



Kwabaal in de Vinkeveense Plassen

Status van de soort, geschiktheid van oeverhabitat en actieplan voor toekomstig behoud

Nymfe van Boekel, Mark Groen, Jelger Herder en Fabian Smith



RAVON

Kwabaal in de Vinkeveense Plassen

Status van de soort, geschiktheid van oeverhabitat
en actieplan voor toekomstig behoud

Nymfe van Boekel, Mark Groen, Jelger Herder en Fabian Smith



RAVON

Colofon

Status uitgave:	Definitief
Datum uitgave:	30 januari 2024
Titel:	Kwabaal in de Vinkeveense Plassen
Subtitel:	Status van de soort, geschiktheid van oeverhabitat en actieplan voor toekomstig behoud
Wijze van citeren:	Boekel, van, N., Groen, M., Herder, J.E. & Smith, F. 2024. Kwabaal in de Vinkeveense Plassen. Status van de soort, geschiktheid van oeverhabitat en actieplan voor toekomstig behoud. Stichting RAVON, Nijmegen.
Samenstellers:	Nymfe van Boekel, Mark Groen, Jelger Herder en Fabian Smith
Foto's omslag:	Jelger Herder
Aantal pagina's incl. bijlagen:	44
Projectnummer:	2020.144
Projectleider:	Mark Groen
Naam en adres opdrachtgever(s):	Afdeling subsidies Provincie Utrecht Archimedeslaan 6 3584 BA Utrecht
Akkoord voor uitgave:	Martijn Schiphouwer

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Kwabaal ernstig bedreigde koudwatervis	6
1.2 Kwabaal in de Vinkeveense Plassen	8
1.3 Aanleiding project en doelstellingen	10
1.4 Leeswijzer	10
2 Habitatieisen en temperatuurtolerantie per levensstadium	11
2.1 Habitatieisen per levensstadium	11
2.2 Temperatuurtolerantie per levensstadium	12
3 Methoden	13
3.1 Kwabaalinventarisatie	14
3.1.1 Akoestische monitoring	14
3.1.2 Kwabaalwijken	15
3.1.3 Structuurvallen	17
3.1.4 Elektrovisen	17
3.1.5 Larvensleepnet	18
3.1.6 Lichtvallen	18
3.1.7 Fuiken	19
3.2 Habitatinventarisatie	20
3.2.1 Habitatgeschiktheid via sonarbeelden	20
3.2.2 Duikend	22
4 Resultaten kwabaal- en habitatinventarisatie	24
4.1 Kwabaalinventarisatie	24
4.2 Resultaten habitatinventarisatie	26
5 Potentiele bedreigingen	29
5.1 Verlies en/of gebrek aan geschikt habitat	29
5.2 Klimaatopwarming	30
5.3 Exotische grondels en kreeften	32
5.4 Conclusie bedreigingen	34
6 Actieplan en visie	36
6.1 Vervolgonderzoek en maatregelen	36
6.1.1 Habitatherstel/-verbetering	36
6.1.2 Populatieherstel	38
6.2 Overweging bijplaatsing	38
7 Literatuur	40
Bijlage 1 – Flyer kwabaalsubstraten duikers	43
Bijlage 2 – Kwabaal Workshop	44

Samenvatting

De kwabaal is een typische koudeminnende soort: voortplanting vindt plaats in de winter en in de zomer trekken de volwassen dieren zich terug in structuren in koele gedeelten van wateren. In veel beken, plassen en poldersystemen in Nederland is de kwabaal in de vorige eeuw uitgestorven. De nog resterende kwabaalpopulaties in Nederland zijn veelal klein en kwetsbaar of de status is onbekend. Zonder onderzoek en concrete maatregelen dreigen er populaties uit te sterven. Op de Rode Lijst van zoetwatervissen (Kranenburg & Spikmans, 2013) is kwabaal de enige soort met de status 'ernstig bedreigd'. Daarom is de soort in 2017 opgenomen in de Wet Natuurbescherming. In de tweede helft van de 20e eeuw verdween de kwabaal uit grote delen van Utrecht. De soort wordt nu zelden nog waargenomen. Alleen in de Vinkeveense Plassen wordt kwabaal nog (bijna) jaarlijks waargenomen door beroepsvissers, duikers en tijdens visstandbemonsteringen. In het coalitieakkoord Waterschap Amstel, Gooi en Vecht 2023-2027 is bescherming van de kwabaal opgenomen als bestuurlijke ambitie.

In 2018 heeft RAVON een kansanalyse uitgevoerd naar het voorkomen van de kwabaal in de Vinkeveense plassen (Spikmans et al., 2018). Hieruit kwam naar voren dat het gebied één van de laatste natuurlijke kwabaalpopulaties in Nederland herbergt. Over de exacte verspreiding, populatiegrootte en habitatgebruik van kwabaal in de Vinkeveense Plassen is echter weinig bekend. Dit brengt een grote verantwoordelijkheid voor de beheerders van het gebied mee: kwabaal is een beschermde soort, de populatie in de Vinkeveense Plassen behoort tot één van de laatste in Nederland én de soort is door de provincie Utrecht aangewezen als iconsoort. Bovendien worden de bekade oevers in de plassen in 2024 vernieuwd/hersteld, waarmee mogelijke schuilplaatsen voor de kwabaal verloren gaan. Tijdens deze werkzaamheden ontstaan echter ook meekoppelkansen om het habitat voor de soort in de Vinkeveense Plassen te verbeteren.

De doelen van dit project zijn:

- 1) Het in beeld brengen van onder andere het habitat van kansrijke oeverzones, dichtbij bekende paaiplaatsen, die ingericht/geoptimaliseerd kunnen worden als opgroeigebied voor kwabaal.
- 2) Het uitvoeren van een substraatpilot (bestaande uit tenminste 30 objecten) om inzicht te verschaffen of het aanbrengen van (kunstmatig) structuur een innovatiemaatregel kan zijn om kwabaalschuilplaatsen te behouden bij het vernieuwen van bekade oevers.
- 3) Het derde doel van de project is het bijeenbrengen en uiteenzetten van alle resultaten uit de vorige twee doelen, literatuurstudie en de workshop met alle belanghebbenden. Deze uiteenzetting resulteert in een uitvoeringsplan met een concreet plan van aanpak om het voortbestaan van de kwabaal in de Vinkeveense Plassen (hopelijk) te kunnen garanderen.

Om de kwabaalpopulatie en de geschiktheid van het habitat voor de soort in de Vinkeveense Plassen te onderzoeken zijn verschillende onderzoeksmethoden toegepast. De methoden

zijn onderverdeeld in twee typen inventarisaties, namelijk: kwabaalinventarisatie en habitatinventarisatie.

Middels de verschillende onderzoeken zijn geen (juvenile) kwabalen gevangen. Kwabaallarven zijn in de Vinkeveense Plassen tijdens dit onderzoek en in de geruime periode daarvoor niet aangetroffen. Volwassen kwabaal is enkel waargenomen via akoestische monitoring, fuikvangsten van de lokale beroepsvisser en de melding van een duiker. Met name in de buurt van gemaal De Ruiters worden jaarlijks kwabalen gevangen in fuiken. In de structuurvallen nabij de kwabaalwijken zijn enkel verschillende exotische grondelsoorten en kreeftsoorten aangetroffen.

De locaties waar kwabaal is gehoord worden gekenmerkt door steile veen/klei wanden met daarin grote gaten die als schuilplaats kunnen dienen. Ook zijn deze locaties ongeveer 3 tot 12 meter diep en bevinden zich langs diepe putten. De lagere watertemperatuur hier in de zomer speelt mogelijk een rol. Tijdens de duiksurvey zijn geen kwabalen waargenomen. De beoordeling van een aantal oevers op geschiktheid loopt aardig uiteen. Wel kan gesteld worden dat er geschikte oevers aanwezig zijn, met name in de hoek van de Zuidplas langs de N201 en Groenlandsekade.

Er zijn een aantal bedreigingen voor de kwabaal in de Vinkeveense Plassen te onderscheiden: 1) verlies en/of gebrek aan geschikt habitat, 2) klimaatopwarming en 3) de toename in exotische grondels en kreeften. Met name de hoeveelheid aan drukfactoren is toegenomen. Waar eerst vooral aanpassingen in het watersysteem een enorme invloed hadden, is daar nu bijvoorbeeld ook een stijging van watertemperaturen en concurrentiedruk van exoten bijgekomen. Sinds de flinke afname van de kwabaalpopulatie in tweede helft van de 20^e eeuw is de populatie steeds kwetsbaarder geworden. Externe factoren die eerst nog niet zo'n hoge druk op de populatie legden, kregen waarschijnlijk een steeds grotere invloed naarmate de populatie, en daarmee onder andere paarijpe adulte kwabalen, afnam. Waar een gebrek aan overstromingsvlakten eerst nog opgevangen kon worden door oevers met een natuurlijk verloop, worden deze oevers nu gedomineerd door exotische vis- en kreeftsoorten, waardoor de predatiedruk op kwabaallarven, -eitjes en juvenile kwabalen mogelijk erg groot is geworden.

Om kwabaal in de Vinkeveense Plassen te behouden wordt aanbevolen vervolgonderzoek uit te voeren naar een aantal kennisleemtes die nog bestaan rondom de kwabaal in de plassen. Zo moet duidelijk worden wanneer en waar de kwabalen precies paaieren, wat het voortplantingssucces en het genetisch profiel van de kwabaalpopulatie is en wat überhaupt de omvang van de populatie is. Ook dient de pilot van Staasbosbeheer met betrekking tot de aanleg voor natuurvriendelijke oevers ter compensatie van de te vervangen bekaide oevers benut te worden. Tijdens de pilot kunnen de ideale kwabaal-oever en het ideale kwabaalhabitat voor met name kwabaallarven en juvenile kwabalen verder onderzocht worden. Met het huidige onderzoek zijn nog niet alle kennisleemtes opgelost.

1 Inleiding

1.1 Kwabaal ernstig bedreigde koudwatervis

De kwabaal (*Lota lota*) is een vissoort die van oorsprong sterk afhankelijk is van dynamische watersystemen en natuurlijke peilfluctuaties. De soort is uniek, omdat het de enige kabeljauwachtige is die in zoet water leeft. De kwabaal is daarnaast een typische koudeminnende soort: voortplanting vindt plaats in de winter en in de zomer trekken de volwassen dieren zich terug in structuren in koele gedeelten van wateren.

In veel beken, plassen en poldersystemen in Nederland is de kwabaal in de vorige eeuw uitgestorven. Door het hydrologisch beheersen en normalisatie van watersystemen is de peildynamiek en variatie in habitats verdwenen, hetgeen essentieel is voor de voortplanting. Dit is waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak geweest voor de sterke achteruitgang. Daarnaast spelen ook de toenemende (water)temperaturen in de zomer en winter, en het verdwijnen van habitats met koel water (diepere delen, kwel en/of beschaduwing langs wateren) in toenemende mate een rol. Tot slot heeft de soort in de afgelopen decennia mogelijk ook last gekregen van exotische grondels en kreeften. Deze kunnen concurreren om voedsel en/of de eitjes en larven van kwabaal prederen.



Figuur 1.1.1. kwabaal – foto Jelger Herder

De nog resterende kwabaalpopulaties in Nederland zijn veelal klein en kwetsbaar of de status is onbekend. Zonder onderzoek en concrete maatregelen dreigen er populaties uit te sterven. Op de Rode Lijst van zoetwatervissen (Kranenbarg & Spikmans, 2013) is kwabaal de enige soort met de status 'ernstig bedreigd'. Daarom is de soort in 2017 opgenomen in de Wet Natuurbescherming. In deze wet staat beschreven dat provincies een opgave hebben om te werken aan instandhouding en versterking van bedreigde soorten. In de provincies Noord-Holland, Utrecht, Gelderland, Noord-Brabant en Overijssel is de kwabaal daarom opgenomen als doelsoort voor actieve bescherming.

In de tweede helft van de 20e eeuw verdween de kwabaal uit grote delen van Utrecht. De soort wordt nu zelden nog waargenomen. Alleen in de Vinkeveense Plassen wordt kwabaal nog (bijna) jaarlijks waargenomen door beroepsvissers, duikers en tijdens visstandbemonsteringen. De hier aanwezige populatie is één van de laatste plekken in ons land waar de soort zich nog voortplant en daardoor van groot belang voor de instandhouding van de soort in Nederland. In het coalitieakkoord Waterschap Amstel, Gooi en Vecht 2023-2027 is bescherming van de kwabaal dan ook opgenomen als bestuurlijke ambitie, zie het tekstkader hieronder.

Wij willen een veilige en gezonde leefomgeving voor vissen.

- Hiervoor intensiveren we de uitvoering van de Nota Vis.
- We streven naar begrenzen van de hengelsport.
- We streven naar toename van de palingstand en bescherming van de zeldzame kwabaal.

Activiteiten om nader uit te werken in een Uitvoeringsprogramma

- *De Nota Vis aanscherpen in ambitie en uitvoeringssnelheid*

Voor de Nota Vis 2.0 nemen we een post op in de begrotingen met ingang van 2024.

Aan de Nota Vis voegen we onder andere toe:

- Starten met het uitfaseren van de verhuur van visrechten. Waar dit nog niet mogelijk is, scherpen we de voorwaarden van de huurovereenkomsten aan.
- We faciliteren geen hengelsekels.
- We onderzoeken de mogelijkheden om uitstrooien van visvoer te verbieden.
- We richten visvrije zones in rond alle vispassages, gemalen, stuwen, sluizen en inlaten van AGV. We handhaven strenger op deze visvrije zones.
- Het ambitieniveau voor de palingstand gaat omhoog. Wij ondersteunen hiervoor onder andere het initiatief van RAVON om een aalreservaat op te richten in de Sloterplassen.
- In de Vinkeveense plassen, de Wijde Blick en de Spiegelplas komt de zeer zeldzame kwabaal nog voor. We zetten er op in om deze soort te behouden en hierover informatie te verzamelen die de bescherming ondersteunt.

1.2 Kwabaal in de Vinkeveense Plassen

In 2018 heeft RAVON een kansenanalyse uitgevoerd naar het voorkomen van de kwabaal in de Vinkeveense plassen (Spikmans et al., 2018). Hieruit kwam naar voren dat het gebied één van de laatste natuurlijke kwabaalpopulaties in Nederland herbergt. Over de exacte verspreiding, populatiegrootte en het habitatgebruik van kwabaal in de Vinkeveense Plassen is echter weinig bekend. Wel is duidelijk dat de laatste jaren steeds minder en alleen adulte kwabalen worden waargenomen, vermoedelijk is de populatie klein en kwetsbaar. Mogelijk speelt een gebrek aan opgroeihabitat (natuurlijke ondiepe en structuurrijke oevers) en substraat/schuilmogelijkheden een rol in de afname van de kwabaalpopulatie.

Door sportduikers, de lokale beroepsvisser en tijdens KRW-visstandbemonsteringen worden zo nu en dan nog kwabalen waargenomen. Geluidsonderzoek van RAVON tijdens de winters van 17/18, 18/19 en 20/21 toonde daarnaast aan dat er in verschillende diepere delen in de Vinkeveense Plassen nog sprake is van paaiactiviteit (door trommelactiviteit) van kwabalen. Begin 2023 is door de beroepsvisser bij de Geuzensloot (zie figuur 1.2.1) nog een paairijp vrouwtje vol met kuit gevangen. De laatste waarneming van een (mogelijke) juveniele of eenjarige kwabaal dateert echter uit 2012/2013 uit de Geuzensloot die is aangetakt aan de “Kleine Plas” van de Vinkeveense Plassen (Spikmans, Smith, Kranenbarg & de Bruin, 2017). Hier zijn in het verleden meerdere adulte en juveniele kwabalen waargenomen. De Geuzesloot en/of aangrenzende wateren worden vermoedelijk als paailocatie gebruikt (Spikmans & Herder, 2015).

