?* Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
<https://www.ravon.nl/Portals/2/Bestanden/Publicaties/Artikelen/Spikmans%20et%20al%202011.pdf?ver=2022-03-03-152950-140>
- Spikmans, F., van Kessel, N., Dorenbosch, M., Kranenbarg, J., Bosveld, J., & Leuven, R. (2010). *Plaag risico analyse van tien exotische vissoorten in Nederland*. Opgeroepen op April 10, 2025, van [Ravon.nl](http://www.ravon.nl):  
[https://www.ravon.nl/Portals/2/Bestanden/Publicaties/Rapporten/2010-Plaag\\_risico\\_van\\_tien\\_exotische\\_vissoorten\\_in\\_Nederland.pdf](https://www.ravon.nl/Portals/2/Bestanden/Publicaties/Rapporten/2010-Plaag_risico_van_tien_exotische_vissoorten_in_Nederland.pdf)
- Spikmans, M. S. (2016, April). *Eerste resultaten beekprik herintroductie Noord-Brabant zijn bemoedigend*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van <https://natuurtijdschriften.nl>:  
<https://natuurtijdschriften.nl/pub/656844/SchubbenEnSlijm2016008001013.pdf>
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Beekprik*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl): <file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20beekprik.pdf>
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Bempje*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl): <file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20bempje.pdf>
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Grote modderkruiper*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl):  
<file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20grote%20modder.pdf>
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Kopvoorn*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl): [file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20kopvoorn%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20kopvoorn%20(1).pdf)
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Rivierdonderpad*. Opgeroepen op Februari 13, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl): <file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20rivierdonderpad.pdf>
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel riviergrondel*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl): <file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20riviergrondel.pdf>

- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Serpeling*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl: file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20serpeling.pdf](file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20serpeling.pdf)
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel Winde*. Opgeroepen op Februari 12, 2025, van <file:///C:/Users/larsp/Downloads/soortprofiel%20winde.pdf>
- Sportvisserij Nederland. (2017, Februari 25). *Herinstructie van vissoorten*. Opgeroepen op Februari 4, 2025, van [www.sportvisserij nederland.nl](http://www.sportvisserij nederland.nl):  
<https://www.sportvisserij nederland.nl/actueel/nieuws/19788/herinstructie-van-vissoorten.html>
- STOWA. (sd). *Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren*. Opgeroepen op Maart 26, 2025, van [Stowa.nl](http://www.stowa.nl): <https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteitsdoelen-krw/stromend-water-esf>
- Verdonschot, R. C., & Verdonschot, P. F. (2012, September). *Habitat- en systeemgeschiktheid van beeksystemen voor beekvisserij*. Opgeroepen op April 24, 2025, van [edepot.wur.nl](http://edepot.wur.nl):  
<https://edepot.wur.nl/248829>
- Vogelbescherming Nederland. (sd). *EU natuurwetgeving*. Opgeroepen op Februari 26, 2025, van [Vogelbescherming.nl](http://www.vogelbescherming.nl): <https://www.vogelbescherming.nl/bescherming/juridische-bescherming/wet-en-regelgeving/eu-vogelrichtlijn-en-habitatrichtlijn>
- Waterschap Aa en Maas. (sd). *Factsheet waterlichaam Esperloop en Snelle Loop*. Opgeroepen op April 7, 2025, van [https://amrsg01.blob.core.windows.net/dataobjecten/figures/KRW\\_factsheets/factsheet%20NL38\\_2K.pdf](https://amrsg01.blob.core.windows.net/dataobjecten/figures/KRW_factsheets/factsheet%20NL38_2K.pdf)
- Waterschap Aa en Maas. (sd). *KRW oordelen*. Opgehaald van <https://app.powerbi.com>:  
<https://app.powerbi.com/groups/me/apps/f837cb7e-f460-4721-8aed-525ba9d59166/reports/acc24b3c-1da9-4a8e-88e9-ae1cc2b4634f/ReportSection0608671307e4bc3a1e77?experience=power-bi>
- Wilhelm, M., & Droog, M. (2024). *Sterkte-zwakteanalyse van ecologische instrumenten voor de ontwikkeling van EBEO 2.0*. Opgeroepen op April 28, 2025, van [Stowa.nl](http://www.stowa.nl):  
[https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202024/STOWA\\_2024-20-SWOT-analyse-EBEO.pdf](https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202024/STOWA_2024-20-SWOT-analyse-EBEO.pdf)
- Wolfshaar, K. v. (2009, Januari 1). *Grote modderkruiper - Misgurnus fossilis*. Opgeroepen op Februari 10, 2025, van <https://publicwiki.deltares.nl>:  
<https://publicwiki.deltares.nl/display/HBTHOME/Grote+modderkruiper+-+Misgurnus+fossilis>
- Yi, Y., Cheng, X., Wieprecht, S., & Tang, C. (2014, Januari). *Comparison of habitat suitability models using different habitat suitability evaluation methods*. Opgeroepen op Maart 26, 2025, van [Sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com): <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857414003243>

## 8. Bijlage

### 8.1 Vragenlijsten interviews

Vragenlijst voor het interview met Ron Schippers, Adviseur ecologie bij Waterschap de Dommel:

Vraag:	Antwoord:
Hoe is de herintroductie van kwabaal bij Waterschap de Dommel in zijn werk gegaan?	
Waar moet rekening mee worden gehouden bij herintroducties?	
Wat was de oorsprong van de kwabalen die werden geherintroduceerd?	
Hoe is er na de uitzetting gemonitord of de herintroductie aanslaat?	
Wanneer is besloten tot herintroductie van de kwabaal en waarom?	
Op basis waarvan is deze locatie gekozen voor herintroductie? (Beerze)	
Wat is mee en tegengevallen in combinatie met de verwachting?	

Vragen voor het interview met Johan Auwerx, verantwoordelijke Onderzoekscentrum voor Aquatische Fauna Linkebeek (BE), bij INBO:

Vraag	Antwoord
Waarom is voor deze vissoorten gekozen om te kweken (focus op rode lijst bedreigd of kwetsbaar), is dit doordat er veel vraag naar is om deze soorten te herintroduceren?	
Voor wie worden de vissoorten gekweekt? (Wat komt er voor die partijen bij kijken om deze vissen te kunnen herintroduceren?)	
Wat zijn dingen waarop moet worden gelet bij kweek van vissen?	
Op welke manier wordt er rekening gehouden met genetische variëteit?	
Op welke manier wordt gemonitord of de kweek en uitzet slaagt?	
Doen jullie zelf de herintroductie van de soorten of leveren jullie alleen de vissen?	

Wat doen jullie om andere organisaties te helpen bij de uitzet van vissen?	
Hoe wordt bepaald of een habitat geschikt is voor uitzet van bepaalde vissoorten?	
Welke systematiek wordt bij INBO gebruikt om habitat in kaart te brengen en waarom is hiervoor gekozen? En is er overwogen om andere manieren te gebruiken. En welke andere methodes zijn er mogelijk.	
Zijn er zaken die elke keer weer tegenvallen of moeilijk zijn bij een herintroductie? (Soortafhankelijke dingen)?	
Selectie vissoorten voorleggen (wat is van belang om naar te kijken)	
Beeld op Stressoren bij soorten verminderingen?	

Vragen voor het interview met Peter Paul Schollema, aquatisch ecooloog bij Waterschap Hunze en Aa's:

Vraag	Antwoord
Waarom is er besloten om een herintroductie van Serpeling te gaan uitvoeren?	
Hoe is het tot het punt van herintroductie gekomen? (Niet natuurlijk mogelijk? Andere redenen waardoor het niet op een andere manier kon?)	
Waar zullen de uit te zetten vissen vandaan komen?	
Hoe zal er worden gemonitord of de herintroductie aanslaat?	
Wat zijn de verwachtingen voor de komende herintroductie en wat zijn verwachte tegenvallers?	
Waarom is deze locatie gekozen en hoe is deze bepaald?	
Waarom is de serpeling op deze locatie(s) verdwenen?	
Met welke partijen zal het herintroductieproject worden gedaan en hoe wordt er gecommuniceerd tussen partijen?	

Zijn er/ verwachten jullie ook externe partijen die weerstand bieden of hun zorgen uitten?	
Hoe is het bestuur meegenomen tijdens het proces?	