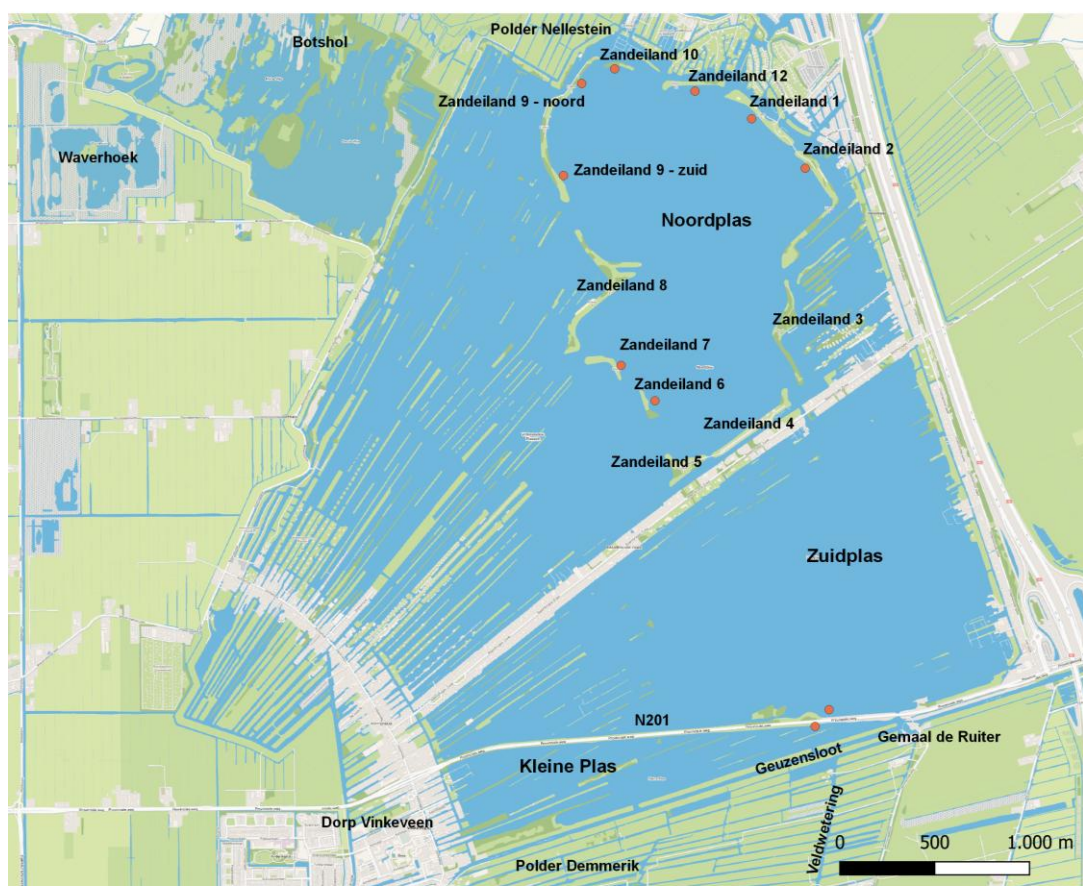
Knelpunten Vinkeveense Plassen

De achteruitgang van de kwabaalpopulatie in de Vinkeveense Plassen is al begonnen aan het begin van de 20e eeuw en zette sterk door in de tweede helft van de 20e eeuw (Bosveld, 2015). De aanpassingen aan het systeem vonden echter al in een veel eerder stadium plaats (Spikmans, Smith, Kranenbarg & de Bruin, 2018), lang voordat de aantallen kwabalen sterk begonnen af te nemen in de Vinkeveense Plassen. Wat dan ook precies de oorzaken van de achteruitgang zijn is niet duidelijk. Het is daarnaast onduidelijk in hoeverre en voor welke functies de met de plassen in open verbinding staande wateren gebruikt worden door de kwabaal. Bij de Vinkeveense Plassen is rond 2010 tussen de Geuzesloot en polder Demmerik een damwand geplaatst waardoor deze ondiepe polder minder goed toegankelijk is vanuit de Vinkeveense Plassen (zie figuur 1.2.1). Er zijn nog twee doorgangen tussen de Vinkeveense Plassen, de polder bij gemaal de Ruiter en het dorp Vinkeveen. Voor 2010 waren er echter meer doorgangen tussen de plassen en polder (T. Pelsma., Kwabaal Workshop Noord-Holland & Utrecht, 13 juli 2023). In het verleden was daarnaast de Veldwetering vanuit de Geuzensloot optrekbaar voor vissen, waardoor talrijke ondiepe sloten in polder Oukoop-Noord bereikbaar waren. Deze polder is tegenwoordig voor vissen niet bereikbaar door de aanwezigheid van een keerschot in de Veldwetering. Andere omliggende polders zoals Botshol, Waverhoek en Groot Mijdsrecht zijn geïsoleerd van de Vinkeveense plassen. Daartegenover staat dat andere polders en sluizen wel bereikbaar/passeerbaar zijn gemaakt voor vis, zoals Polder Nellestein en Gemaal de Ruiter.

Reden tot zorg

Op basis van de beschikbare gegevens kan worden geconcludeerd dat kwabaal tot op heden nog in de Vinkeveense Plassen voorkomt. De beschikbare gegevens geven ook reden tot zorg over duurzame instandhouding: er werden maar héél weinig kwabalen aangetroffen, alleen adulte kwabalen. Er is dus geen, of niet zichtbaar, sprake van voortplantingssucces.

Dit brengt een grote verantwoordelijkheid voor de beheerders van het gebied mee: kwabaal is een beschermde soort, de populatie in de Vinkeveense Plassen behoort tot één van de laatste in Nederland én de soort is door de provincie Utrecht aangewezen als iconsoort. De polders en plassen die de Vinkeveense Plassen omringen (bij. Polder Demmerik) lijken kansen voor nieuwe paai- en opgroei gebieden van kwabaal te herbergen. Om deze visie te bewerkstelligen zijn adequate maatregelen op de korte en lange termijn nodig, zoals de aanleg van vispassages en natuurvriendelijke oevers. Ook is het volgen van de populatie van groot belang om afname of herstel te detecteren en effectiviteit van maatregelen te bepalen.



Figuur 1.2.1. Locaties Vinkeveense Plassen.

1.3 Aanleiding project en doelstellingen

Een groot deel van de ondiepe oevers die dichtbij de vermoedelijke paailocaties van kwabalen liggen, zijn beschoeid en herbergen geen geschikte habitat voor kwabaallarven en juveniele kwabalen. Daarnaast zal het geringe aantal schuilplaatsen dat momenteel in de huidige bekade oevers aanwezig is op termijn (deels) verdwijnen, aangezien de bekade oevers in 2024 vernieuwd/hersteld zullen worden.

Tegelijkertijd komen in de Vinkeveense Plassen wel degelijk ondiepe, vegetatierijke oeverzones voor (zones met submerse waterplanten, rietoevers) die in potentie geschikt zijn als opgroeigebied voor kwabaal (inclusief oevers in de polder Demmerik). Oevers die nu nog (sporadisch) gebruikt worden door kwabalen, kunnen als voorbeeld dienen voor nieuwe kwabaaloevers. Echter, vlakdekkende informatie over geschiktheid van kwabaaloevers ontbreekt.

1) Het eerste doel van dit project is dan ook het in beeld brengen van onder andere het habitat van oeverzones, dichtbij bekende paaiplaatsen, die ingericht/geoptimaliseerd kunnen worden als opgroeigebied voor kwabaal.

2) Het tweede doel van dit project is het uitvoeren van een substraatpilot (bestaande uit tenminste 30 objecten) om inzicht te verschaffen of het aanbrengen van (kunstmatig) structuur een innovatiemaatregel kan zijn om kwabaalschuilplaatsen te behouden bij het vernieuwen van bekade oevers.

3) Het derde doel van de project is het bijeenbrengen en uiteenzetten van alle resultaten uit de vorige twee doelen, literatuurstudie en de workshop met alle belanghebbenden. Deze uiteenzetting resulteert tot een uitvoeringsplan met een concreet plan van aanpak.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving over de ecologie van de kwabaal met bijbehorende knelpunten voor de soort in de Vinkeveense Plassen. In **hoofdstuk 3** wordt de werkwijze met betrekking tot het in kaart brengen van de populatie én van het habitat van de Vinkeveense Plassen beschreven. **Hoofdstuk 4** beschrijft de resultaten hiervan op hoofdlijnen. Potentiele bedreigingen voor de kwabaal worden beschreven in **hoofdstuk 5**, gevolgd door een uitvoeringsplan en visie met betrekking tot versterking en behoud van de kwabaal in de Vinkeveense Plassen (**hoofdstuk 6**).

2 Habitatieisen en temperatuurtolerantie per levensstadium

2.1 Habitatieisen per levensstadium

Habitatieisen adulte kwabaal

De kwabaal tolereert een breed scala aan substraten en structuur; van slib tot zand, stenen, grind en puin, maar heeft wel een duidelijke voorkeur voor structuurrijk habitat waarbinnen veel schuilmogelijkheden zijn, zoals grote stenen en boomwortels (Everard, 2021). De kwabaal schuilt hier, en in andere vormen van natuurlijke beschutting, gedurende de dag. Bij afwezigheid van geschikte schuilplaatsen maken adulte kwabalen voor beschutting soms zelfs eigen holen in zacht sediment. In grote meren bevinden deze schuilmogelijkheden zich vaak in dieper water. In Noord-Amerika is zelfs een kwabaal aangetroffen op een diepte van 300 meter in Lake Superior (Stapanian & Myrick, 2015). Alleen tijdens de paaiperiode in de winter bewegen de kwabalen zich in dergelijke meren naar ondiepere wateren om zich voort te planten. In diepe meren is de trefkans op adulte kwabalen in de ondiepere zones gedurende de rest van het jaar daardoor laag. Kwabaallarven en juveniele kwabalen houden zich juist op in ondieper, (relatief) warmer en zoöplanktonrijk water waar ook meer ondergedoken vegetatie aanwezig is.

Habitatieisen kwabaaleitjes en –larven

Kwabaaleitjes worden afgezet bij een temperatuur onder de zes graden Celsius (Terrazas et al., 2017). De eitjes zijn nauwelijks 1 mm groot en vallen door hun transparante geelgroene kleur weinig op. Daarnaast beschikken ze over een oliedruppel, waardoor ze door een lichte stroming al beginnen te zweven. Zwevend door de waterkolom kunnen ze door windwerking mogelijk ver afdrijven van de afzetlocatie (Auwerx, Vught & De Charleroy, 2019). In de Noordelijke plas van de Vinkeveense Plassen zou dit betekenen dat zij vanwege de dominante zuidwestelijke wind naar het noordenoosten afdrijven. Hierdoor is deze zone mogelijk een belangrijk opgroeigebied.

Kwabaallarven hebben een pelagische leefwijze. Zij houden zich op in de bovenste waterlagen. Uit onderzoek van Wang & Appenzeller (1998) blijkt dat de verdeling van de larven in meren op verschillende dieptes grotendeels wordt bepaald door de verdeling van zoöplankton en door het temperatuursprofiel. Larven lijken geen voorkeur te hebben voor een bepaald substraat, wat te verklaren is door hun semi-pelagische leefwijze (Dillen et al., 2005). Van nature vormen overstromingsvlaktes, waarbij plasdrassituaties ontstaan op grasland, een belangrijk opgroeihabitat voor de kwabaallarven. Het water warmt hier snel op en bevat in het voorjaar snel veel voedsel (zoöplankton). Een natuurlijk waterpeil, waarbij het waterpeil in winter en voorjaar hoog is en in de zomer weer zakt is hierbij van belang.

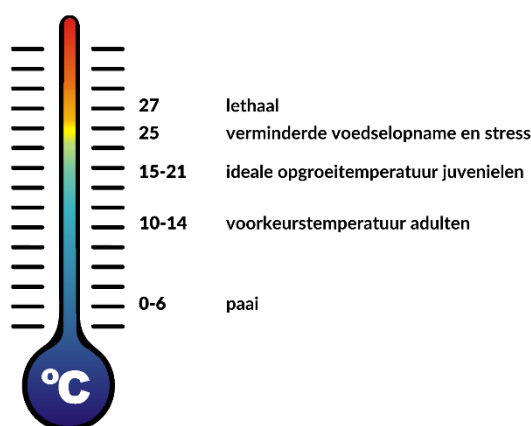
Habitatieisen juveniele kwabaal

In de overgang van larf naar juveniel neemt de kwabaal een bentische leefstijl aan, waarbij de soort zich ophoudt nabij of in de bodemstructuren van de oeverzone. De aanwezigheid van voldoende structuur en schuilplaatsen in de vorm van holtes, stenen en diverse houtstructuren (zoals wortels, takken en stammen) is hierbij van belang (Coeck et al., 2008). Na de eerste zomer migreren kwabalen in meren naar diepere zones (boven de spronglaag) waarbij ze zich nog steeds op de bodem ophouden. Hier brengen ze vervolgens het grootste deel van hun volwassen leven door (Everard, 2021).

2.2 Temperatuurtolerantie per levensstadium

De watertemperatuur is zeer belangrijk voor diverse levensstadia van de kwabaal. Elk levensstadium prefereert een andere temperatuuroptimum. De kwabaal is een koudeminnende soort en heeft in tegenstelling tot veel andere Nederlandse zoetwatervissen een noordelijke (arctische) verspreiding. Een volwassen kwabaal prefereert een watertemperatuur tussen de 10°C en 14°C. Net als andere kabeljauwachtigen paaien kwabalen in de winter. De optimale watertemperatuursrange om bij te paaien is 0 tot 6°C.

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat **adulte** kwabaal bij watertemperaturen rond de 25°C veel stress ervaart en stopt met eten. De lichamelijke conditie van de soort gaat dan snel achteruit. Wanneer de temperatuur langere tijd hoog is nemen de reserves af. Volgens Brackwehr et al. (2016) mag de watertemperatuur in de zomer niet langer dan één tot twee maanden hoger dan 18 tot 20°C zijn. Rond de 27°C kan de watertemperatuur zelfs lethaal



Figuur 1.2.1. Kritieke temperatuurtoleranties kwabaal.

zijn voor de kwabaal (Nagel, Hölker & Wolter, 2010). Echter is ook overleving van kwabalen bij een temperatuur van tussen de 30 en 35°C waargenomen in de vijvers van het INBO.

De **eitjes** van de kwabaal zijn ook erg gevoelig voor temperatuur: alleen tussen de 0 tot 6°C is er sprake van reproductiesucces waarbij de eitjes uitkomen, bij hogere temperaturen sterven ze af. Tijdens de eerste tien dagen speelt de genoemde watertemperatuur voor de ontwikkeling een zeer grote rol. Temperaturen hoger dan 5°C resulteren

in 99% mortaliteit (Zarski et al., 2010). Later worden ook hogere temperaturen getolereerd. Voor **juvenile** kwabalen mag de temperatuur hoger zijn, zij groeien optimaal tussen de 15 en 21°C (Wolnicki et al. 2001; Hofmann and Fischer 2003; Harzevili et al. 2004; Barron et al. 2012).