Vragen voor het interview met Jan Kamman, sectorhoofd Vis & Water bij Sportvisserij Nederland:

Vraag	Antwoord
Hoe bepalen jullie welke locaties geschikt zijn voor herintroducties?	
Waar moet rekening mee worden gehouden bij het bepalen van habitateisen en geschikte locaties die hieraan voldoen?	
Gebruiken jullie modellen om tot mogelijk geschikte leefgebieden te komen voor deze soorten?	
(Zo ja op welke data zijn deze modellen gebaseerd en op welke manier zijn ze gemaakt/ welk model wordt gebruikt?) (Zo nee, op welke manier gebeurt dit dan?)	
Zijn er andere methodes overwogen om de habitat geschiktheid te toetsen?	
Wat is de rol van SVN bij herintroductieprojecten?	
Hoe wordt er gecommuniceerd naar buiten bij een herintroductie?	
Hoe wordt de monitoring na een herintroductie uitgevoerd?	
Wat zijn de risico's die voor mislukking van een herintroductie kunnen zorgen?	
Wat is de rol van de visrechthebbende bij een herintroductie?	
Zit er een verschil in aanpak bij uitzet voor sportvisserij en bij herintroductie van een soort en op welke manier?	
Wat is de verhouding tussen Sportvisserij Nederland en Sportvisserij Zuid West Nederland? (Aangezien SVZWN bij Aa en Maas meer van belang is)	

## 8.2 Antwoorden uit interviewvragen

### 8.2.1 Interview met Peter Paul Schollema

Serpeling komt vooral voor in het oostelijk zandgebied. Drentse Aa enige beek die grotendeels geen herinrichting heeft gehad in het gebied van Hunze en Aa's. Buurbeken zijn rechtgetrokken, zoals het Peizerdiep, de Hunze en Ruiten Aa. Allemaal een slechte waterkwaliteit. Vervuiling door industrie en landbouw dat veel wordt gedaan rondom deze wateren. Grote schuimkragen op het water hierdoor. Alleen de Drentse Aa is dus ontsnapt aan het rechte trekken en loopt voor een groot deel nog precies zoals het was. Het Gasterensche diep is een mooi deel van de Drentse Aa met een natuurlijk verloop, beschaduwing en watervegetatie.

Het herintroductie materiaal voor de serpeling komt allemaal uit Drentse Aa. In het Hunzedal zijn op enkele locaties serpeling gevangen maar de soort is hier zeer zeldzaam. Tussen de Drentse Aa aan de westkant en de Hunze Aa de oostkant ligt de Hondsrug. Door dit gebied wordt er kwel geleverd. De sloten die aan de kant van de Hondsrug liggen, lopen alleen op kwel in droge tijden. Hierdoor is er nog steeds serpeling in kleine aantallen aanwezig en ook typische beek macrofauna wordt daar nog steeds gevonden. In de Drentse Aa zit een groot bestand serpeling en bijbehorende macrofauna. Beken gaan over in boezemkanalen. Vanaf Ter Apel tot Wedde is de Ruiten Aa vrij afstromend terwijl het vanaf daar naar het Eems-Dollard estuarium overgaat in een sterk gekanaliseerde beekloop. Ongeschikt leefgebied voor serpelings zijn boezemkanalen. Bij deze boezemkanalen begint het omslagpunt van stromend naar stilstaand water. Het probleem hiermee is dat serpeling niet in kanalen wil. Doordat de serpeling weigert kanalen in te gaan en er dus geen natuurlijke verspreiding mogelijk is naar andere beken. Daarom is het een handje helpen van de serpeling de enige mogelijkheid.

Het proces van de herintroductie is in het najaar van 2024 en het voorjaar van 2025 begonnen met het vangen van ongeveer 90 stuks serpeling in de Drentse Aa en opkweken bij INBO. Omdat alleen wegvangen in Drentse Aa en deze hoeveelheid rechtstreek uitzetten een te grote aanslag is op het visbestand in deze beek, is gekozen voor het opkweken van de vissen. Boezempeil NAP +0,53 m. In bovenlopen zie je weinig serpeling doordat dit droogvalgebieden zijn en er dus vermindering van stroming optreedt. Ook het BERPJE is alleen te vinden op zandgronden in Nederland. Ook het BERPJE wil niet naar de omslag van stromend naar stilstaand water in kanalen en dus is de verspreiding van het BERPJE ongeveer hetzelfde als de serpeling in Drenthe. Het BERPJE is in de Ruiten Aa niet aanwezig maar is verder een algemene soort. De locaties rond de beken zoals de Ruiten Aa en de Hunze kennen vooral een agrarisch gebruik. Hiermee komen er ook allerlei stoffen zoals nutriënten en bestrijdingsmiddelen in het water terecht. Anders dan de serpeling en het BERPJE heeft de Winde geen last van overgang van kanalen naar beken en dus stilstaand naar stromend. Winde is dus minder kritisch voor stilstaand water. In Brabant zijn er best wat vrij afstromende wateren terwijl dit boven in het land zo ongeveer alleen de Drentse Aa is. Er zijn in het Noorden wel meer beeksystemen maar deze zijn allemaal deels gestuwd. Voor de habitatvoorkeur van de rivierprik is met bodemhappers bekeken waar larven zitten, de gegevens over waar deze worden gevonden worden gebruikt om te bekijken welke Habitats geschikt zijn. De serpeling heeft in de Drentse Aa een flinke populatie, in de Hunze een kleine relictpopulatie en in de Ruiten Aa is deze helemaal weg. In de Hunze is er ook mogelijk een kleine genetische variëteit. Dit is nog een onderzoeksvraag die uitstaat.

Samengevat zijn het alleen Serpeling en BERPJE die last hebben van boezemstuwing (overgang van stromend naar stilstaand). Enige manier van terugkomst in andere beken is herintroductie. Het stilstaand water is in het boezemgebied waarbij de denkbeeldige lijn Groningen Winschoten de grens is. Ten zuiden hiervan ligt het Drents plateau met hellend gebied en stromenede beken. Ten noorden hiervan liggen polders en kanalen met relatief stilstaand water. Hierdoor is de serpeling afwezig in Peizerdiep en Ruiten Aa. Voor het herintroductie project wordt samengewerkt met 6 organisaties namelijk Waterschap Hunze en Aa's, Hogeschool van Hall Larenstein, Waterschap Noorderzijlvest, SVN, INBO en Sportvisserij Groningen Drenthe.

Het plan voor de herintroductie bestaat uit een kweekprogramma met 60 tot 80 vissen volgens INBO uit de Drentse Aa. De eerste 45 vissen zijn afgelopen Januari gevangen uit de Drentse Aa en vervolgens naar de kwekerij van INBO in Linkebeek gebracht. Begin 2025 is hier nog een tweede groep serpelings aan toegevoegd. De eerste uitzet van één-zomerige vissen gaat komend najaar plaatsvinden. Naast deze eerste

stappen bestaat het plan uit de komende 5 jaar jaarlijks 15000 serpelings uitzetten in de Ruiten Aa en Peizerdiep 50/50. De overleving van de jonge serpelings is ongeveer 60%. Hier is rekening mee gehouden en mocht er een overschot zijn dankzij het succes van de kweek worden er extra verdeeld. Op termijn worden er mogelijk ook aanvullingen in de Hunze uitgezet zodat deze kleinere populatie weer wat groter wordt en ook de genetische variëteit weer kan worden verbeterd, als uit onderzoek blijkt dat dit noodzakelijk is. Met 5 jaar uitzetten en de serpelings die na 3 jaar geslachtsrijp zijn moet er worden gemonitord en dit moet ook blijvend worden gedaan. In 2027/28 zouden de eerste larven die uit de gebiedseigen paai komen worden verwacht. Om tegen die tijd een beeld te krijgen van het succes van de herintroductie wordt er een nulmeting gedaan en wordt er daarna verder gemonitord. Dankzij een ander project dat nu loopt, het "Ruim baan voor vissen project", is er al intensievere monitoring in het stroomgebied van de Ruiten Aa aan de gang.

Het voortraject van de herintroductie bestond uit het bekijken naar welke soorten aanwezig zijn en wat hun mogelijkheden voor natuurlijke terugkomst zijn. Dit is ook opgenomen in beheerprogramma van Hunze en Aa's van 2022 tot 2027. De Ecologische en juridische vraagstukken zijn aan de provincies voorgelegd. Reacties op het ecologische aspect waren dat ecologisch er geen bezwaren tegen waren mede gezien het historische voorkomen in de andere Noordelijke beken. Juridisch gezien is de visserijwet van toepassing dus is de provincie geen bevoegd gezag. De visrechtgebende bepaalt dit in dit geval. In dit geval was het de hengelsport die dan dus bepalend is. Voortoets moet worden gedaan doordat het vangen van serpelings gedaan moet worden in een Natura 2000 gebied (Drentse Aa). Uitgebreid onderzoek wordt met van Hall en WUR gedaan via (RAAK-PRO aanvraag) subsidie. Najaar 2025 uitzet. Periode 2026-2029 herhaling hiervan. Met als doel lange termijn gezond. Stoffen zijn van belang en je beheer en onderhoud. Afstemmen voor herstel van het leefgebied. Zo kunnen vissen weer een systeem intrekken. Beschaduwning en watervegetatie.

Van het Bempje zijn er zoveel dat er gewoon rechtstreeks kan worden uitgezet. Hiervan zullen er 100 tot 200 per jaar uit de Drentse Aa en eventueel uit het Peizerdiep worden gehaald en vervolgens worden uitgezet in de Ruiten Aa. Serpeling en bempje makkelijker om mee te beginnen. Mogelijk later kwabaal en rivierprik. Voor de HGI wordt gekeken naar waar ze al voorkomen er wordt een lijn getrokken met de Drentse Aa omdat ze daar al voorkomen. De andere beken hebben zo goed als dezelfde regionale omstandigheden. Verder zijn er rapporten opgesteld met HGI voor rivierprik. Qua kwaliteit van water en het beheer van waterlichamen. Zo kunnen de beken er wel goed uitzien en gezond zijn maar als er wordt gebaggerd voor 2 keer op een jaar heeft het geen zin om hier vissen in uit te zetten. Geen larven van rivierprik gevonden in meerdere beken dus mogelijk geen makkelijke terugkomst daar. In de loop der jaren komt het wel weer terug. Het probleem is dat de Evolutionaire schaal past niet bij Nederlandse richtlijnen van 4 of 6 jaar. Dus helpen bij rivierprik maar bij serpeling niet.

## 8.2.2 Interview met Ron Schippers

Hoe gedaan: Vanuit RAVON is het mede opgepakt. De kwabaal kwam wel voor op meerdere plekken waar is daar uitgestorven. Door verbetering van de kwaliteit is de Beerze weer geschikt geworden voor de kwabaal. Om het project te kunnen doen is er onder andere subsidie bij provincie aangevraagd. Belangrijk bij de herintroductie zijn de IUCN-afwegingen. Pakte gunstig uit. De INBO in België was kweker van kwabaal. Vervolgens zijn de vissen aangekocht. Uitvoering van de uitzet is door de dommel zelf gedaan. Er zijn 3000 stuks kwabaal per keer uitgezet.

Monitoring: Er is voortplanting monitoringsplicht. Er waren afwegingen die gedaan moesten worden rondom de manier van monitoren. De opties voor monitoring waren: Monitoring met paaigeluid, RAVON doet deze monitoring. Er worden Hydropods gebruikt om hiermee geluid op te vangen. Daarnaast is het mogelijk om te proberen te vangen met projecten en vrijwilligers. Elders in Brabant nog een herintroductie van beekprik in Reusel. Deze is zeker weten gelukt. Ook deze herintroductie is door RAVON gemonitord. De manier van monitoren was in dit geval een Kuip in grond om zo de larven eruit halen. Aangezien de larven op verschillende plaatsen gevonden waren, kon worden achterhaald dat het een succesvolle herintroductie met voortplanting was.

Locatie: Door herstelprojecten en een overstromingsvlakte voldoet het habitat. IUCN-richtlijnen en RAVON. Onaangetast stuk beek. IUCN-richtlijnen zeker rekening mee houden. Droogval is ook een puntje om rekening

mee te houden door klimaatverandering. Dit had veranderende beken als gevolg. Onder andere zeldzame macrofauna moet worden beschermd tegen de droogval. Hierdoor moesten beken volgelopen worden via grondwater.

Mee en tegenvallers: Geen grote dingen tegengevallen, er zijn jaarlijks aankopen van de kwabaal gedaan waardoor de herintroductie prima lukte. Bij de herintroductie van beekprik in de Reusel is Adulte beekprik in de dommel weggevangen doordat de populatie het toeliet en vervolgens uitgezet in de Reusel.

## 8.2.3 Samenvatting interview met Johan Auwerx

### Monitoring en Kweekprogramma's

#### 1. Monitoring en rapportage:

- Een team binnen INBO verzamelt data over de staat van openbare waterlopen en rapporteert deze gegevens aan Europa.
- Deze data worden gebruikt om de status van verschillende soorten te bepalen, die uiteindelijk in rode lijsten worden weergegeven.

#### 2. Kweekprogramma's:

- Als monitoring aantoont dat een soort bedreigd is of lokaal uitgestorven, worden in situ maatregelen overwogen, zoals het oplossen van vismigratie- en vervuilingproblemen.
- Als in situ maatregelen niet voldoende zijn, wordt een kweekprogramma gestart, waarbij genetische aspecten worden bekeken en grote aantallen dieren worden gekweekt voor herintroductie.

### Genetische Diversiteit en Uitdagingen

#### 3. Genetische diversiteit:

- Het behoud van genetische diversiteit is cruciaal voor succesvolle herintroductie.
- Er worden genetische monitoring en analyses uitgevoerd om genetisch verlies te voorkomen en inteelt te vermijden.

#### 4. Uitdagingen en calamiteiten:

- De uitdagingen bij het opzetten van kweekprogramma's worden besproken, zoals inteelt in populaties, milieu-invloeden zoals vervuiling en droogte, en het belang van voldoende voorbereiding om het succes van herintroductieprogramma's te waarborgen.

### Routinematige Kweek en Samenwerking

#### 5. Routinematige kweken:

- Naast herintroductieprogramma's zijn er routinematige kweekprogramma's voor soorten zoals snoek, die worden gebruikt voor het beheer van exotische soorten en hengelsport.

#### 6. Samenwerking met organisaties:

- Samenwerkingen met nationale en internationale organisaties, zoals het Agentschap Natuur en Bos (ANB) en Sportvisserij Nederland, om vissoorten te kweken en herintroduceren.
- Levering van vissen aan NGO's en andere partners.

### Habitat en Monitoring

#### 7. Habitatgeschiktheid:

- Het is belangrijk dat het habitat geschikt is voor de herintroductie van soorten, inclusief waterkwaliteit en broedplaatsen.

- Er wordt beschreven hoe habitatgeschiktheid wordt geëvalueerd en benadrukt dat verschillende levensfasen van vissen hun eigen eisen hebben.

#### 8. Monitoring na herintroductie:

- Monitoring na herintroductie is cruciaal, inclusief genetische monitoring, om het succes van de herintroductie te beoordelen en genetisch verlies te voorkomen.

#### Specifieke Voorbeelden van Soorten

##### 9. Specifieke soorten en advies:

- **Kopvoorn:** Succesvolle herintroductie in Vlaanderen, met natuurlijke reproductie op veel locaties.
- **Serpeling:** Hogere eisen aan habitat, vooral tijdens de juveniele fase. Goede resultaten in het Maasbekken.
- **Beekprik:** Moeilijkheden bij het voeden van larfjes na het uitkomen van de eitjes. Belang van een dynamisch beekecosysteem voor succesvolle herintroductie.

#### Belangrijke Overwegingen

##### 10. Verstoringen en vervuiling:

- Vervuiling en bebouwing zijn belangrijke verstoringen in beken, inclusief zuurstofverlies door organische vervuiling en hormoonverstorende stoffen.
- Diffuse vervuiling en de ruimtelijke ordening in Nederland en Vlaanderen spelen een cruciale rol bij de gezondheid van waterlopen en vispopulaties.

##### 11. Genetische monitoring en behoud:

- Het behoud van genetische diversiteit en het vermijden van inteelt zijn cruciaal voor het succes van herintroductieprogramma's. Samenwerkingen en uitwisseling van genetisch materiaal met nabijgelegen populaties kunnen helpen om de genetische gezondheid van populaties te waarborgen.