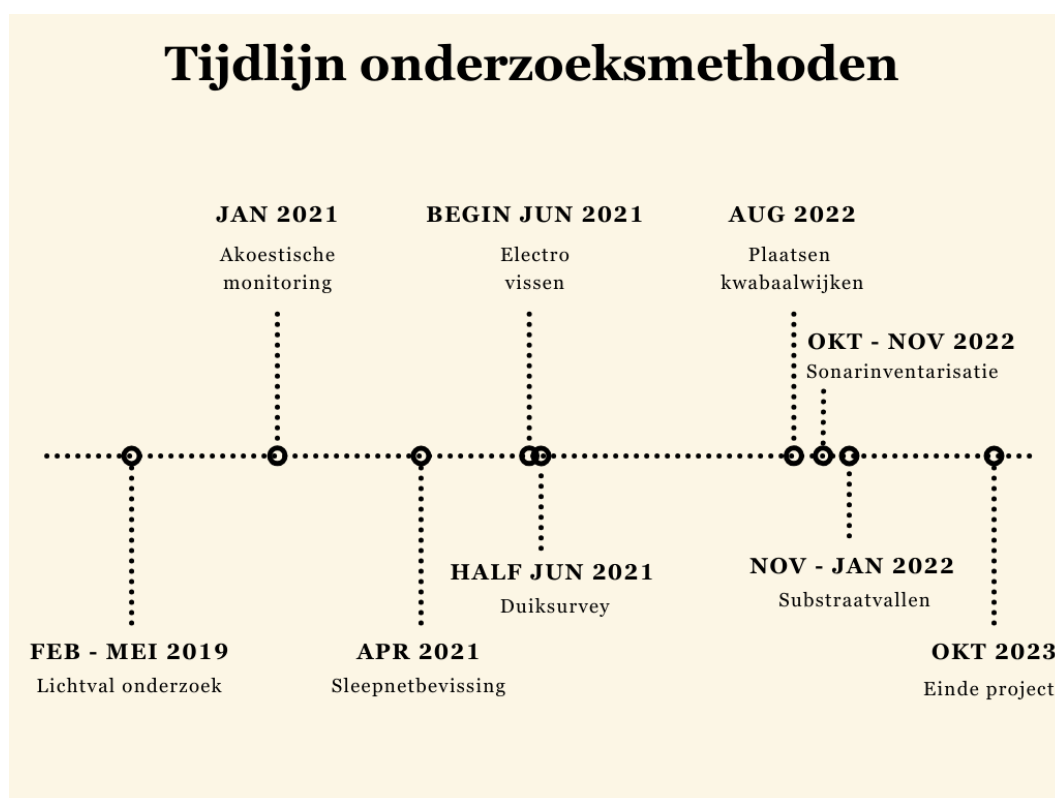
De vele wetenschappelijke onderzoeken naar de temperatuurtolerantie van de kwabaal tonen over het algemeen een overeenkomstig beeld. Er zijn echter ook een aantal onderzoeken waarin uitschieters zijn waargenomen. In een gecontroleerd onderzoek van Terrazas et al., 2017. hielden sommige Noord-Amerikaanse kwabalen zelfs een temperatuur van 31,5°C vol. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat het gecontroleerde experiment werd uitgevoerd met de Noord-Amerikaanse kwabaal (*Lota lota maculosa*) en dat de nachttemperatuur van rond de 18°C een stuk lager was. De kwabalen werden dus niet constant blootgesteld aan een temperatuur van 31,5°C. In de natuur, in beken en meren, zal de watertemperatuur in de nacht niet zo ver terugzakken. Een belangrijke conclusie die Terrazas et al., (2017) daarnaast trekken is dat kwabalen in beken en meren niet snel in aanraking zullen komen met dodelijke watertemperaturen, aangezien daar vaak microhabitats met koeler water aanwezig zijn. Daarnaast geven deze onderzoeken met hogere temperatuurtoleranties wellicht hoop voor de kwabaal in de toekomst. Mogelijk kan de soort zich enigszins aanpassen aan de stijgende temperaturen of kortdurende uitschieters overleven.

3 Methoden

Voor het in kaart brengen van kansrijke oeverzones en om de kwaliteit van deze zones te verifiëren met de eventuele kwabaalvangsten zijn verschillende onderzoeksmethoden toegepast. De methoden zijn onderverdeeld in twee typen inventarisaties, namelijk: kwabaalinventarisatie en habitatinventarisatie.

Tabel 3.1. Tabel met toegepaste onderzoeksmethoden.

Inventarisatie	Toegepaste onderzoeksmethoden
<i>Kwabaalinventarisatie</i>	Akoestische monitoring
	Kwabaalwijken
	Structuurvallen
	Elektrovissen
	Larvensleepnet
	Lichtvallen
	Fuiken
<i>Habitatinventarisatie</i>	Sonarbeelden
	Duikend



Figuur 3.1. Tijdslijn toegepaste onderzoeksmethoden.

3.1 Kwabaalinventarisatie

3.1.1 Akoestische monitoring

Actief en passief geluidsonderzoek

De afgelopen jaren blijkt passief of actief geluidsonderzoek een goede methode om aanwezigheid van kwabaal aan te tonen (figuur 3.1.1). De kwabaal produceert tijdens de voortplantingsperiode in de winter een lokroep waarbij er met een spier op de zwemblaas wordt “getrommeld”. Met een hydrofoon is dit geluid op te vangen. De afgelopen jaren heeft RAVON op diverse locaties zoals de Vinkeveense Plassen, Wijde Blik, Spiegelplas, Beerze, omgeving Zwarte Water en in de Lippe Gabriëlsplas (Friesland) actief en passief geluidsonderzoek uitgevoerd (figuur 3.1.1).



Figuur 3.1.1. Geluidsonderzoek met een hydrofoon in de Beerze om trommelende kwabalen op te sporen. Foto: Mark Groen

Type hydrofoon

Voor het luisteren naar kwabaal in de Vinkeveense Plassen is gebruik gemaakt van een Zoom H6 recorder en een Aquarianaudio H2a-xlr hydrofoon met 3 meter snoer. Deze hydrofoon kan ook opnames vastleggen om later te analyseren. De microfoon is vanuit de boot in het water gehangen, terwijl de boot stil lag, zodat waterstroming geen effect kon hebben op de geluidsopname. Door met de boot over de plas te varen is op verschillende locaties geluisterd naar kwabaal.

Rondes akoestisch onderzoek

Tijdens de winters van '17/'18, '18/'19 en '20/'21 zijn tussen november en februari meerdere luisterrondes uitgevoerd. Er is in het donker geluisterd vanuit een boot door 2 personen. Hierbij zijn diverse locaties beluisterd waarbij de motor van de boot is uitgeschakeld en de aanwezigen ervoor zorgden zelf geen geluiden te produceren.

Analyses opnames

Analyse is gedaan door de opnamen in het programma Wavelab van (Steinberg) te laden en naar het spectrogram te kijken en het geluid meermalen af te spelen, op zoek naar de karakteristieken van het geluid van kwabaal.

Geluidskarakteristieken kwabaal

Het geluid van een trommelende kwabaal worden als losse al dan niet onregelmatig kloppen gekarakteriseerd, maar kunnen ook in aaneengesloten snelle series worden voortgebracht, met soms overgangen tussen langzaam en snel (tot ca. 10 per seconde, maar soms tot 50 per seconde). In het frequentiespectrum overheersen lage frequenties, met een brede piek rond 100 Hz, maar zijn frequenties hoorbaar tot ca 4000 Hz. Naar verwachting zijn er afhankelijk van de grootte van de vis (en diens zwemblaas) ook verschillen tussen individuen. In de praktijk lijken vooral bij dieren op een wat grotere afstand van de microfoon de hoge frequenties relatief snel uit te doven, waardoor vooral de lagere frequenties overblijven.

Het vaststellen van de aanwezigheid van kwabaal is behoorlijk eenvoudig als dieren dichtbij de microfoon te horen zijn is dit direct waarneembaar via de koptelefoon. Dieren verder weg, waarvan alleen de hogere frequenties te horen zijn, zijn moeilijker te identificeren. Bij wat langer luisteren naar de opnames is het variëren van de klopsnelheid gebruikt om het geluid van kwabaal te onderscheiden van bijvoorbeeld gemalen, boten, pompen, generatoren, overvliegende helikopters en dergelijke mechanische geluidsbronnen. Ten opzichte van gemotoriseerd (auto)verkeer is het kloppende karakter van kwabaal goed te onderscheiden van ononderbroken (lage) frequenties van dergelijke bronnen. Tenslotte zijn ook gemotoriseerde vaartuigen goed te onderscheiden van kwabaal door de veelal veel hogere klop/tikfrequentie en het brede frequentiespectrum.

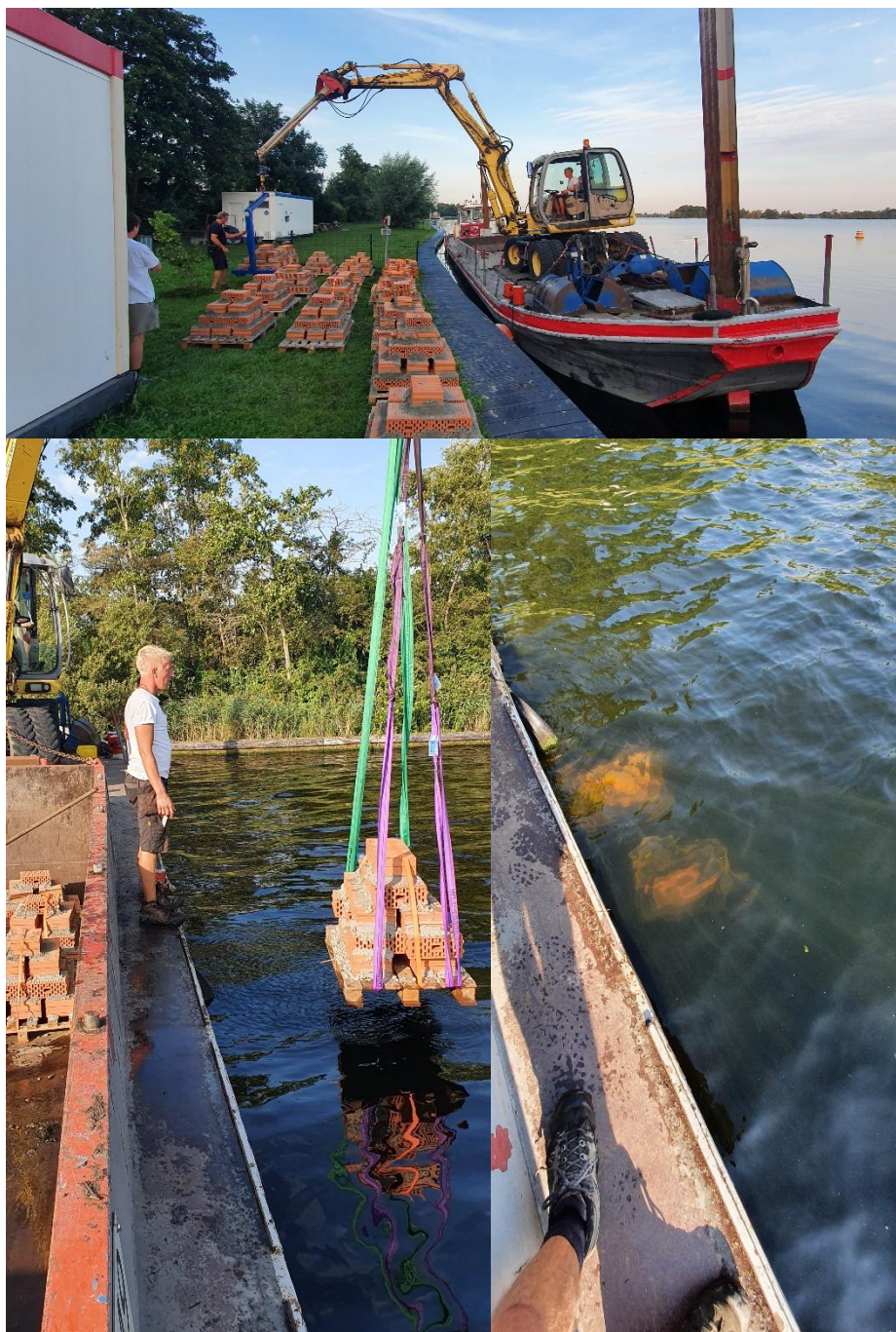
3.1.2 Kwabaalwijken/-substraten

Eind augustus 2022 zijn verdeeld over tien 10 locaties (kwabaalwijken) 30 kwabaalsubstraten geplaatst. Per kwabaalwijk zijn dus 3 kwabaalsubstraten geplaatst. Deze piramidevormige structuren zijn opgebouwd uit metselstenen, die aan elkaar zijn bevestigd met behulp van cement. Elk kwabaalsubstraat bestaat uit ongeveer twintig van deze metselstenen. De stenen beschikken over gaten variërend van 1cm tot grotere gaten van 5,5cm in breedte. Het idee is dat juveniele kwabalen zich in deze kleine holtes kunnen ophouden zonder verstoord of verjaagd worden door de grotere exotische grondels of kreeften. Uit eerder onderzoek is ook gebleken dat juveniele kwabalen gebruik maken van deze schuilmogelijkheid (Vos et al, 2020).



Figuur 3.1.2. Foto van de gebruikte metselstenen en geplaatste kwabaalwijk.

De kwabaalwijken zijn verdeeld over de drie plassen met een focus op de Noordplas met de meeste waarnemingen (zie kaart in figuur 3.2.4).

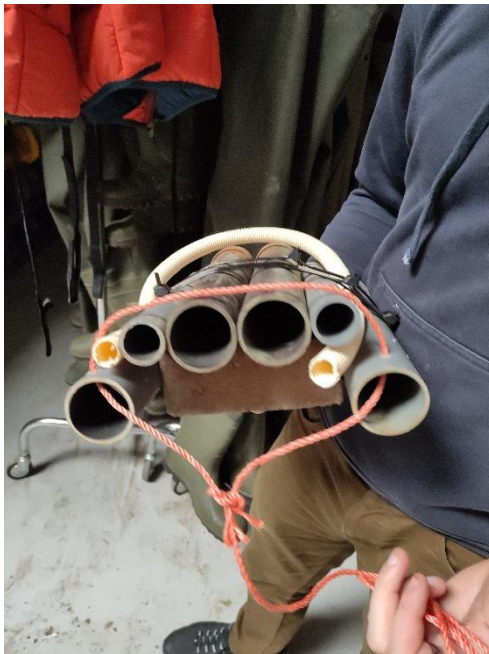


Figuur 3.1.3. Foto's van het plaatsen van de kwabaalwijken.

Idealiter zouden de kwabaalwijken tussen de 0,5m en 3m diepte geplaatst worden. Door recreatievaart was dit niet mogen en zijn ze op zo'n vier meter diepte geplaatst. Vanwege de diepte is het monitoren van deze wijken lastig. Er is daarom een oproep geplaatst bij verschillende duikverenigingen met de vraag om waarnemingen van vis en kreeft door te geven aan RAVON (zie Bijlage 1).

3.1.3 Structuurvallen

Vanwege te beperkte bevisbaarheid van de kwabaalwijken zijn er middels substraatvallen gekeken welke vis- en kreeftsoorten zich nabij en binnen tien meter van de kwabaalwijken ophouden. Structuurvallen zijn er in verschillende soorten en maten en zijn in eerdere onderzoeken met kwabaal door RAVON succesvol getest (Vos et al, 2020). Ze worden zo gemaakt dat ze een aantrekkelijke schuilplaats voor de kwabaal vormen. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van buizen-structuurvallen. De buizen hebben verschillende diameters, waardoor ze geschikt zijn voor verschillende leeftijdsklassen van juveniele kwabalen. De achterkant is dicht en de voorkant is open, om een holte na te bootsen. De buizen zijn geperforeerd met kleine gaatjes om circulatie van water en daarmee de zuurstofvoorziening te bevorderen. Het touw is bevestigd op een manier waarbij de structuurval tijdens het optillen de open zijde meteen naar boven kantelt. Bij het liften van de structuurvallen zal in theorie de kwabaal de holte induiken en door het leeglopen van de constructie zal deze onderin de buis achterblijven.