### 8.2.4 Interview met Jan Kamman

Bij Sportvisserij Nederland wordt gestreefd naar een betere visstand. Herintroductie is een van de mogelijkheden om dat te bereiken, meestal de laatste mogelijkheid als andere methoden niet aanslaan. Sportvisserij Nederland is een brede organisatie die voor zowel recreatie en natuur is. Samen met waterbeheerders wordt er gewerkt aan deze 2 onderdelen, natuur en recreatie. Voor de vissen is het huis van de vis het belangrijkste, eigenlijk is dit dus het habitat. Herintroductie is een versnelling van natuurherstel. In de Beerze kwam vroeger geen kwabaal meer voor door onder andere een verslechtering van de beek. Doordat het habitat nu weer goed is zijn er weer mogelijkheden en is hier succesvol kwabaal uitgezet. Belangrijk bij herintroductie is dat de soorten die worden gekweekt of degenen die weg worden gehaald uit een andere beek of rivier uit hetzelfde stroomgebied komen. De natuurlijke verspreiding is moeilijk tegenwoordig, dus deze kan zo nu en dan een handje worden geholpen.

Om de habitatgeschiktheid te bepalen wordt er van 2 methodes gebruik gemaakt. Dit zijn de HGI-modellen en een model van Verdonschot. Dit model kijkt op meerdere schaalniveaus. Er wordt gekeken naar de verschillende levensfasen van de vissoorten. De habitats moeten bereikbaar zijn voor vissoorten. Het hoeft niet per se op dezelfde plek goed genoeg te zijn voor alle levensfasen, als ze maar wel op al die plaatsen kunnen komen. Stuwen hebben vaak impact op Habitats, met name voor de bereikbaarheid van andere delen van een beek. Aaneenschakeling van stilstaande wateren door de aanleg van stuwen is een probleem. Bij hermeandering zie je nog vaak geen stroming. Van

een rechte sloot is een kromme sloot gemaakt. Probleem is dat de grond weinig (water)buffer meer heeft. Vroeger waren het grote sponzen, zoals de veengebieden, maar tegenwoordig is er snel een tekort aan water.

Het is per project afhankelijk of er voor een heel gebied naar de habitatgeschiktheid wordt gekeken of dat erdoor bijvoorbeeld een waterschap al een locatie is uitgezocht voor een mogelijke herintroductie. Zo is er een onderzoek gedaan naar de geschikte locaties voor de kwabaal in heel Nederland. Soms is een Waterschap de leidende partij zoals bij de serpeling herintroductie bij Waterschap Hunze en Aa's en Noorderzijlvest. In de Drentse Aa is nog genoeg serpeling aanwezig is. In omliggende wateren zoals Peizerdiep is dit niet meer het geval. Hier is al wel uitgebreid habitatonderzoek gedaan en zijn er al locaties bekend. De herintroductie wordt voor een KRW versnelling gebruikt bij Hunze en Aa's. Als de serpelingen worden uitgezet, worden er visstand bemonsteringen gedaan zodat er goed in kaart kan worden gebracht hoe de soort zich ontwikkelt in deze heringerichte beken. Van de variabelen is het habitat al geschikt gemaakt.

Voor de herintroductie van serpeling in de Westerwoldse Aa wordt een veel uitgebreidere monitoring gebruikt. Dit zal onder andere worden gedaan met PIT tags. In het gebied zijn meerdere PIT poortjes waar de vissen doorheen zwemmen. Hiermee wordt de verspreiding in kaart gebracht. Er wordt ook met lichtvallen gekeken naar de larven.

Natuurorganisaties zijn vooral boven water gericht maar met de natuur onder water zijn ze minder bezig. Dit kan soms problemen veroorzaken. Zo worden er stuwtjes aangelegd om water vast te houden, welke negatief kunnen zijn voor vissen. Van belang is een goede samenwerking tussen verschillende partijen. Voor de serpeling herintroductie waar nu mee bezig is gegaan moet er vis worden gevangen uit de Drentse Aa. In het gebied waar vissen gevangen moeten worden is Staatsbosbeheer de grondeigenaar en dus moet er goed contact zijn en moeten er afspraken worden gemaakt. Dit wordt in dit geval gedaan door een Ecoloog van Hunze en Aa's.

De serpeling kan een snelle uitzetting zijn. Er zitten weinig bijzondere regels aan vast omdat de soort in de visserijwet is opgenomen. Er hoeft hierdoor dus geen vergunning worden aangevraagd maar het hoeft alleen te worden geaccepteerd door de visrechthebbende. In het gebied van Aa en Maas is de visrechthebbende Sportvisserij Zuid West Nederland. Verder is dit afhankelijk van zaken die in het huurcontract zijn opgenomen. Voor de serpeling zou INBO hierin de beste partij zijn. De serpelingen bij het INBO zijn ook afkomstig van het Maas stroomgebied waar ze dus vrijwel dezelfde genetische achtergrond hebben. Eerst vooronderzoek vanuit INBO, uit navolging hiervan kan er op redelijk korte termijn al een uitzet van serpeling plaatsvinden.

Het Habitat is de grootste risicofactor, met als kleinere risico's ook lozingen, droogval en overstorten. De Zalm herintroductie in de Rijn en Maas loopt ook niet op rolletjes. Er komen maar heel weinig volwassen vissen terug. De herintroductie wordt nog niet gezien als mislukt omdat het nog in een vroeg stadium is en er nog aan knoppen kan worden gedraaid tijdens het project.

Een herintroductie is als een ketting, alle schakels moeten aansluiten. Als het niet lukt kan door monitoring bepaald worden waar het probleem ligt.

Bij herintroducties worden er meestal kleine vissen uitgezet zodat ze kunnen groeien en voortplanten. Er wordt rekening gehouden met grote verliezen. Het is vaak ook moeilijk om genoeg adulte vissen te krijgen. In de kwekerij moeten de vissen er niet meerdere generaties in zitten. Dit is eigenlijk altijd F1, dit houdt in dat het de generatie na de gevangen vissen is. Bij F2 of F3 wordt de variëteit weer anders omdat deze generaties steeds minder op de oorspronkelijk gevangen vissen lijken natuurlijk gedrag. Ook het overzetten van vissoorten van de ene naar de andere beek kan met adulte vissen als de populatie toelaat. Voor de hele cyclus van de vis (Paai, eiafzet, larve, juveniel en adult) moeten omstandigheden goed genoeg zijn. Connectiviteit en habitatgeschiktheid zijn dus erg belangrijk.

Qua visrechten is een water van de grondeigenaar. Grote wateren zijn vaak van de overheid. Iets kleinere wateren zoals kleine riviertjes en beken zijn van een waterschap. De eigenaar verhuurt het

visrecht aan de hengelsport. In het geval van Waterschap Aa en Maas is Sportvisserij Zuidwest Nederland dus visrechthebbende van het water en niet het waterschap. Vissoorten die in de Visserijwet staan mogen uitgezet worden door hengelsport afhankelijk van het huurcontract. Op [Visplanner.nl](http://Visplanner.nl) kan worden gezien wie de visrechthebbende is per water. Meestal is Lokaal een hengelsportvereniging degene die mag vissen,

Hengelsportverenigingen worden regionaal overkoepeld door 1 van de 7 regionale Sportvisserijfederaties. Vervolgens heb je dan landelijk SVN.

Voor habitatgeschiktheid toetsen kan er ook vanuit de andere kant worden gekeken. Het eerste wordt gedacht aan het kijken vanuit de habitateisen van de soorten, maar er kan ook worden gekeken vanuit de vissoorten zelf om zo steeds verder in te kunnen zoomen op gebieden. Zo is het bempje wel een indicatorsoort voor een goede stroomsnelheid en variatie hierin, komt voor op plekken met jaarrond stroming. Ook kan er worden gekeken naar verschillende watertypen, ten eerste kan je je alleen al focussen op de R-watertypen. Hiernaast kan er worden gekeken naar bijvoorbeeld natuur en landbouw beken. Landbouw beken zijn meestal niet de meest geschikte beken voor een herintroductie terwijl de omstandigheden in natuurwater typen een stuk beter zijn in de meeste gevallen. Zo kan er steeds verder worden ingezoomd op locaties en kan je tot een steeds kleinere selectie komen. Aan het eind kan je scores geven aan de locaties om zo een locatie over te houden

### 8.3 KRW-waterlopen en bijbehoren vissoorten

Beken:	Type:	Mogelijke soorten:
Peelse Loop	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk)
Esperloop en Snelle Loop	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Beekerloop	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Kleine Aa	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Astense Aa en Soeloop	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).

Oploosche Molenbeek	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Ledeackerse Beek	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Tovensche Beek	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Aa, Eeuwselse Loop en Kievitsloop	R4a	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Halsche Beek en Hooge Raam	R4b	Kopvoorn, Rivierdonderpad, Serpeling, Winde. Beekprik (Afhankelijk).
Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	R5	Serpeling, Rivierdonderpad
Aa bij Helmond	R5	Serpeling, Rivierdonderpad
St. Jansbeek	R5	Serpeling, Rivierdonderpad
Loobeek en Molenbeek	R5	Serpeling, Rivierdonderpad
Aa van Gemert tot Den Bosch	R6	Winde, Kopvoorn, Serpeling, Rivierdonderpad
Dieze	R6	Winde, Kopvoorn, Serpeling, Rivierdonderpad
Stads-Aa	R6	Winde, Kopvoorn, Serpeling, Rivierdonderpad
Midden- en beneden Dommel	R6	Winde, Kopvoorn, Serpeling, Rivierdonderpad

Wambergische Beek	R20	Winde, Grote Modderkruiper
Goorloop, Boerdonkse Aa en Aa van Helmond	R20	Winde, Grote Modderkruiper
Leijgraaf	R20	Winde, Grote Modderkruiper
Goorloop tot aan Wilhelminakanaal	R20	Winde, Grote Modderkruiper
Graafse Raam, Lage Raam, Peelkanaal e.a.	R20	Winde, Grote Modderkruiper
Tochtsloot	R20	Winde, Grote Modderkruiper
Oeffeltsche Raam e.a.	R20	Winde, Grote Modderkruiper

Tabel 4: KRW-waterlopen van typen R4, R5, R6 en R20

## 8.4 Veldformulier

Datum:	07-05-2025		
Soort:	Serpeling		
Locatie:	Snelle Loop		
Traject:	1000 meter		
<b>Parameter:</b>	<b>Benodigde data:</b>	<b>Hoe meten:</b>	<b>Gemeten waarde:</b>
<b>Bodemzicht</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>Algenmat op substraat</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>&gt;5% Waterplanten</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Datum:	07-05-2025		
Soort:	Kopvoorn		
Locatie:	Snelle Loop		
Traject:	1000 meter		
<b>Parameter:</b>	<b>Benodigde data:</b>	<b>Hoe meten:</b>	<b>Gemeten waarde:</b>
<b>Bodemzicht</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>Waterplanten +%</b>	Ja of Nee en % van de hoeveelheid	Visuele waarneming + schatting	
<b>Takken/Wortels</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Datum:	07-05-2025		
Soort:	Rivierdonderpad		
Locatie:	Snelle Loop		
Traject:	50 meter		
<b>Parameter:</b>	<b>Benodigde data:</b>	<b>Hoe meten:</b>	<b>Gemeten waarde:</b>
<b>Algenmat op substraat</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>Takken, stammen of wortels +%</b>	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	
<b>Waterplanten+%</b>	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	

Figuur 24: Veldformulier locatie 1 Snelle Loop

Datum:	07-05-2025		
Soort	Kopvoorn		
Locatie:	Bakelse Aa		
Traject:	1000 meter		
<b>Parameter:</b>	<b>Benodigde data:</b>	<b>Hoe meten:</b>	<b>Gemeten waarde:</b>
<b>Bodemzicht</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>Waterplanten +%</b>	Ja of Nee en % van de hoeveelheid	Visuele waarneming + schatting	
<b>Takken/Wortels</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Datum:	07-05-2025		
Soort	Serpeling		
Locatie:	Bakelse Aa		
Traject:	1000 meter		
<b>Parameter:</b>	<b>Benodigde data:</b>	<b>Hoe meten:</b>	<b>Gemeten waarde:</b>
<b>Bodemzicht</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>Algenmat op substraat</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>&gt;5% Waterplanten</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Datum:	07-05-2025		
Soort:	Rivierdonderpad		
Locatie:	Bakelse Aa		
Traject:	50 meter		
<b>Parameter:</b>	<b>Benodigde data:</b>	<b>Hoe meten:</b>	<b>Gemeten waarde:</b>
<b>Algenmat op substraat</b>	Ja of Nee	Visuele waarneming	
<b>Takken, stammen of wortels +%</b>	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	
<b>Waterplanten+%</b>	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	

Figuur 25: Veldformulier Locatie 2 Bakelse Aa

Datum:	07-05-2025		
Soort	Serpeling		
Locatie:	Kawaise Loop		
Traject:	1000 meter		
<b>Parameter: Benodigde data: Hoe meten: Gemeten waarde:</b>			
Bodemzicht	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Algenmat op substraat	Ja of Nee	Visuele waarneming	
>5% Waterplanten	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Datum:	07-05-2025		
Soort	Kopvoorn		
Locatie:	Kawaise Loop		
Traject:	1000 meter		
<b>Parameter: Benodigde data: Hoe meten: Gemeten waarde:</b>			
Bodemzicht	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Waterplanten +%	Ja of Nee en % van de hoeveelheid	Visuele waarneming + schatting	
Takken/Wortels	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Datum:	07-05-2025		
Soort:	Rivierdonderpad		
Locatie:	Kawaise Loop		
Traject:	50 meter		
<b>Parameter: Benodigde data: Hoe meten: Gemeten waarde:</b>			
Algenmat op substraat	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Takken, stammen of wortels +%	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	
Waterplanten+%	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	

Figuur 26: Veldformulier Locatie 4 Kawaise Loop

Datum:	08-05-2025		
Soort:	Rivierdonderpad		
Locatie:	Hooge Raam (Graspeelloop)		
Traject:	50 meter		
<b>Parameter: Benodigde data: Hoe meten: Gemeten waarde:</b>			
Algenmat op substraat	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Takken, stammen of wortels +%	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	
Waterplanten+%	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	
Datum:	07-05-2025		
Soort:	Rivierdonderpad		
Locatie:	Snelle Loop (Berkense Loop)		
Traject:	50 meter		
<b>Parameter: Benodigde data: Hoe meten: Gemeten waarde:</b>			
Algenmat op substraat	Ja of Nee	Visuele waarneming	
Takken, stammen of wortels +%	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	
Waterplanten+%	Ja of Nee en %	Visuele waarneming + schatting	

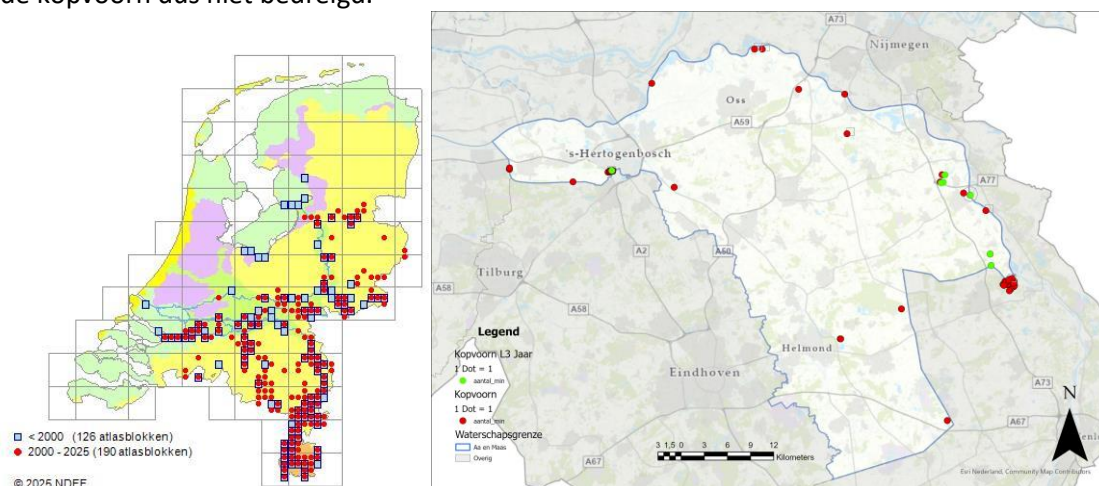
Figuur 27: Veldformulier locatie 3: Snelle Loop en locatie 5: Hooge Raam

## 8.5 Beschrijving van de vissoorten

In dit onderzoek is voor een aantal beekvissoorten literatuuronderzoek gedaan. Er zijn acht beekvissoorten geselecteerd die worden opgenomen in het literatuuronderzoek. Later in dit onderzoek wordt het aantal soorten teruggebracht om zo een niet te groot onderzoek te krijgen. De vissoorten die behandeld worden zijn de kopvoorn, serpeling, grote modderkruiper, beekprik, winde, riviergrondel, rivierdonderpad en het biermpje. De vissoorten die in het literatuuronderzoek zijn opgenomen zijn allemaal beekvissen. Deze soorten komen niet allemaal in dezelfde hoedanigheid voor binnen het beheersgebied van Waterschap Aa en Maas. Om te achterhalen waar en wanneer deze soorten zijn waargenomen binnen het gebied, is het uitvoerportaal van de Nationale Databank voor Flora en Fauna (NDF) gebruikt. Hier zijn alle waarnemingen van plant en diersoorten opgenomen. Met deze data zijn de figuren gemaakt waarin de verspreiding van de soort in het gebied van Waterschap Aa en Maas inzichtelijk gemaakt.