Figuur 3.1.4. Foto structuurval.

Er zijn in totaal 40 structuurvallen geplaatst op een diepte van 4-6 meter verdeeld over de kwabaalwijken. Per kwabaalwijk zijn twee structuurvallen nabij de wijken geplaatst en twee structuurvallen op tien meter afstand. Met het plaatsen van de structuurvallen nabij en op tien meter afstand van de kwabaalwijken wordt gekeken welke vis-/kreeftsoorten zich ophouden rondom de wijken.

3.1.4 Elektrovisser

Begin juni 2021 zijn ondiepe rietzones en wilgen- en elzenoevers bemonsterd door middel van elektrovisserij vanaf de boot (zie figuur 3.2.4). Het vangen van juveniele kwabalen door middel van elektrovisserij is in de Vinkeveense Plassen echter erg lastig vanwege de steile oevers. Daarnaast trekken juveniele kwabalen zich vaak terug in holletjes of tussen stenen, waardoor ze lang niet altijd worden aangetrokken door het net, zelfs als ze binnen het elektrisch veld komen. Wanneer de juveniele kwabalen op de bodem zitten, dient het

bodemmateriaal tijdens het elektrisch vissen soms als geleidend materiaal, waardoor de elektrische velden niet tot de kwabaal door kunnen dringen (Vos et al., 2020).

3.1.5 Larvensleepnet

Begin april 2021 zijn met een larvensleepnet trajecten van 300 tot 1000 meter lengte bevist om de eventuele aanwezigheid van kwabaallarven te monitoren.



Figuur 3.1.5. Foto van kwabaallarv gevangen tijdens de Pilot structuur- en lichtvallen voor de kwabaal onderzoek op 8 april 2019.

3.1.6 Lichtvallen

In de Vinkeveense Plassen zijn onder andere lichtvallen ingezet om de aanwezigheid van kwabaallarven te onderzoeken. Voor het monitoren van vislarven is dit een effectieve methode, aangezien veel vislarven, waaronder kwabaallarven, positief fototactisch zijn. Dit wil zeggen dat de vislarven worden aangetrokken tot licht. Daarnaast zijn de kwabaallarven pelagisch, wat wil zeggen dat ze zich vaak aan het wateroppervlak ophouden. Lichtvallen worden daarom altijd geplaatst aan het wateroppervlak. De gebruikte lichtvallen in dit onderzoek zijn getest door het INBO. Hieruit bleek dat de lichtvallen effectief zijn bij het aantonen van kwabaallarven in lage en hoge dichtheden. Daarnaast bleek dat larven tot vrij grote afstand werden aangetrokken tot de lichtbron (>45m) (Vos et al., 2020).

In 2019 zijn lichtvallen (zie figuur 3.2.4) geplaatst in en nabij de Geuzensloot (half feb – begin mei) en in de ondieptes achter de zandeilanden in de noordelijke plas (half feb – begin april). De lichtvallen zijn op de locaties geplaatst waar naar verwachting de kans het

grootst is om larven aan te treffen. Dit zijn voornamelijk de ondiepe oeverzones en in de Vinkeveense Plassen ook een aantal ondiepe aangetakte watergangen.

Controle lichtvallen

Na aanzetten van de lichtvallen zijn de lichtvallen in de Vinkeveense Plassen elke keer 48 uur gecontroleerd. De lichtvallen zijn wadend gecontroleerd. Met behulp van een aquariumnetje zijn de lichtvallen vanaf de bovenzijde gecontroleerd op gevangen organismen. De vier cilinders zijn ieder zorgvuldig leeggemaakt en visueel geïnspecteerd op het achterblijven van eventuele vangst. Alle gevangen organismen zijn ter determinatie in een cuvet geplaatst.

De lichtvallen in Vinkeveen Geuzensloot zijn tussen 15-02-2019 en 1-05-2019 tien keer aangezet, de lichtvallen in Vinkeveen Zandeiland zijn tussen 15-02-2019 en 1-05-2019 vier keer aangezet.



Figuur 3.1.6. Eén van de gebruikte lichtvallen tijdens het onderzoek 'pilot structuur- en lichtvallen voor de kwabaal' uitgevoerd in Nederland en Duitsland door Vos et al., 2020. Bron foto: Sanne Ploegaert.

3.1.7 Fuiken

De lokale beroepsvisser heeft meerdere fuiken opgesteld staan in de Vinkeveense Plassen. Jaarlijks vangt hij hiermee kwabalen, voornamelijk in de winterperiode (Bosveld, 2015).



Figuur 3.1.7. Kwabaal vrouwtje vol met kuit, gevangen door de beroepsvisser begin 2023 bij de Geuzensloot.

3.2 Habitatinventarisatie

3.2.1 Habitatgeschiktheid via sonarbeelden

Voor het bepalen van de habitatgeschiktheid van oevers voor juveniele kwabalen is een habitatgeschiktheidsindex (HGI) ontwikkeld. De HGI is gebaseerd op beelden gemaakt met een side-scanning sonar (Hummingbird Helix 10 MSI). Dit is een relatief nieuwe methode, waarbij met een sonar zijwaartse beelden worden gemaakt van de bodem. Op deze beelden kunnen bepaalde structuren, zoals steenachtige of zachte zandstructuren, worden waargenomen. Dankzij stagiair Mathijs Bolding is deze methode met een hoge inspanning tot in de puntjes ontwikkeld en uitgevoerd. Zo kan de structuur onderwater in beeld worden gebracht. De beelden zijn beoordeeld aan de hand van een habitatgeschiktheidsindex (HGI), zie het kader.

De HGI is daarnaast opgebouwd uit gewogen deelscores. De weging van deze scores is gebaseerd op de studie van Fischer & Eckman (1997). Zo weegt de hoeveelheid structuur het zwaarst: dit is de belangrijkste voorspeller voor het voorkomen van de kwabaal. Over het meest geschikte type structuur voor de juveniele kwabaal verschillen de onderzoeken nog (Fischer & Eckman, 1997). Over de ideale diepte voor juveniele kwabaal wordt vaak gesteld dat zij zich ophouden in de litorale zone, maar hoe diep dat is wordt vervolgens niet

toegelicht. Ook over het meest geschikte type oever voor juveniele kwabaal is weinig literatuur te vinden, waardoor dit criteria minder zwaar meegewogen wordt. De HGI berekening per oever resulteert vervolgens in de volgende formule:

$$HSI = \frac{6 * Amount\ of\ structure + 2 * type\ of\ structure + 2 * depth + type\ of\ shore}{11}$$

Figuur 3.2.1. Formule voor de habitatgeschiktheidsindex (HGI) opgesteld door Mathijs Bolding (2022).

Habitatgeschiktheidsindex (HGI) oeverzones voor juveniele kwabaal.

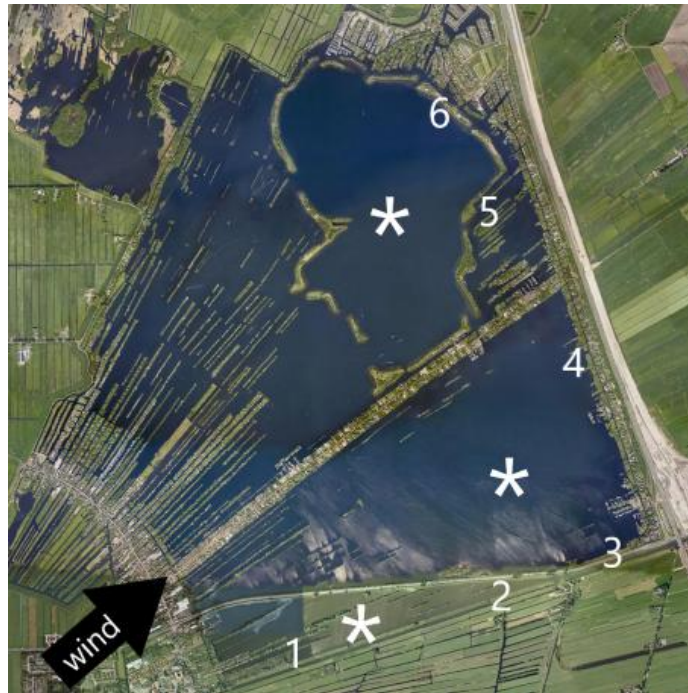
De volgende criteria zijn hierin meegewogen:

- **hoeveelheid structuur:** uit de literatuur blijkt dat juveniele kwabalen van structuurrijke oevers houden. Meer structuur betekent over het algemeen meer schuilplaatsen.
- **type structuur:** kwabaal prefereert bepaalde type structuren boven anderen. Type structuur is onderverdeeld in vier klassen, van meest geschikt tot minst geschikt: steen, hout en steen, hout en riet.
- **type oever:** hierin is onderscheid gemaakt tussen natuurlijke oevers en kunstmatige oevers. Kunstmatige oevers hebben een onnatuurlijk karakter met bijvoorbeeld beschoeiing en daarmee een harde overgang tussen water en land. Hierdoor hebben zij vaak een homogener karakter. Kunstmatige oevers zijn dan ook minder aantrekkelijk voor juveniele kwabalen.
- **diepte:** ondiepe oevers vormen geschikt habitat voor juveniele kwabalen, gezien het feit dat ze snel opwarmen en daardoor vaak een hogere concentratie voedsel herbergen. De volgende klassen zijn gemaakt, van meest geschikt tot minst geschikt: tussen 0-50cm, 51cm-100cm, 101-150cm; 151-200cm; >201 cm.



foto: Arthur de Bruin

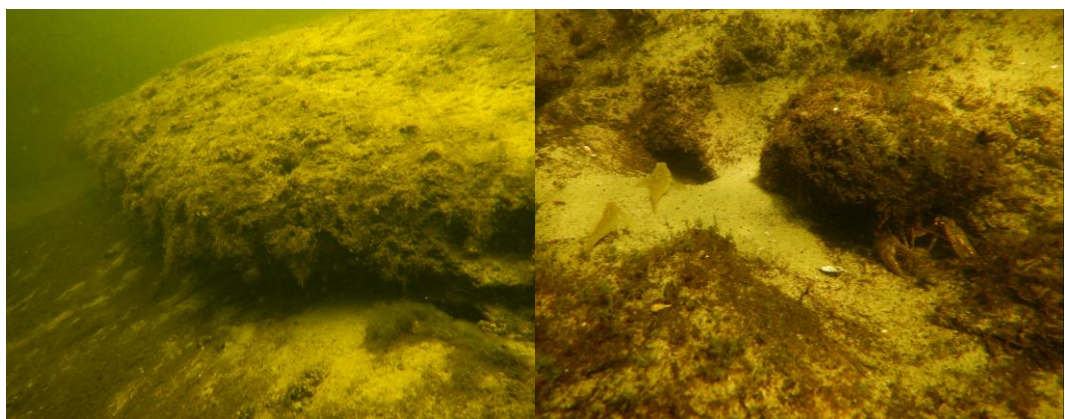
Aangezien niet alle oevers in kaart gebracht konden worden is een selectie gemaakt van 6 oevers, waarbij 100 meter per oever in kaart is gebracht. In totaal is dus 600 meter oeverlengte beoordeeld middels de HGI. Deze selectie is gebaseerd op de plekken waar kwabaalgeluiden zijn gehoord (de diepere delen van de Vinkeveense Plassen) en de litorale zones waar vervolgens juveniele kwabaal werd verwacht, onder andere gebaseerd op de dominante windrichting (Bolding, 2022).



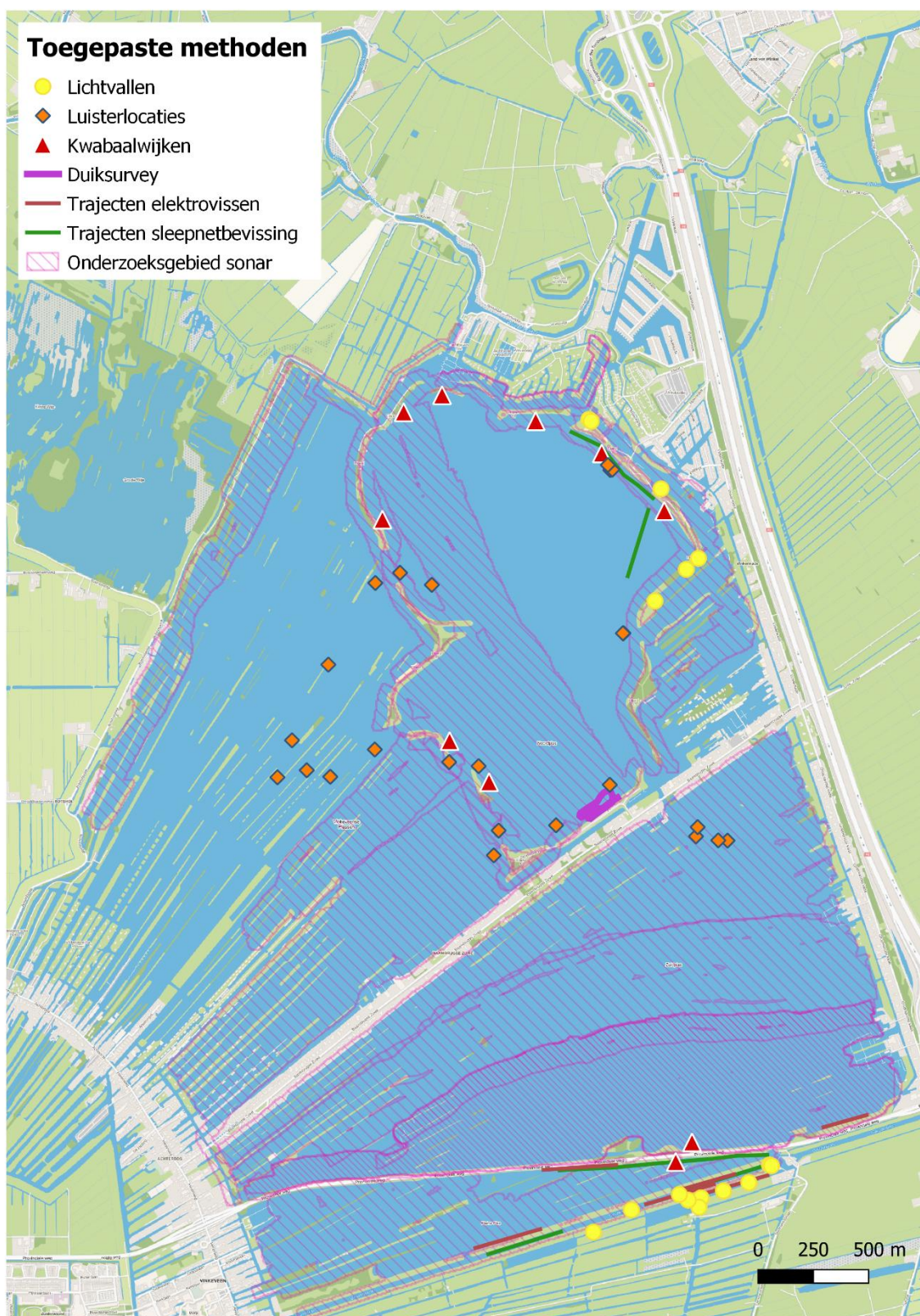
Figuur 3.2.2. Kaart van de Vinkeveense Plassen met de selectie aan beoordeelde oevers, locaties kwabaalgeluiden () en de dominante winrichting. 1: Jagershuis; 2: Geuzensloot; 3: N201; 4: Groenlandsekade; 5: Visreservaat; 6: Eiland 1.*

3.2.2 Duikend

In 2021 is er een duiksurvey uitgevoerd bij zandeiland 4, waar vaker kwabaalgeluiden zijn waargenomen, om mogelijke paaiplekken in kaart te brengen.