### 8.5.1 Kopvoorn

In Nederland komt de Kopvoorn (*Squalius Cephalus*) met name voor in de middenloop van rivieren en beken. De kopvoorn leeft graag in rivieren en beken waar veel verschil in stroomsnelheid is en waar genoeg structuur is (RAVON, sd). Ook beschaduwde plekken en dieper gelegen delen, evenals oevers van rivieren is een plek waar kopvoorns graag zijn (Sportvisserij Nederland, 2006). De kopvoorn wordt normaal gesproken in Nederland niet groter dan 60 centimeter. Ze voeden zich voornamelijk met kleine visjes en amfibieën. Met name in Limburg is de kopvoorn nog goed vertegenwoordigd, terwijl de soort buiten Limburg een vrij zeldzame soort is geworden. (Zie figuur...) Dit komt met name doordat de lopen van beken en rivieren nogal zijn veranderd op veel plaatsen. Hiernaast is ook de verslechtering van de waterkwaliteit één van de oorzaken voor de vermindering van de kopvoorn aantallen in Nederland. Door deze bedreigingen is de soort opgenomen in de visserijwet. Hierin staat dat de minimummaat 30 centimeter is. De soort heeft geen terugzetsplicht terwijl dit wel te verwachten valt kijkend naar de status in Nederland. De kopvoorn heeft volgens de IUCN Rode Lijst, de status 'Least concern' terwijl hij op de nationale rode lijst de status 'Kwetsbaar' heeft (Nederlands Soortenregister, sd); (Freyhof, European Chub, 2022). Op internationale schaal is de kopvoorn dus niet bedreigd.

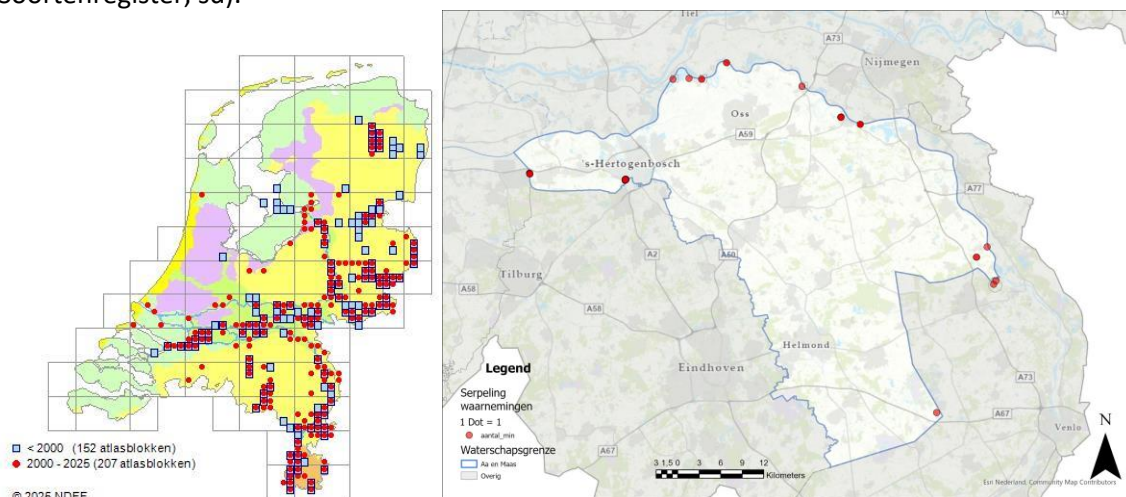


Figuur 28: Links: De verspreiding van kopvoorn in Nederland (RAVON, sd) en Rechts: de historische (Rood) en huidige (Groen) verspreiding in het beheergebied van Aa en Maas.

### 8.5.2 Serpeling

De serpeling (*Leuciscus Leuciscus*) komt met name voor in ondiepe, smalle en stromende beken en kleine rivieren in boven- en middenloop (Dillen, Baeyens, Martnes, & Coeck, 2006). De soort leeft graag op plaatsen met grovere substraten zoals grind op de bodem en waterplanten. De serpeling

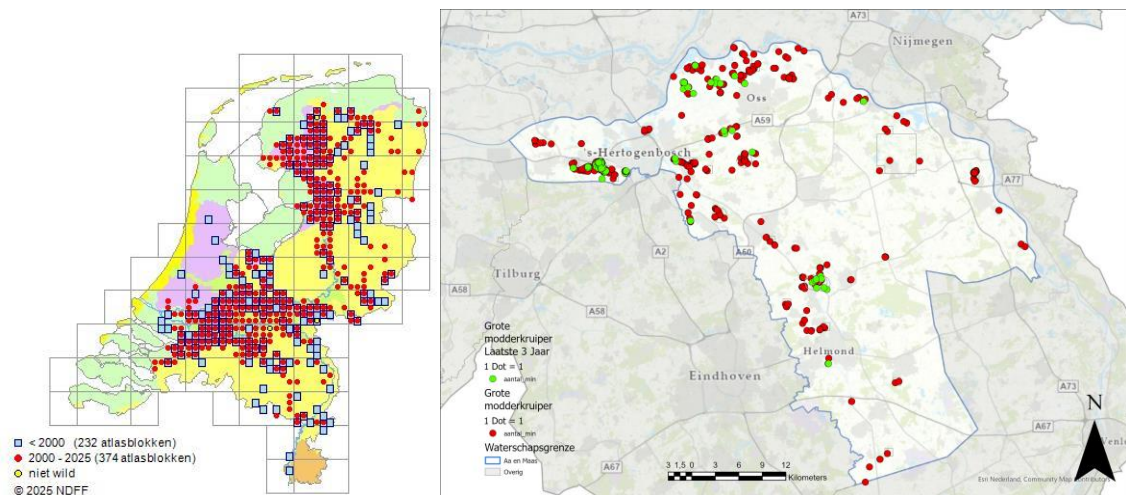
wordt uiterlijk 30 centimeter. Ze voeden zich onder andere met larven van insecten en algen (Sportvisserij Nederland, 2006). In Nederland komt de soort verspreid voor in rivieren en beken in met name Limburg, Gelderland en Overijssel (Zie figuur...). De serpeling is flink in aantallen achteruitgegaan door het veranderen van de loop van beken en rivieren. Daarnaast is de soort ook vatbaar voor verslechtingen van de waterkwaliteit. Ook is de serpeling opgenomen in de visserijwet en moet het hele jaar door meteen worden teruggezet bij het vangen (RAVON, sd). In de IUCN rode lijst heeft de serpeling de status 'Least concern' (Ford, Common Dace, 2023). In de rode lijst van Nederlandse soorten heeft de serpeling de status van 'Kwetsbaar' (Nederlands Soortenregister, sd).



Figuur 29: Links: De verspreiding van serpeling in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische verspreiding in het beheergebied van Aa en Maas.