Figuur 3.2.3. Links: veenbonken met grove structuren waarin kwabalen mogelijk schuilen. Rechts: structuren op de bodem waar Amerikaanse rivierkreeften en zwartbekgrondels ook graag gebruik van maken.



Figuur 3.2.4. Onderzoekslocaties per toegepaste methode in het huidige onderzoek naar de verspreiding van de kwabaal en habitatgeschiktheid in de Vinkeveense Plassen.

4 Resultaten kwabaal- en habitatinventarisatie

De belangrijkste resultaten van de onderzoeksmethoden besproken in paragraaf 3.1 zijn terug te vinden in tabel 4.1. Onder de tabel worden de resultaten verder toegelicht.

Tabel 4.1. Tabel met resultaten per onderzoeksmethode.

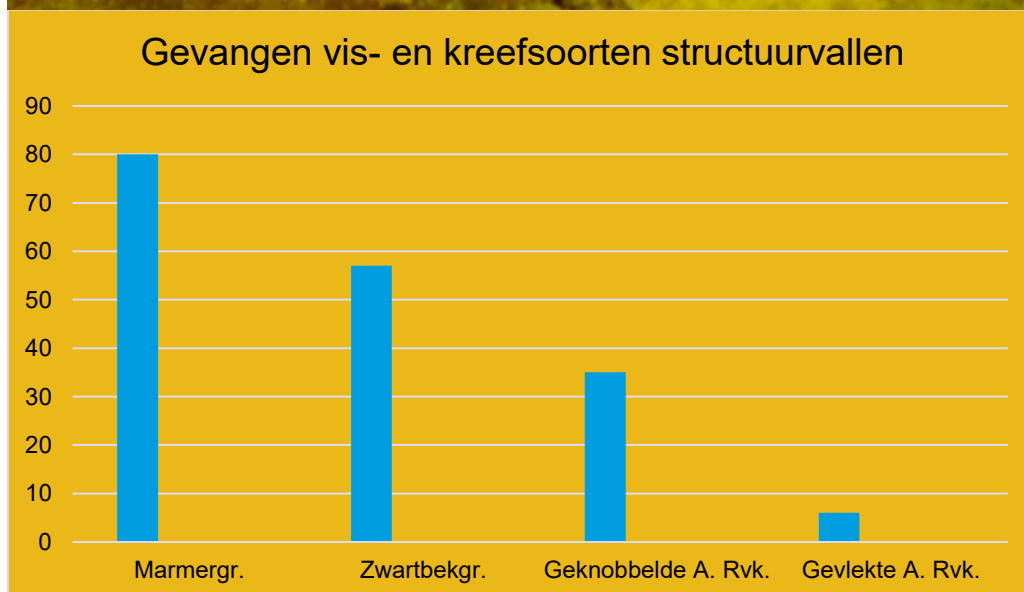
Methode	Belangrijkste resultaten
Kwabaalinventarisatie	
Akoestische monitoring	Op verschillende plekken zijn kwabaalgeluiden gehoord
Kwabaalwijken en structuurvallen	Geen kwabalen waargenomen
Elektrovissen	Geen juveniele kwabalen aangetroffen
Sleepnetbevissing	Geen kwabaallarven aangetroffen
Lichtvallen	Geen kwabaallarven aangetroffen
Fuiken	Enkele adulten bij de doorgang van de Zuidplas en Kleine Plas aangetroffen
Habitatinventarisatie	
Sonar	De beoordeling van een aantal oevers op geschiktheid loopt aardig uiteen. Wel kan gesteld worden dat er geschikte oevers aanwezig zijn, met name in de hoek van de Zuidplas langs de N201 en Groenlandsekade (zie bijlage 1).
Duiksurvey	De duiksurvey op de plekken waar kwabaal is gehoord wees uit dat de locaties worden gekenmerkt door steile veen/klei wanden met daarin grote gaten. In de hollen van de structuren bij zandeiland 4 werden hoge aantallen zwartbekgrondel en rivierkreeft aangetroffen.

4.1 Kwabaalinventarisatie

Middels de verschillende onderzoeken zijn geen (juveniele) kwabalen gevangen. Volwassen kwabaal is enkel waargenomen via akoestische monitoring (zie figuur 4.2.3), fuikvangsten van de lokale beroepsvisser en de melding van een duiker. Met name in de buurt van gemaal De Ruiter worden jaarlijks kwabalen gevangen in fuiken. Het lijkt erop dat hier meer kwabalen aanwezig zijn, maar het beeld zou ook vertekend kunnen zijn aangezien de beroepsvisser in de winter vooral op deze locatie vist.

In de structuurvallen nabij de kwabaalwijken zijn enkel verschillende grondelsoorten (zwartbekgrondel en marmergrondel) en kreeftsoorten (Rode, gevlekte en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft) aangetroffen. Middels de oproep van de duiksurvey is één kwabaal waarneming doorgegeven op 18-06-2023 bij Zandeiland 10. Het ging hierbij om een

adulte kwabaal van zo'n 50 cm. De kwabaal werd waargenomen op een diepte van circa 8-9 meter onder een metalen plaat bij de Zandeiland 10 bij de doorgang naar Zandeiland 9.



Figuur 4.1.1. Boven: foto van kwabaalwijk waarop verschillende vissoorten te zien zijn, waaronder de exotische zwartbekgrondel. Foto: Rob Idema. Onder: figuur gevangen vis- en kreeftsoorten middels de structuurvallen.

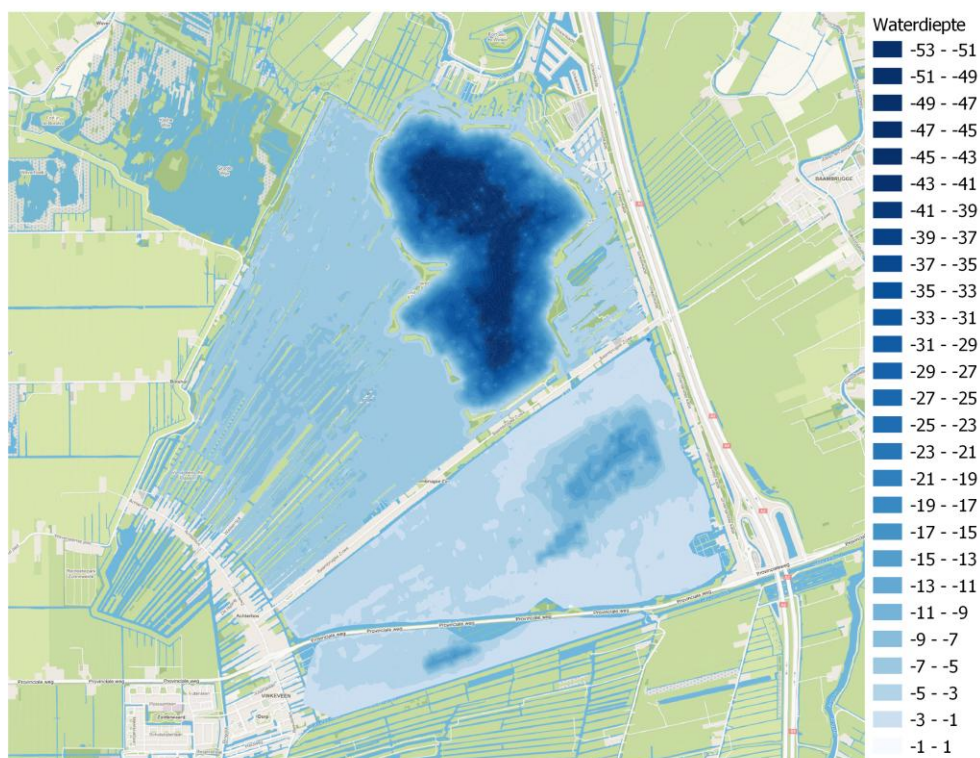
Kwabaallarven zijn in de Vinkeveense Plassen tijdens dit onderzoek en in de geruime periode daarvoor niet aangetroffen. Met de lichtvallen zijn geen kwabaallarven waargenomen. In gelijktijdig onderzoek in de Auesee (een meer in Duitsland) zijn met dezelfde methode wel kwabaallarven waargenomen (Vos et al., 2020).

4.2 Resultaten habitatinventarisatie

Duiksurvey

Tijdens de duiksurvey zijn de locaties waar kwabaal is gehoord onderwater bekeken. Hieruit kwam naar voren dat deze locaties gekenmerkt worden door steile veen/klei wanden met daarin grote gaten die als schuilplaats kunnen dienen. Mogelijk houdt de kwabaal zich hierin op tijdens de paaiperiode en misschien jaarrond. De locaties waar de kwabaal is gehoord zijn ongeveer 3 tot 12 meter diep en bevinden zich langs diepe putten. De lagere watertemperatuur hier in de zomer speelt mogelijk een rol. Echter kunnen deze verwachtingen niet ondersteund worden met zichtwaarnemingen van de soort.

Tijdens de duiksurvey zijn geen kwabalen waargenomen. Wel zijn andere vissoorten waaronder snoek, paling, zwartbekgrondel, blankvoorn, zeelt en brasem waargenomen. Dichtheden van zwartbekgrondel waren het hoogst, ook werden er zeer hoge dichtheden exotische rivierkreeften waargenomen tijdens de duiksurvey.



Figuur 4.2.1. Dieptekaart Vinkeveense Plassen.

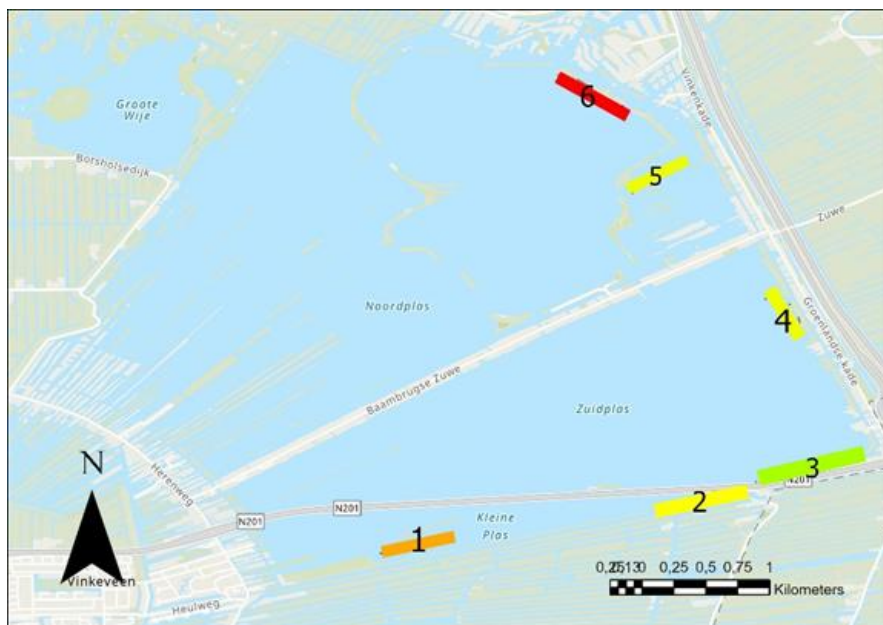
Habitatgeschiktheid

De habitatgeschiktheidsscores van de oevers in de Vinkeveense Plassen zijn divers. De meest geschikte oevers voor juveniele kwabalen bevinden zich met name in de zuidoostelijke hoek in de Zuidplas langs de N201 en Groenlandsekade. Op de resultaten kaart (figuur 4.2.3) is ook te zien dat op deze locaties veel structuur aanwezig is (o.a. rood en groen gearceerde gedeeltes).

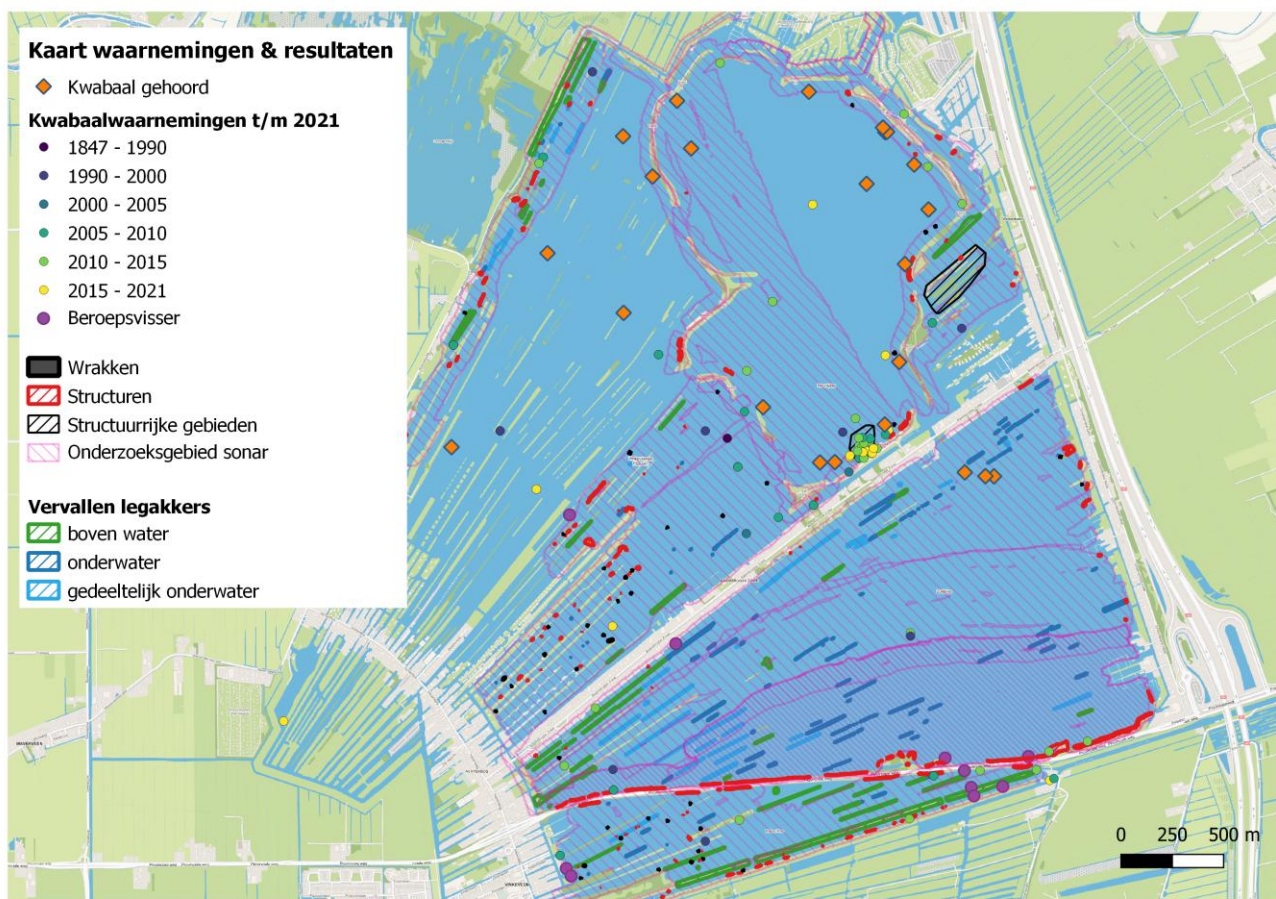
In de Noordplas van de Vinkeveense Plassen zouden kwabaaleitjes/-larven vanwege de dominante zuidwestelijke wind naar het noordoosten afdrijven. Hierdoor is deze zone mogelijk een belangrijk opgroeigebied. In dit gedeelte is juist weinig sprake van beschutting, wat mogelijk een knelpunt zou kunnen vormen voor het uitkomen en opgroeien van de kwabaallarven. Het substraat voor de eitjes mag niet uit slib bestaan omdat de zuurstofarme omstandigheden voor een verhoogde mortaliteit zorgen. Traject 6 beschikt over weinig structuur en vormt daardoor ongeschikt opgroei-habitat voor de kwabaal.

In de Noordplas is lokaal wel structuur aanwezig, maar vaak gaat dit om plekken waar weinig trommelende kwabalen zijn gehoord. Het habitat is hier wel gunstig voor de paaiende kwabalen, maar de larven en juveniele kwabalen komen vervolgens wellicht juist op minder aantrekkelijke plekken terecht.

Doordat bij het veldonderzoek geen juveniele kwabalen zijn waargenomen, kunnen de resultaten van de HGI niet ondersteund kunnen worden door waarnemingen van de soort. Wel zijn in het verleden vaker kwabalen waargenomen bij de locaties Geuzensloot en N201, wat erop wijst dat deze trajecten qua habitat inderdaad geschikt waren voor juveniele kwabaal. Ook is in figuur 4.2.3 te zien dat er erg veel kwabaalwaarnemingen gedaan zijn rond het structuurrijke deel in het zuiden van de Noordelijke Plas bij Zandeiland 4. Deze waarnemingen ondersteunen dus de vele onderzoeken die zijn gedaan naar het voorkeurs-habitat van de kwabaal. Het behoud van dit structuurrijke habitat is dan ook erg belangrijk.



Figuur 4.2.2. Geanalyseerde trajecten met de sonar. De kleur geeft de HGI score aan, van rood met de laagste score tot groen met de hoogste score. 1: Jagershuis; 2: Geuzensloot; 3: N201; 4: Groenlandse kade; 5: Visreservaat; 6: Eiland 1.



Figuur 4.2.3. Kaart met kwabaalwaarnemingen en resultaten van het geluids- en habitatonderzoek. Ook staan de fuikvangsten van de beroepsvisser op de kaart. De kwabaalwaarnemingen komen uit het RAVON visbestand. De onderwaterstructuren zijn middels de Hummingbird Helix 10 in kaart gebracht.

5 Potentiele bedreigingen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies, en knelpunten die hiermee samenhangen, uit het onderzoek besproken. De conclusies zijn onderverdeeld in de volgende onderwerpen: 1) Verlies en/of gebrek aan geschikt habitat, 2) Klimaatopwarming en 3) Exotische grondels en kreeften. Tot slot volgt een algemene conclusie.

5.1 Verlies en/of gebrek aan geschikt habitat

Zoals in paragraaf 1.2 is beschreven is de achteruitgang van de kwabaalpopulatie in de Vinkeveense Plassen is al begonnen aan het begin van de 20e eeuw en zette sterk door in de tweede helft van de 20e eeuw (Bosveld, 2015). Oorzaken lagen in aanpassingen aan het watersysteem en waterpeilen (verdwijnen overstromingsvlaktes), intensivering van de landbouw, watervervuiling en eutrofiering. Wat betreft aanwezige habitats, zowel de diepere zones voor adulten als structuurrijke oeverzones voor de opgroei van juvenielen, lijkt er sinds de jaren 90 weinig veranderd. In de Vinkeveense Plassen zijn genoeg diepe zones voorhanden, inclusief overgangen van diepe kuilen naar ondiepere zones. Uit de habitatinventarisatie blijkt dat er structuurrijke ondiepe oevers aanwezig zijn, hoewel niet in elke plas. Zo blijkt de Noordelijke Plas over vrij weinig structuur te beschikken rondom de zandeilanden. Kwabaaleitjes die hier terechtkomen zullen uiteindelijk zinken naar de structuurloze bodem met zuurstofarme sliblaag, met mogelijk verstikking tot gevolg. Ook is het onduidelijk of de kwaliteit en kwantiteit van de ondiepe zones afdoende zijn, met name voor de ei- en larffase. Volgens de knelpuntanalyse van Pauwels et al. (2016) blijkt habitat voor het opgroeien van larven één van de grootste spelbrekers in het herstellen van de populaties. Voor kwabaallarven en juveniele kwabalen zijn in het voorjaar langdurig geïnundeerde overstromingsvlakten of plasdrassituaties noodzakelijk. Het water dient bij voorkeur stilstaand of zeer zwakstromend te zijn en rijk aan plankton, met voldoende ontwikkelde litorale zone en weinig predatoren en concurrentie (Pauwels et al., 2016; Van Nieuwenhuyze et al., 2019). Deze laatstgenoemde situatie is in de laatste jaren echter verslechtert. Door hoge en toenemende dichtheden exotische grondels en rivierkreeften is de concurrentiedruk in deze ondiepe oeverzones toegenomen (zie paragraaf 5.3). Desalniettemin wist de kwabaal zich altijd te handhaven in de plassen tot begin 21st eeuw waarna de aantallen sterk afnamen. Verlies en/of een gebrek aan geschikt habitat lijkt daarom niet een directe verklaring voor de verdere afname van kwabaal sinds de eeuwwisseling. Waarschijnlijk speelt wel mee dat doordat het habitat suboptimaal is voor de kwabaal andere drukfactoren grotere invloed hebben op de toch al marginale populatie.

Helaas kan met dit onderzoek (nog) niet aangetoond worden dat het plaatsen van kwabaalwijken waardevol habitat of extra schuilplaatsen voor juveniele kwabaal creëert. Een belangrijke kanttekening daarbij is dat de kwabaalwijken niet op de ideale diepte, aan het wateroppervlak, geplaatst konden worden i.v.m. recreatie. Ze zijn daarom op grotere diepte en verder uit de kant geplaatst, wat minder overeenkomt met het voorkeurs habitat van de juveniele kwabalen.

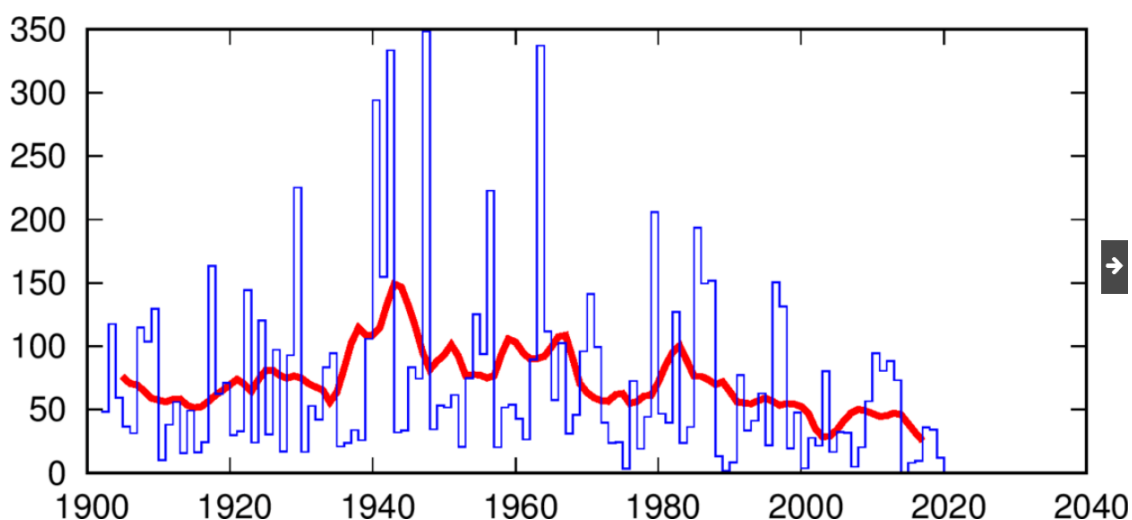
Samenvattend: invloed verlies en/of gebrek aan geschikt habitat

Geschikt oeverhabitat (NVO's) is cruciaal voor de overleving van kwabaallarven en juveniele kwabalen. Dit habitat ontbreekt grotendeels op de kansrijke (noordoostelijke) plekken in de Noordelijke Plas voor zowel de ei-, larve- als juveniele fase van de kwabaal. Met name de eitjes en larven hebben fijne structuren nodig, zoals ondergedoken waterplanten in ondiepe oevers (<0.5m). Lokaal is er wel geschikt habitat voor juvenielen (en hiermee ook adulten) aanwezig, vooral in de Zuidplas rondom de N-weg.

5.2 Klimaatopwarming

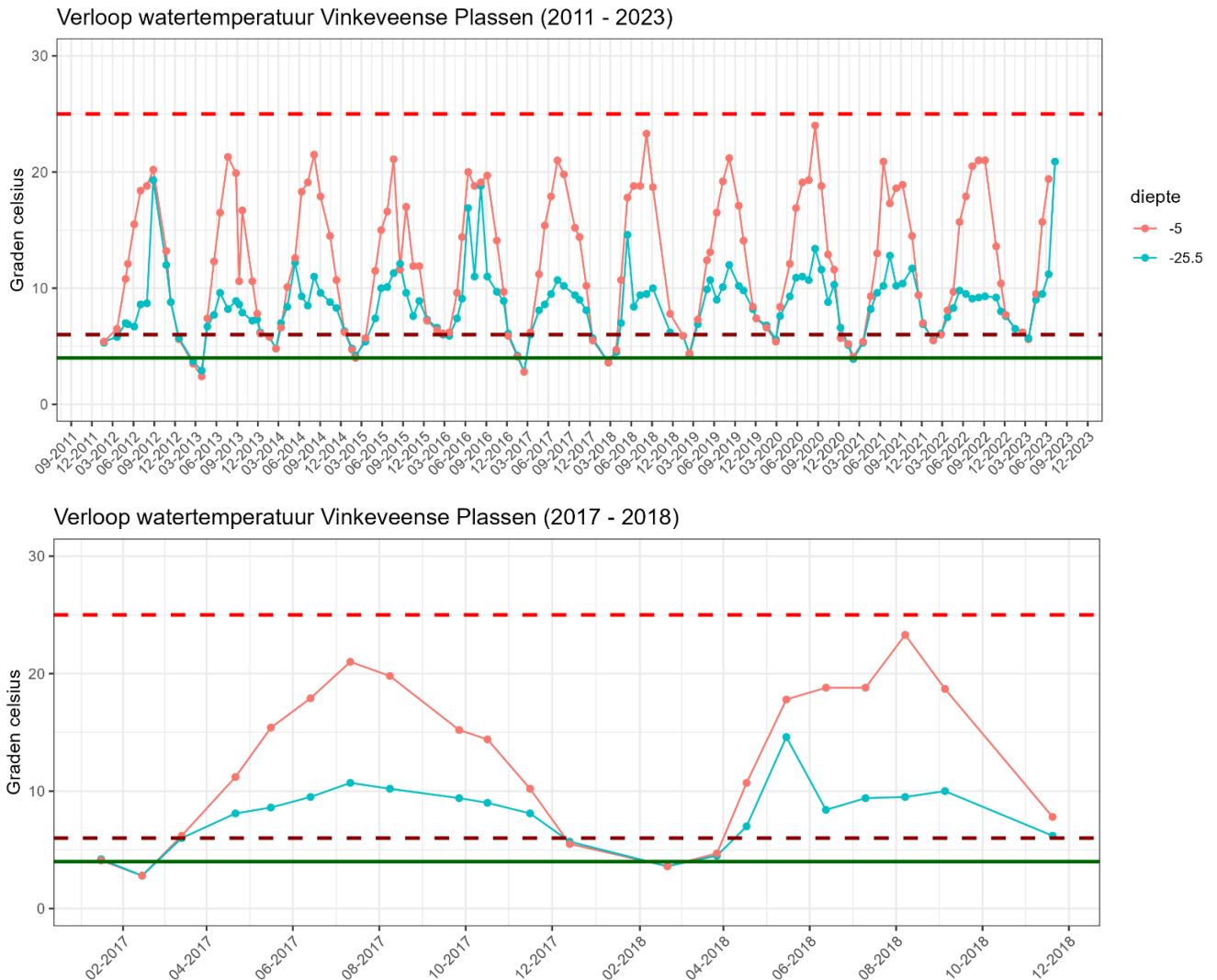
De kwabaal is een goede indicatorsoort voor klimaatverandering. In bijvoorbeeld Bulgarije is de achteruitgang van kwabaal duidelijk te linken aan klimaatverandering (Pandakov et al., 2020). De leefomgeving hier grenst aan de temperatuurlimieten van de kwabaal. Hierdoor zijn de Bulgaarse populaties erg gevoelig voor klimaatverandering. Ook in andere landen, zoals in de Verenigde Staten, in Lake Oneida, is vastgesteld dat toegenomen watertemperaturen leiden tot een afname in de kwabaalpopulatie (Jackson et al., 2008).

Klimaatopwarming met als gevolg stijgende watertemperaturen lijkt in de zomerperiode momenteel geen bedreiging te vormen voor juvenielen en adulten in de Vinkeveense Plassen doordat het allen zeer diepe plassen betreffen. In de winterperiode ligt het anders. De winters in Nederland zijn sinds de jaren negentig warmer geworden (zie figuur 14) en de perioden met kou en strenge vorst korter. Voor het reproductiesucces, de overleving en het uitkomen van de eitjes zijn lage temperaturen nodig (tussen de 0 en 6°C). Het optimum voor de ontwikkeling van de eitjes ligt op 4°C terwijl ze afsterven bij temperaturen boven de 6°C, met name in de eerste tien dagen na eiafzet. Dergelijk lage watertemperaturen worden niet meer elke winter gehaald. De klimaatopwarming lijkt hier in de winterperiode dus wel een bedreiging te vormen voor de kwabaal. Aangetakte ondiepe wateren, zoals vroeger de polders Demmerik en Nellestein, koelen sterker af tijdens koude perioden in de winter, mogelijk dat kwabaal hier gebruik van maakt voor de voortplanting, maar kennis



Figuur 5.2.1. Het koudegetal (Hellmanngetal) van 1902 tot 2020. Het koudegetal is de som van alle daggemiddelde temperaturen onder nul in De Bilt zonder minteken. De rode lijn geeft het 10-jaars lopend gemiddelde aan. (Bron KNMI).

hierover ontbreekt. Daarnaast is het nog onduidelijk in welke mate de voortplanting door watertemperatuur wordt gestimuleerd. Beginnen de kwabalen bijvoorbeeld direct met paaien nadat de watertemperatuur daalt onder de 6°C of wordt paai na enige tijd geïnitieerd.



Figuur 5.2.2. Watertemperatuur in de Vinkeveense Plassen gedurende een langere periode (boven) en meer ingezoomd op de jaren 2017-2018 (onder) op een diepte van 5 en 25,5 meter.

Specifiek in de Vinkeveense Plassen lijkt de watertemperatuur in de winter een knelpunt te kunnen vormen in het reproductiesucces van de kwabaal. De temperatuur kwam op een diepte van 25,5 meter de meeste winters wel onder de 6°C uit, maar de laatste jaren lijkt dit steeds minder vaak te gebeuren en gaat het om kortere perioden. De vraag is echter ook of de kwabaal op zo'n grote diepte wel paait. Een aantal Amerikaanse onderzoeken laat namelijk zien dat paairijpe kwabalen naar ondiepere wateren migreren.