### 8.5.3 Grote Modderkruiper

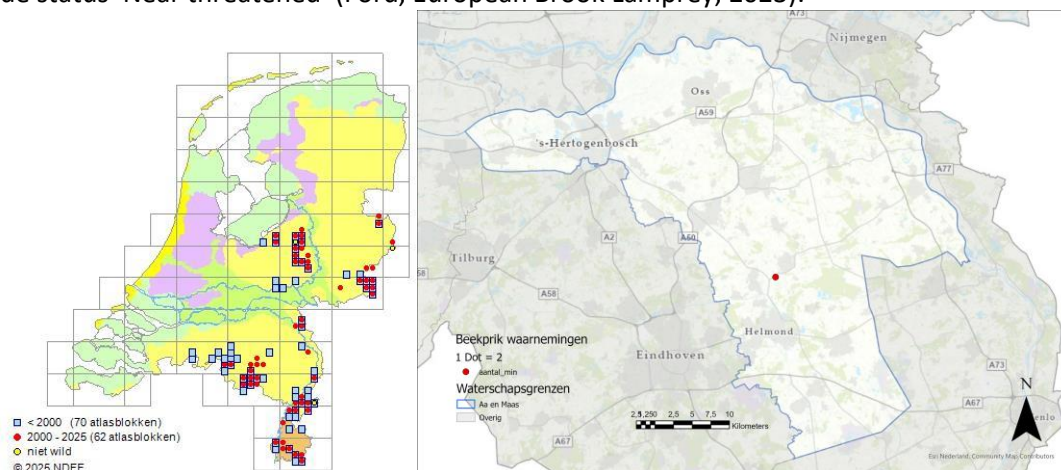
De grote modderkruiper (*Misgurnus Fossilis*) is een vissoort die vooral voorkomt in de ondiepe waterlichamen met een modderbodem. Ook veel waterplanten is een kenmerk van een habitat waar een grote modderkruiper zich thuis voelt (RAVON, sd). De soort leeft met name in vrijwel stilstaand en ondiep water van kleine waterlichamen zoals poldersloten, beken en rivieren (Wolfshaar, 2009). Hieronder ook zuurstofarme en waterlichamen die droogvallen (Sportvisserij Nederland, 2006). Ze worden tot ongeveer 30 centimeter lang. De grote modderkruiper voedt zich voornamelijk met diertjes zoals slakken, zoetwatermossels en insectenlarven (Bij12, 2021). De soort komt in vrijwel heel Nederland voor (Zie figuur...). De aantallen van de grote modderkruiper zijn onder andere afgenomen doordat overstromingsvlaktes en verlandingshabitat op grote schaal is verdwenen (RAVON, sd). De grote modderkruiper wordt tegenwoordig in Nederland beschermd door de wet natuurbescherming, die op is genomen in de omgevingswet. Daarnaast is de soort opgenomen in de habitatrichtlijn in tabel 2 (Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, 2008). De grote modderkruiper wordt in Nederland als 'kwetsbaar' gezien door de rode lijst (Nederlands Soortenregister, sd). Op de IUCN Rode lijst heeft de grote modderkruiper de status 'Least concerned' (Ford, European Weatherfish, 2023)



Figuur 30: Links: De verspreiding van grote modderkruiper in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische (Rood) en huidige (Groen) verspreiding in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas.

### 8.5.4 Beekprik

De beekprik (*Lampetra Planeri*) komt voor in redelijk stromende beken en rivieren. Ook zoeken ze zandige en slibrijke beken (Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, 2008). De beekprik wordt uiterlijk 20 centimeter lang. De beekprik voedt zich met detritus en kleine organismen (Sportvisserij Nederland, 2006). In Nederland komt de beekprik weinig voor (Zie figuur 4). De plekken waar ze nog voorkomen zijn in beekjes in Gelderland, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg (RAVON, sd). De beekprik is in Noord-Brabant geïntroduceerd in onder andere de Reusel (Spikmans M. S., 2016). De soort is op veel andere plekken in Nederland verdwenen door het rechttrekken van beken en door de watervervuiling. Baggerwerkzaamheden hebben ook een slechte invloed op de beekprik doordat hiermee larven worden weggehaald. De beekprik is beschermd door middel van de wet natuurbescherming die tegenwoordig valt onder de omgevingswet. Ook staat de beekprik in de habitatrichtlijn bijlage 2. De soort is in de nationale rode lijst opgenomen en heeft hierin de status 'bedreigd' (Nederlands Soortenregister, sd). In de IUCN Rode lijst heeft de beekprik de status 'Near threatened' (Ford, European Brook Lamprey, 2023).

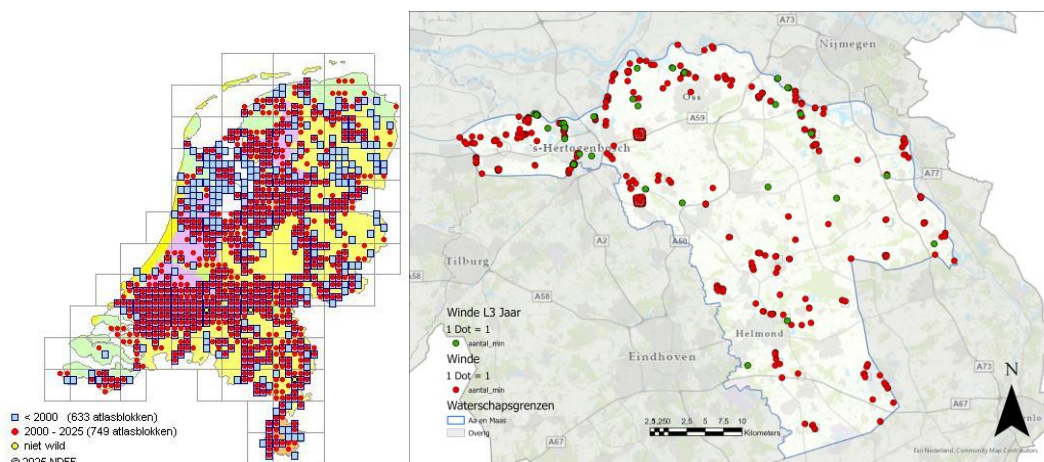


Figuur 31: Links: De verspreiding van beekprik in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische verspreiding in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas.

### 8.5.5 Winde

De winde (*Leuciscus Idus*) komt voor in stromende beken van gemiddeld 0,2 tot 0,5 m/s (Emmerik, 2006). Ook leven ze vooral in benedenlopen van grotere en kleinere rivieren en andere wateren die hiermee in verbinding staan (RAVON, sd). Een winde wordt maximaal rond de 80 centimeter. Het

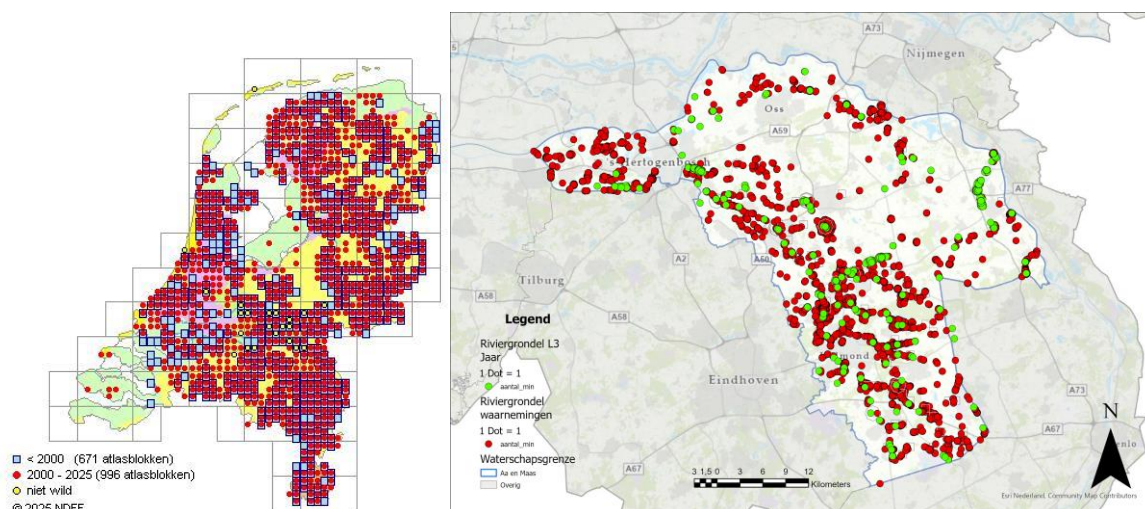
voedsel van de winde bestaat onder andere uit kleine visjes en insecten (Sportvisserij Nederland, 2006). De soort komt in vrijwel heel Nederland voor in de grote rivieren en de kleinere wateren die daarmee verbonden zijn (RAVON, sd). De winde is opgenomen in de visserijwet en heeft daarin een minimummaat van 30 centimeter. In de Nederlandse rode lijst is de winde niet opgenomen terwijl deze in de IUCN Rode lijst de status ‘Least concern’ heeft (Ford, Ide, 2023).



Figuur 32: Links: De verspreiding van winde in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische verspreiding (Rood) en de huidige verspreiding (Groen) in het beheergebied van Aa en Maas.