Samenvattend: invloed klimaatopwarming

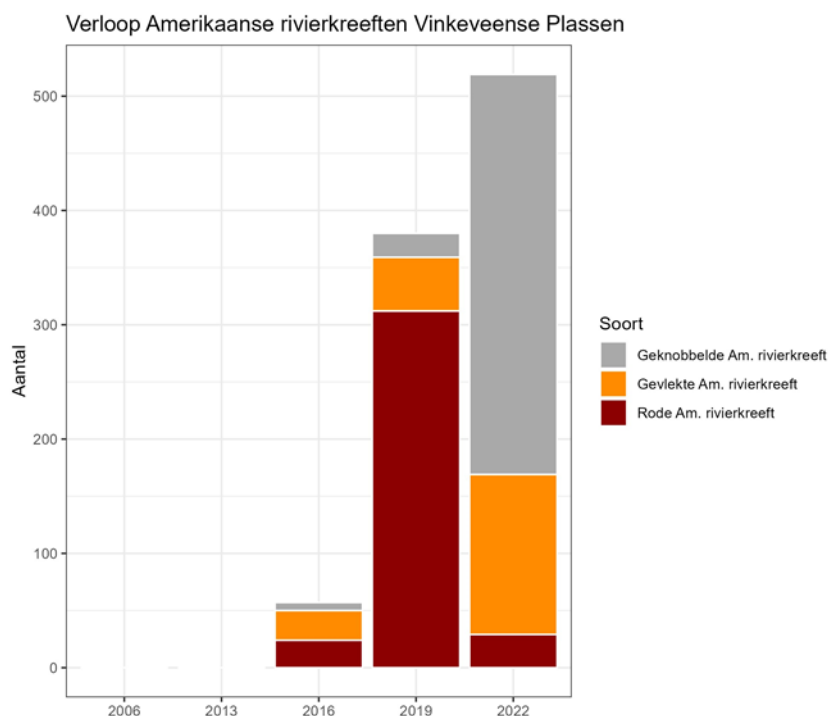
De watertemperaturen in de zomer lijken voor de kwabaal in de Vinkeveense Plassen geen knelpunt te vormen. Wel vormt de temperatuur in de winters mogelijk een grote bedreiging voor de overleving van de kwabaaleitjes ($<6^{\circ}\text{C}$).

5.3 Exotische grondels en kreeften

In de Vinkeveense Plassen hebben exoten zoals gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, Rode Amerikaanse rivierkreeft, geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft, zwartbekgrondel en marmergrondel zich de laatste decennia gevestigd en zijn sterk in aantal toegenomen. Tabel en figuur 5.3.1. geeft een overzicht van het jaar waarin soorten voor het eerst zijn waargenomen en het totaal aantal waarnemingen van een soort sindsdien (bron NDFF). Hierbij dient opgemerkt te worden dat het om niet-gestandaardiseerde data gaat waarbij de inspanning (bijvoorbeeld aantal sportduikers dat waarnemingen doorgeeft) sterk verschilt.

Tabel 5.3.1. Exoten met mogelijke impact met eerste jaar van waarneming en een inschatting van de huidige algemeenheid (+ is lage dichtheid, ++ medium dichtheid en +++ is hoge dichtheid)(bron NDFF).

Exoten met mogelijke impact	Vinkeveense Plassen	
	Jaar vestiging	Aantal per jaartal
Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft	1994	69
Rode Amerikaanse rivierkreeft	2006	1674
Geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft	2010	70
Zwartbekgrondel	2011	27
Marmergrondel	2014	29



Figuur 5.3.1. In de figuur is een duidelijke toename in de populatie exotische rivierkreeften te zien.

Met de komst van de zwartbekgrondel is op sommige plekken in Nederland een duidelijke afname van andere soorten, zoals de rivierdonderpad, waargenomen (Kranenbarg *et al.*, 2022). Met name in de grote rivieren en meren met stortstenenoevers. Op deze plekken is rivierdonderpad nagenoeg verdwenen. Over de invloed van de soort op de kwabaal is nog weinig bekend. Ook voor de exotische kreeften zijn er aanwijzingen dat ze invloed kunnen hebben op leefgemeenschappen. Uit de beperkte onderzoeken omtrent de invloed van invasieve exotische vis- en kreeftsoorten op de kwabaal (Church, Iacarella & Ricciardi, 2016; Hirsch & Fischer, 2008) blijkt dat met name kwabaallarven en juveniele kwabalen hier hinder aan ondervinden. De Amerikaanse rivierkreeft is voornamelijk nachtactief en concurreert overdag met juveniele kwabalen om schuilplaatsen in de oeverzone (Hirsch & Fischer, 2008). De zwartbekgrondel prefereert stortstenen oevers, waar juveniele kwabalen zich ook graag ophouden. Juveniele kwabalen komen daarom vaak in aanraking met deze twee, vaak grotere, soorten, waardoor zij genoodzaakt zijn naar dieper water te trekken (Hirsch & Fischer, 2008; Fischer *et al.*, 2004; Fischer and Öhl, 2005). Grote concurrentie om schuilplekken leidt daarom mogelijk tot een eerdere migratie van juveniele kwabalen naar dieper water. Omdat ze nog zo klein zijn en zij in dieper water over minder beschutting beschikken, zullen zij waarschijnlijk eerder gepredeerd worden door soorten als snoek en baars maar zelfs ook mede door adulte kwabalen (Hirsch & Fischer, 2008). Daarnaast staan ook viseitjes en kleine vissen (mogelijk kleine juveniele kwabalen) op het menu van exotische grondel- en kreeftsoorten.

De belangrijkste conclusie die Hirsch en Fischer (2008) in hun onderzoek trekken is dat de vaak grote populaties van invasieve rivierkreeften in meren een negatief effect hebben op lokale benthische vispopulaties, via hun concurrerende rol met juveniele vissen. Uit hun onderzoek kwam echter ook naar voren dat hoe ouder de kwabalen worden (vanaf 1 jaar),

hoe vaker zij schuilplaatsen delen met de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft. Daarnaast blijkt dat de zwartbekgrondel op het menu staat van adulte kwabalen.

In de Vinkeveense Plassen komen zowel zwartbekgrondel als marmergrondel, de eerste waarnemingen dateren echter uit 2014 en 2019. De achteruitgang van kwabaal was toen al lang aan de gang. De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft vestigde zich reeds in 1990 in de Vinkeveense Plassen, de opkomst van deze soort overlapt daarmee beter met de afname van kwabaal. Later volgende de Rode Amerikaanse rivierkreeft in 2008 welke veel hogere dichtheden bereikt en tevens de exotische grondels. Doordat de exotische kreeften en grondels zich (grotendeels) pas later vestigden lijken ze niet de directe oorzaak voor de verdere achteruitgang van kwabaal sinds de eeuwwisseling. Ze vormen naar verwachting wel een extra drukfactor voor de kwabaal welke een mogelijk herstel in de weg kan staan.

Samenvattend: invloed exotische grondels en kreeften

In de Vinkeveense Plassen is her en der structuur aanwezig. Waar weinig structuur aanwezig is zullen kwabaallarven en juveniele kwabalen door de grote populatie exotische kreeften en grondels sneller gepredeerd worden. Wanneer de kwabalen deze eerste horde overleven en naar dieper water trekken om aan de grondels en kreeften te ontkomen, krijgen zij te maken met een minder voedselrijke omgeving. Indien er wel voedsel (macrofauna of zoöplankton) aanwezig is, dan is er sprake van hoge voedselconcurrentie van de exotische grondels waardoor larven en net gemetamorfoseerde kwabaallarven geen voedsel tot hun beschikking hebben. Daarentegen kunnen uiteindelijk exotische grondels en mogelijk kreeften als volwaardige voedselbron voor volwassen kwabalen dienen.

5.4 Conclusie bedreigingen

Sinds 2013 zijn er geen juveniele kwabalen meer waargenomen in de Vinkeveense Plassen. Mogelijk dat de populatie gereduceerd is tot enkel nog oude dieren (die roepend waar te nemen zijn maar gezamenlijk zeer weinig eDNA achterlaten) met het risico op inteeltdepressie. Tot de eeuwwisseling werden regelmatig kwabalen waargenomen waarna een achteruitgang is ingezet. Sinds deze periode is er in de habitatgeschiktheid weinig veranderd, hoewel deze wel sterk is afgenomen ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. Er zijn in de plassen voldoende diepe habitats met koel water aanwezig voor adulte kwabalen, maar mogelijk te weinig structuurrijke oevers voor de opgroei van larven en juvenielen. Dit heeft geleid tot een marginale populatie kwabaal welke daardoor gevoeliger is voor andere drukfactoren. De klimaatopwarming lijkt in de diepe plassen geen probleem voor de adulte kwabaal, in de zomers blijft voldoende koel water voorhanden. De steeds warmere winters zorgen mogelijk wel voor een verminderd of zelfs afwezig reproductiesucces. De optimale watertemperatuur voor de ontwikkeling van de eitjes (4°C) en zelfs de maximale temperatuur (6°C) worden niet meer elke winter gehaald. Mogelijk dat kwabalen uitwijken naar aangetakte ondiepe wateren die nog wel sneller afkoelen, maar kennis hierover ontbreekt. De laatste 30 jaar hebben ook exoten zich gevestigd, met name in het laatste decennium. De opkomst van deze exoten lijkt niet de directe oorzaak voor de verdere achteruitgang van kwabaal doordat deze al afnam voor de aankomst van veel van deze exoten. Hun aanwezigheid vormt echter wel een extra drukfactor die een herstel van kwabaal in de weg kan staan.

Samengevat kan opgemerkt worden dat de hoeveelheid aan drukfactoren is toegenomen. Waar eerst vooral aanpassingen in het watersysteem een enorme invloed hadden, is daar nu bijvoorbeeld ook een stijging van watertemperaturen en concurrentiedruk van exoten bijgekomen. Sinds de flinke afname van de kwabaalpopulatie in tweede helft van de 20^e eeuw is de populatie steeds kwetsbaarder geworden. Externe factoren die eerst nog niet zo'n hoge druk op de populatie legden, kregen waarschijnlijk een steeds grotere invloed naarmate de populatie, en daarmee onder andere paairijpe adulte kwabalen, afnam. Waar een gebrek aan overstromingsvlakten eerst nog opgevangen kon worden door oevers met een natuurlijk verloop, worden deze oevers nu gedomineerd door exotische vis- en kreeftsoorten, waardoor de predatiedruk op kwabaallarven,-eitjes en juveniele kwabalen mogelijk erg groot is geworden.

6 Actieplan en visie

Op basis van de bevindingen uit dit rapport, geïdentificeerde kennisleemtes en de kwabaal workshop van 13 juli 2023 is een actieplan opgesteld. Hierin zijn verschillende stappen beschreven, van vervolgonderzoek, aanbevelingen en maatregelen en bijplaatsing.

6.1 Vervolgonderzoek en maatregelen

In de komende jaren zijn een aantal cruciale stappen nodig om de kwabaalpopulatie in de Vinkeveense Plassen te behouden.

6.1.1 Habitatherstel/-verbetering

Op gebied van habitatherstel worden de volgende stappen aanbevolen:

1. **Duidelijk krijgen waar en wanneer kwabalen paaïen:** momenteel is hier nog teveel onduidelijkheid over. Mogelijk doet de kwabaal in de Vinkeveense Plassen dit rondom de zandeilanden, bijvoorbeeld in de ondiepere wateren of migreren ze naar aangetakte polders zoals Demmerik. De functie van ondiepe in open verbinding staande wateren is onvoldoende bekend. Mogelijk kunnen ondiepe aangetakte polderwateren zorgen voor paaï- en opgroei gebied. Doordat in veel polders een vast waterpeil is ingesteld en dit elders in slechts beperkte mate kan fluctueren, is de kwaliteit van het paaï- en opgroei habitat matig tot slecht binnen de Vinkeveense Plassen. Om dit beter in beeld te krijgen kan een netwerk van Hydromoths of VEMCO zenders ingezet worden (zie kadertekst). Met informatie over trommel- en zwemactiviteit kunnen de locaties (en mogelijke paaïmigratie) van kwabaal in kaart gebracht worden. Het achterhalen van de paaïlocaties is één van de belangrijkste onderdelen van het uitvoeringsplan. De resultaten van het huidige meerjarige onderzoek wijzen namelijk sterk op dat er in de ei- of larve fase wat misgaat. Ook kan door het plaatsen van een cameraval in open fuik gericht gekeken worden of de kwabaal migreert naar polders zoals Demmerik. De cameraval dient zo geplaatst te worden dat de ingang naar een zijwater wordt afgezet zodat vissen gedwongen worden langs de camera te zwemmen, maar nog wel vrij in en uit kunnen zwemmen. Zo kan informatie worden verzameld over of en wanneer kwabalen gebruik maken van aangetakte ondiepe wateren. Daarnaast levert het informatie op over hoe andere vissoorten migreren tussen de plas en de aangetakte ondiepe wateren.
2. **Onderzoek voortplantingssucces:** wanneer duidelijk is waar de kwabalen paaïen kan gericht het voortplantingssucces onderzocht worden door in de buurt van die locaties en in hetzelfde jaar te vissen op kwabaallarven en juveniele kwabalen.
3. **Benutten pilot NVO's:** in de komende jaren worden de bekade oevers in de Vinkeveense Plassen vervangen en wordt ter compensatie 7 kilometer aan natuurvriendelijke oevers aangelegd. Staatsbosbeheer gaat voor deze werkzaamheden eerst een pilot uitvoeren met verschillende NVO-ontwerpen. De effectiviteit van de kwabaalwijken die zijn ingezet in het huidige onderzoek kunnen tijdens deze pilot, naast andere NVO ontwerp-variabelen, getest worden. Mogelijk zoeken de juveniele kwabalen liever fijne structuren op in de vorm van boom- en struikwortels (Coeck et al., 2008). Het plaatsen van 'onderwaterbossen' met veel fijne structuren zou in dit geval een interessant experiment zijn om te kijken of hier mogelijk wel juveniele

kwabalen op afkomen. Een belangrijke kanttekening daarbij is wel dat als er geen sprake is van succesvolle reproductie, door bijvoorbeeld te hoge watertemperaturen, er geen aanwas zal zijn en het ontbreken van juveniele kwabalen in de 'onderwaterbossen' dus niet wil zeggen dat deze structuren niet aantrekkelijk zijn. Hetzelfde geldt voor de kwabaalwijken, hoewel deze daarnaast ook iets te diep zijn geplaatst voor juveniele kwabalen.

Passieve hydrofoon: de Hydromoth

Op twee locaties in Nederland heeft RAVON ook geluidsonderzoek gedaan met een nieuwe passieve hydrofoon: de Hydromoth. Hydromoths zijn door hun geringe grootte praktisch inzetbaar, volledig programmeerbaar, onderdompelbaar en kunnen 24/7 geluidsopnames maken. De Hydromoth moet afhankelijk van de voorgeprogrammeerde instellingen ongeveer één keer in de twee weken uitgelezen en voorzien van nieuwe batterijen te worden. Ten opzichte van actief geluidsonderzoek is passief geluidsonderzoek minder arbeidsintensief en kunnen over een langere periode (constant) geluidsopnames gemaakt worden.



De nieuwe passieve hydrofoon: Hydromoth.

Aanbevelingen

Wanneer met het vervolgonderzoek een duidelijker beeld is verkregen van waar de kwabaal paait, kan gericht habitattherstel plaatsvinden. Hierbij wordt aanbevolen om RAVON te betrekken bij de pilot, om het ontwerp zo goed mogelijk te maken, waarbij ook rekening gehouden wordt met het weren van exotische grondel- en kreeftsoorten. Daarnaast wordt aanbevolen om de NVO's aan te leggen in de omgeving van kansrijke paai- en opgroeilocaties.

Wanneer blijkt dat de kwabalen gebruik maken van aangetakte polderwateren kunnen hier mogelijk percelen worden ingericht welke overstromingsvlaktes nabootsen in het vroege voorjaar. Daarnaast worden de mogelijkheden voor kwabaal om te migreren tussen de verschillende leefgebieden beperkt door gemalen, sluizen, stuwen en dijken. Het leefgebied

kan vergroot worden door het opheffen van barrières. Rond de Vinkeveense Plassen zijn wel enkele polders met kansrijk paai- en opgroeihabitat bereikbaar. Potenties voor herstel van paai- en opgroeihabitat voor kwabaal liggen met name in de polders Demmerik en Nellestein, maar ook in andere aangrenzende gebieden. Het leefgebied kan vergroot worden door het opheffen van barrières.

6.1.2 Populatieherstel

Op gebied van populatieherstel worden de volgende stappen aanbevolen. Deze stappen kunnen overigens (gedeeltelijk) parallel lopen aan de stappen ten behoeve van habitatherstel.

1. Genetisch profiel bepalen: middels de inzet van fuiken kunnen kwabalen gevangen worden voor het nemen van een vinknip, waarmee de genetische achtergrond bepaald kan worden. Het is onduidelijk welke genetische lijnen aanwezig zijn en of er al sprake is van inteelt gezien de lage dichtheden. Indien er inderdaad sprake is van inteeltdepressie dan is dit waardevolle informatie voor eventuele bijplaatsing (na toetsing) zodat de genetische lijnen op de lokaliteit afgestemd kunnen worden. Het INBO in België zou het genetisch onderzoek kunnen uitvoeren.
2. Inschatting omvang populatie: naast het fuikonderzoek/genetisch onderzoek kan met het netwerk van Hydromoths ook een betere inschatting gemaakt worden van de omvang van de kwabaalpopulatie. Worden dieren op de verschillende plassen gehoord en trommelen er bijvoorbeeld meerdere kwabalen tegelijk?

6.2 Overweging bijplaatsing

Wanneer een soort dreigt uit te sterven kan bijplaatsing een geschikte maatregel zijn om deze (tijdelijk) voor uitsterven te behoeden. In de Vinkeveense Plassen zijn sinds 2013 geen juveniele kwabalen meer waargenomen en larven zijn nog nooit gevonden. De rekrutering (jonge aanwas) lijkt zeer laag of zelfs afwezig. Om de populatie te ondersteunen en zo tijd te kopen kunnen kwabaal juvenielen of larven worden bijgeplaatst. Deze tijd dient dan benut te worden voor verder onderzoek naar mogelijkheden voor herstel van de populatie waarbij ingezet dient te worden op een succesvolle voortplanting en rekrutering van de soort. Bijplaatsing kan ook de genetische vitaliteit een boost geven (*genetic rescue*) (Herder, van Boekel & Smith, 2023). In NordrheinWestfalen is een paar jaar geleden een herintroductieprogramma gestart, waarbij gekweekte kwabalen worden uitgezet in de Lippe en Ruhr (Brackwehr et al., 2016). In Vlaanderen was de soort volledig uitgestorven en wordt gekweekt met ouderdieren uit Noord-Frankrijk. Opgekweekte kwabaal wordt sinds 2005 uitgezet in het stroomgebied van de Grote Nete (Coeck, et al., 2008), waarbij er sinds 2010 ook sprake is van natuurlijke reproductie (Van den Neucker et al., 2010). In de Beerze in Noord-Brabant is in de periode 2009-2013 een herintroductieproject uitgevoerd (Beelen, 2010). De laatste jaren worden hier meerdere juveniele kwabalen gevangen wat wijst op succesvolle voortplanting.

Bijplaatsing en herintroductie is alleen zinvol als een zorgvuldige afweging is gemaakt over de haalbaarheid en nut ervan. Hierbij dient onder meer in overweging genomen te worden

wat de noodzaak is voor een herintroductie, of het leefgebied van voldoende kwaliteit is, of de bedreigingen/oorzaken van het verdwijnen van de soort zijn afgenomen of verdwenen, of natuurlijke herkolonisatie van het herstelde leefgebied mogelijk is, of er een geschikte bronpopulatie voorhanden is en of er uitzicht is op herstel van een duurzame populatie. Een belangrijke voorwaarde hier is dat er gelijktijdig onderzoek wordt gedaan wat bijdraagt aan het vergroten van de kennis over de bottlenecks en het verder herstel van habitats om zo werkelijk kansen voor de kwabaal te creëren. RAVON hanteert bij herintroductie de richtlijnen van het IUCN en heeft ook haar eigen afwegingskader opgesteld.

7 Literatuur

- Auwerx, J., Vught, I., & De Charleroy, D. (2019). Juveniele kwabaal in de spotlights. *Ravon*, 21(2), 27-31.
- Beelen, P., 2010. Kwabaal in de Beerze. *RAVON tijdschrift* 37, p46-49.
- Brackwehr, L., M. Bunzel-Drüke, U. Detering, G. Jacobs, M. Kühlmann, S. Kuss, ..., ... & Zimball, O., 2016. Die Quappe (*Lota lota*) im Einzugsgebiet der Lippe: Ökologie, Schutzmaßnahmen, Zucht und Wiederansiedlung.
- Bosveld, J., 2015. Zoetwaterkabeljauw in Nederland – ondergang en opkomst van de kwabaal. *Visionair* 35: 12-15.
- Church, K., Iacarella, J. C., & Ricciardi, A. (2017). Aggressive interactions between two invasive species: the round goby (*Neogobius melanostomus*) and the spinycheek crayfish (*Orconectes limosus*). *Biological Invasions*, 19, 425-441.
- Coeck, J., Dillen, A., De Charleroy, D., Vught, I., & de Haas, K. (2008). Soortherstelproject Kwabaal-nieuwe kansen voor een verdwenen vissoort in Vlaanderen. *Ravon*, 10(2), 31-35.
- Dillen, A., Martens, S., Baeyens, R., & Coeck, J. (2005). Onderzoek naar de biologie van de kwabaal (*Lota Lota* L.), ter voorbereiding van het herstel van de soort in het Vlaamse Gewest. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2005.04, Brussel. 154 pp.
- Fischer, P., & Eckmann, R. (1997). Spatial distribution of littoral fish species in a large European lake, Lake Constance, Germany fig: 9 tab: 5. *Fundamental and Applied Limnology*, 140(1), 91-116. <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/140/1997/91>
- Harzevili, A. S., I. Dooremont, I. Vught, J. Auwerx, P. Quataert, & D. DeCharleroy, 2004. First feeding of Burbot, *Lota lota* larvae under different temperatures and light conditions. *Aquaculture Research*, 35(4), 419-422.
- Herder, J.E., A. Valentini, E. Bellemain, T. Dejean, J.J.C.W. van Delft, P.F. Thomsen en P. Taberlet., 2014. Environmental DNA - toepassingsmogelijkheden voor het opsporen van (invasieve) soorten. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport 2013-104.
- Herder, J.E, M. Groen & J. Kranenbarg, 2022. eDNA-metabarcoding vissen. Onderzoek naar de mogelijke toepassing van eDNA voor de KRW vismonitoring (2018-2021). RAVON/STOWA rapport 2022-30
- Herder, J.E., N. van Boekel en F. Smith. Kansen voor kwabaal in Noord-Holland. Rapport 2021.154. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Hirsch PE, Fischer, P. (2008). Interactions between native juvenile burbot (*Lota lota*) and the invasive spinycheek crayfish (*Orconectes limosus*) in a large European lake.

Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 65(12), 2636-2643.
<https://doi.org/10.1139/F08-162>

- Hofmann, N., & P. Fischer P, 2003. Impact of temperature on food intake and growth in juvenile Burbot. *Journal of Fish Biology* 63(5), 1295–1305.
<https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00252.x>
- Jackson, J. R., VanDeValk, A. J., Forney, J. L., Lantry, B. F., Brooking, T. E., & Rudstam, L. G. (2008). Long-term trends in burbot abundance in Oneida Lake, New York: life at the southern edge of the range in an era of climate change. In American Fisheries Society Symposium (Vol. 59, p. 131). American Fisheries Society.
- Kranenbarg, J., J.E. Herder, W.A.M. van Emmerik, W.A.M. & M. Groen (red), 2022. Visatlas van Nederland. Stichting RAVON, Sportvisserij Nederland en Noordboek, Gorredijk.
- Nagel, F., Hölker, F., & Wolter, C. (2011). In situ estimation of gastric evacuation and consumption rates of burbot (*Lota lota*) in a summer-warm lowland river. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(5), 1236-1241.
- Pandakov, P. G., Teofilova, T. M., & Kodzhabashev, N. D. (2020). Status of the burbot (*Lota lota* L.) in the Lower Danube (Bulgaria)–a species threatened by climate change. *ZooKeys*, 910, 143.
- Pauwels, I., Van Wichelen J., Vandamme L., Vught I., Van Thuyne G., Auwerx J., Baeyens R., De Marteleire N., Gelaude E., Picavet B., Pieters S., Robberechts K., Belpaire C. & Coeck J. (2016). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer – onderzoeksprogramma visserij 2015: eindrapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2016. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Smith & Herder, 2021. Voorstudie: ‘Kansen voor kwabalen in Noord-Holland’ - Een bundeling van de actuele kennis over kwabaal in de Noord-Holland. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Spikmans, F., F. Smith, J. Kranenbarg & A. de Bruin, 2018. Kansen voor de kwabaal in het Vinkeveense Plassen gebied. Kwaliteit leefgebieden en geschikte herstelmaatregelen, RAVON, 85 p.
- Spikmans, F. & J.E. Herder, 2015. Pilotstudie bruikbaarheid eDNA voor onderzoek naar kwabaal. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Terrazas, M. M., Adams, J. R., Sudheesh, P. S., & Cain, K. D. (2017). Effects of diel temperature fluctuation on growth, stress response, and immune function of burbot. *Transactions of the American Fisheries Society*, 146(5), 996-1007.
<https://doi.org/10.1080/00028487.2017.1334701>
- Van Nieuwenhuyze W., Boets P., Dillen A., Poelman E. (2019). Onderzoek naar de aanwezigheid van kwabaal in de Houten- en Stenensluisvaart te Diksmuide in het kader van soortenherstel. Studie uitgevoerd in opdracht van ANB. 12p.

- Vos, M., van den Ende, J., Auwerx, J., & Ploegaert, S. (2020). Pilot structuur- en lichtvallen voor de kwabaal. Ontwikkeling monitoringsmethoden voor kwabaal (*Lota lota*) in het juveniele en larvale stadium. Projectnummer 2018.062. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Wang, N. & A. Appenzeller, 1998. Abundance, depth distribution, diet composition and growth of perch (*Perca fluviatilis*) and burbot (*Lota lota*) larvae and juveniles in the pelagic zone of Lake Constance. *Ecology of freshwater fish*, 7, 176-183.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.1998.tb00184.x>
- Wolnicki, J., L. Myszkowski & R. Kamiński, 2001. The influence of water temperature on the growth, survival, condition and biological quality of juvenile burbot, *Lota lota* (L.). *Fisheries & Aquatic Life*, 9(1), 79-86.
- Żarski, D., Kucharczyk, D., Sasinowski, W., Targońska, K., & Mamcarz, A. (2010). *The influence of temperature on successful reproductions of burbot, Lota lota (L.) under hatchery conditions*. Polish Journal of Natural Sciences, 25(1), 93-105.

Bijlage 1 - Flyer kwabaalsubstraten duikers

Flyer gedeeld met duikscholen met de oproep om kwabaalwaarnemingen door te geven.





DUIKERS OPGELET!

Helpen jullie mee om de bedreigde kwabaal te vinden?

Om de Vinkeveense kwabaalpopulatie beter in kaart te brengen is er eind augustus 2022 een experiment gestart. Er zijn 30 kwabaal- substraten (schuilplaatsen voor kwabalen) op 10 locaties geplaatst. Hiermee hopen we jonge kwabalen een kans te geven om op te groeien.

Kwabaalsubstraten

De piramidevormige kwabaalsubstraten bestaan uit opgestapelde bakstenen met kleine gaten. Hierin kunnen jonge kwabalen zich hopelijk 'veilig' vestigen zonder verjaagd te worden door andere vissen of kreeften. Om de effectiviteit van de kwabaal-

substraten te onderzoeken willen we graag weten welke vissoorten (of kreeften!) en aantallen zich in en rondom de substraten gaan vestigen. Jullie kunnen daarbij helpen! Let tijdens je duik extra op en geef waarnemingen van vissoorten en kreeften aan ons door.



Contactinformatie

✉ Mail je (nul)waarnemingen (graag met foto's!) door naar n.vanboekel@ravon.nl of m.groen@ravon.nl

Bijlage 2 - Kwabaal Workshop

Op 13 juli 2023 is in Amsterdam bij Waternet een workshop gehouden met beheerders, Waterschap Amstel Gooi en Vecht en de provincie Noord-Holland. Hierbij zijn de resultaten van het onderzoek gepresenteerd, is kennis uitgewisseld over de lokale situatie en zijn mogelijkheden tot het nemen van maatregelen en verder onderzoek besproken.

Tijdens de workshop zijn twee sporen besproken voor een vervolg. Als eerste veldonderzoek naar belangrijke kennisleemtes en als tweede het verkennen van een mogelijke bijplaatsing gekoppeld aan onderzoek.

Veldonderzoek

Een belangrijke kennisleemte is waar de kwabalen precies paaïen (aannee is op de plaatsen waar ze roepen, maar dat is niet zeker. Mogelijk verzamelen ze eerst en trekken ze dan gezamenlijk naar de paaïplaatsen. Met name de functie van de ondiepe aangetakte wateren is onduidelijk. Bij de Vinkeveense Plassen zijn in de in open verbinding staande Geuzensloot paairijpe kwabalen gevangen in het verleden (en in de nabijheid gehoord). Ondiep water koelt sneller af en bereikt waarschijnlijk eerder de gewenste temperatuur. Het is echter onbekend of kwabalen uit de plas migreren naar deze ondiepe plaatsen om te paaïen. Anekdotische informatie van oude vissers die begin 20e eeuw visten wijst erop dat dit gebeurde, zij vingden kwabalen in de winter op en nabij ondergelopen grasland. De waarde van de ondiepe aan de plassen aangetakte wateren voor kwabaal in de Oostelijke Vechtplassen is nog onvoldoende bekend. Voor eieren en larven (die drijven in het water) is actieve migratie naar deze gebieden namelijk onaannemelijk. De volgende onderzoeksmogelijkheden kwamen naar voren:

- Onderzoek met het gericht plaatsen van een camera in een open fuik. Deze wordt zo geplaatst dat de ingang naar een zijwater zo wordt afgezet dat de vissen gedwongen worden langs de camera te zwemmen maar nog wel vrij in en uit kunnen zwemmen. Zo kan informatie worden verzameld over of en wanneer kwabalen gebruik maken van deze aangetakte ondiepe wateren. Daarnaast levert het informatie op over hoe andere vissoorten migreren tussen de plas en de aangetakte ondiepe wateren.
- Het plaatsen van een netwerk van hydromoths over de gehele plas waarmee gedetailleerdere informatie kan worden verkregen over waar en wanneer kwabalen roepen (en dus mogelijk voortplanten). Deze hydromoths kunnen 2 weken lang (om de 5 minuten) opnames maken. Inmiddels kunnen deze geautomatiseerd geanalyseerd door herkenningsoftware (met validatie door een medewerker).

Onderzoek naar opgroei en bijplaatsing

Tijdens de workshop kwam ook de mogelijkheid van bijplaatsing naar voren. Als eerste stap zou hiervoor een gedegen voorstudie moeten worden uitgevoerd. Hierin worden aspecten als habitat, mogelijke oorzaken bekeken en beschreven en wordt ook gekeken naar de genetische aspecten (welke materiaal bijplaatsen, eerst vangen en dan opkweken, etc.). Een belangrijke voorwaarde is dat de bijplaatsing, waarmee tijd wordt gekocht, gekoppeld wordt aan experimenteel onderzoek.