### 8.5.6 Riviergrondel

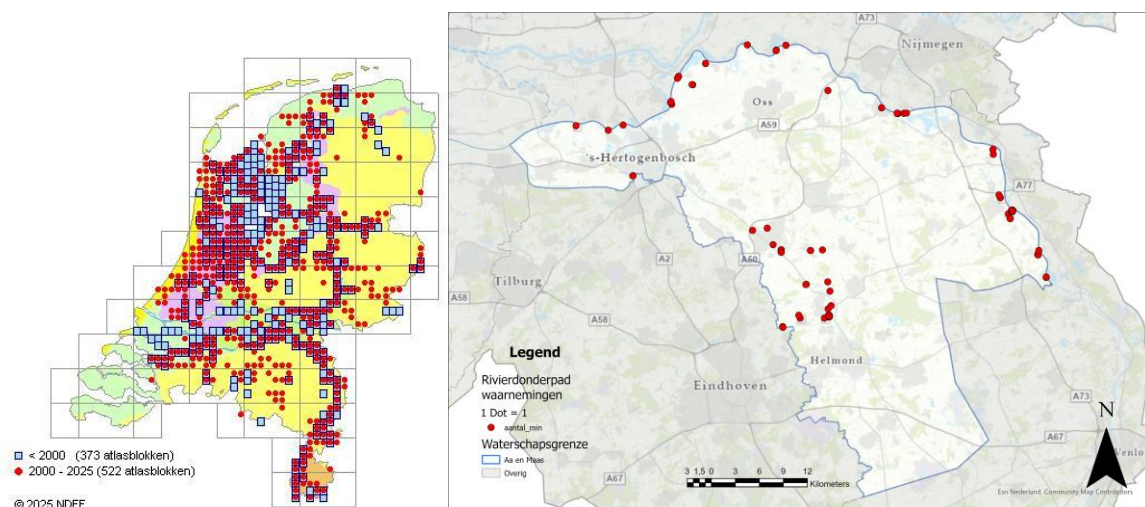
De riviergrondel (*Gobio Gobio*) komt in Nederland met name voor op de bodem van riviertjes, meren, sloten en beken (Beers, 2005). Ze worden ongeveer 20 centimeter. Hun voedsel bestaat met name uit macrofauna en plantaardig materiaal. De riviergrondel komt in Nederland wijdverspreid voor in riviertjes en beken (RAVON, sd). De riviergrondel kan verschillende voeding van de bodem halen, waaronder wormen, kreeftachtigen en larven (Sportvisserij Nederland, 2006). Onderzoek toont aan dat de aantallen riviergrondel in de grotere rivieren in Nederland zijn verminderd door de opkomst van de witvingrondel. Mogelijk kwam deze opkomst doordat de witvingrondel beter tegen een slechtere waterkwaliteit kan (Spikmans, Kranenbarg, & van Kessel, Witvingrondel: een invasieve exoot in Rijn en Maas?, 2011). De riviergrondel staat in de visserijwet zonder beperkingen. De soort is niet opgenomen in de Nederlandse rode lijst en heeft op IUCN Red list de status van ‘Least concern’ (Freyhof, Common Gudgeon, 2023).



Figuur 33: Links: De verspreiding van riviergrondel in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische verspreiding (Rood) en de huidige verspreiding (Groen) in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas.

## 8.5.7 Rivierdonderpad

De rivierdonderpad (*Cottus Perifretum*) is een bodemvis die met name voorkomt in licht stromende wateren met een zanderige of steenachtige bodem (Sportvisserij Nederland, 2006). De waterlichamen waar ze vooral leven zijn rivieren, beken, meren en kanalen op plaatsen met zuurstofrijk water. De rivierdonderpad wordt ongeveer 13 centimeter lang (RAVON, sd). Hun voedsel bestaat voornamelijk uit vlokreeftjes, waterpissebedden en larven (Peters, Kennisdocument donderpad het geslacht Cottus, 2009). De rivierdonderpad is verspreid door bijna heel Nederland maar daarentegen zijn ze niet overal in grote aantallen aanwezig. Aangezien de rivierdonderpad in zuurstofrijke wateren te vinden is, kunnen ze niet goed tegen lage zuurstofconcentraties in het water. Ook het rechtekken van beken en vervuiling van het water en de waterbodem zijn problemen, waar de rivierdonderpad gevoelig voor is. Op dit moment zijn de grootste problemen die de soort ondervindt de exotische grondels. Deze kunnen erg territoriaal zijn waardoor de rivierdonderpad verdreven wordt (RAVON, sd). Door onderzoek dat is gedaan naar de donderpad is gebleken dat er 2 ondersoorten leven in Nederland. Dit zijn de rivierdonderpad (*Cottus Perifretum*) en de beekdonderpad (*Cottus Rheanus*). Tussen deze soorten zit een verschil wat betreft bescherming. De rivierdonderpad is niet opgenomen in de Wet Natuurbescherming terwijl de beekdonderpad hierin wel is opgenomen. Ook op de Nederlandse rode lijst zit er een bijzonder verschil tussen de soorten. Zo heeft de rivierdonderpad de status 'Kwetsbaar' (Nederlands Soortenregister, sd) terwijl de beekdonderpad de status 'Gevoelig' heeft. Dit terwijl kwetsbaar een zeldzamere status is dan gevoelig. De reden hiervoor is dat de Rode lijst geen juridische status heeft (Nederlands Soortenregister, sd). Op de IUCN Red list heeft de soort de status 'Least concern' (Ford, Common Bullhead, 2023).

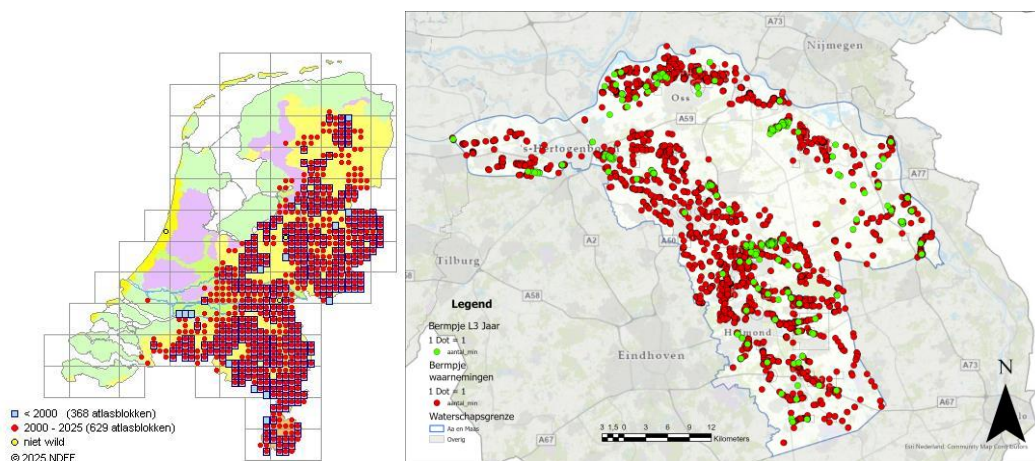


Figuur 34: Links: De verspreiding van rivierdonderpad in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische verspreiding in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas.

## 8.5.8 BERPJPJE

Het bERPJPJE (*Barbatula Barbatula*) is een bodemvis die met name voorkomt in beken. Ze zijn afhankelijk van de stroming in deze beken en houden ook van ondiep water met genoeg plaatsen om zich schuil te houden. Ze worden maximaal ongeveer 18 centimeter lang (RAVON, sd). Het voedsel van het bERPJPJE bestaat uit kleine bodem bewonende dieren zoals larven en vlokreeften. (Sportvisserij Nederland, 2006). De soort komt in Nederland vooral voor in het zuiden en oosten van Nederland. Ook bij het bERPJPJE zijn de grootste bedreigingen dat de waterkwaliteit verslechtert. Daarnaast zijn de problemen dat de beken rechtgetrokken worden. Daarnaast heeft het bERPJPJE ook last van concurrentie van de zwartbekgrondel. De soort is tegenwoordig opgenomen in de visserijwet zonder minimummaat (RAVON, sd). Voordat de soort in de visserijwet stond, was hij opgenomen in

de flora- en faunawet. Het biermpje is niet opgenomen in de nationale rode lijst en heeft op de IUCN Red list de status 'Least concern' (Freyhof, European Stone Loach, 2023).



Figuur 35: Links: De verspreiding van biermpje in Nederland (RAVON, sd) en rechts: de historische verspreiding (Rood) en de huidige verspreiding (Groen) in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas.