



Schatting omvang en dynamiek brasempopulatie in het IJsselmeer en Markermeer. Tussenrapportage 2023.

Auteur(s): Joep J. de Leeuw, Maarten van Hoppe, Olvin A. van Keeken, Tamara Vallina,
Paulien de Bruijn

Wageningen University &
Research rapport C062/23

Schatting omvang en dynamiek brasempopulatie in het IJsselmeer en Markermeer. Tussenrapportage 2023.

Auteur(s): Joep J. de Leeuw, Maarten van Hoppe, Olvin A. van Keeken, Tamara Vallina,
Paulien de Bruijn

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research en gesubsidieerd door het Ministerie van
Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Duurzame
voedselvoorziening & -productieketens & Natuur' (projectnummer BO-43-119.01-010)

Wageningen Marine Research
IJmuiden, oktober 2023

Wageningen Marine Research rapport C062/23

Keywords: brasem, populatie, telemetrie, mark-recapture, zegenvisserij

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid
T.a.v.: F. van den Berg
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

BO-43-119.01-010

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/639598>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs. ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V32 (2021)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Kennisvraag	6
3 Methoden	7
3.1 <i>Mark-recapture</i> experiment	7
3.1.1 Aannames	7
3.1.2 Gelijke terugvangkans	8
3.1.3 Sterfte en rekrutering	8
3.2 Brasems vangen en merken	10
3.3 VEMCO-tags	11
3.4 PIT-tags	13
3.5 Analyse	13
4 Resultaten	14
5 Discussie	17
6 Kwaliteitsborging	20
Literatuur	21
Verantwoording	22
Bijlage 1 Formules Lincoln-Petersen	23

Samenvatting

De brasemstand in het IJsselmeer en Markermeer is zeer sterk achteruitgaan de afgelopen decennia. Zowel visserijkundige modellen als trends in bestandsmonitoring duiden erop dat de visserijdruk hoger is dan past bij een duurzame visserij gegeven de huidige ecologische randvoorwaarden. Om meer duidelijkheid te krijgen over de potenties van een duurzame brasemvisserij is er behoefte aan meer kennis over de opbouw en populatiedynamiek van het bestand en mogelijke effecten van visserij op de bestandsontwikkelingen. Daarvoor is met name extra kennis wenselijk over de omvang, verspreiding en het ruimtelijk gebruik van het huidige brasembestand. In opdracht van het Ministerie van LNV is sinds 2021 onderzoek gaande naar de omvang van het brasembestand door middel van een meerjarig *mark-recapture* experiment dat samen met zegenvissers wordt uitgevoerd. Hiertoe zijn vanaf november van het winterseizoen 2021/22 en 2022/23 respectievelijk 1010 en 951 (totaal 1961)brasems van een PIT-tag voorzien en vervolgens gedurende het zegenvisseizoen tot 15 maart regelmatig zegenvangsten verspreid over het IJsselmeer en Markermeer uitgevoerd waarbij de fractie met PIT-gemerkte brasems in de terugvangsten werd bepaald. Deze informatie werd gebruikt om de totale populatiegrootte te schatten met behulp van de Lincoln-Petersen vergelijking (Lincoln, 1930) en een vergelijking die corrigeert voor brasemmortaliteit over tijd. De voorlopige resultaten na twee winterseizoenen die in dit rapport worden gepresenteerd wijzen erop dat de populatie grotere (>35 cm), volwassen brasems waarschijnlijk iets groter is dan op basis van A-toomkuilsurveys de afgelopen jaren werd vermoed, maar ook dat aanzienlijke sterfte optreedt in de populatie die deels door visserij wordt verklaard en deels door andere oorzaken. De voorlopige schattingen kennen echter nog aanzienlijke onzekerheden en de eerste analyses laten zien dat enkele aannames in de methodiek met betrekking tot de verspreiding van brasems en daarmee samenhangend de menging van gemerkte brasems met niet gemerkte nader getoetst en uitgewerkt dienen te worden. In het vervolg van het onderzoek zullen berekeningen kunnen worden aangescherpt wanneer meer bekend is over het ruimtelijke gebruik en preciezere schattingen van sterfte kunnen worden gemaakt omdat deze van aanzienlijke invloed zijn op de populatieschattingen.

1 Inleiding

Het brasembestand in het IJsselmeer en Markermeer is de afgelopen decennia zeer sterk afgenomen (Tien et al., 2020, Volwater et al. 2023). Dit is vermoedelijk het gevolg van veranderingen in nutriëntenconcentraties en intensifiëring van de commerciële visserij (de Leeuw et al., 2021, 2023). Sinds 2014 is na sterke reducties in de nettenvisserij en zegenvisserij het bestand iets toegenomen maar lijkt voorsnog geen sprake van een consistent herstel. In het kader van het Actieplan¹ worden nieuwe duurzame visserijstrategieën ontwikkeld voor de schubvisbestanden. Een belangrijke stap in het verder ontwikkelen van deze plannen is om een beter beeld te krijgen van de dynamiek in de bestanden over de tijd en van de huidige populatiegrootte. Recente bemonsteringen met de A-toomkuil laten zien dat grote brasems zich vooral in de oeverzones ophouden (School et al. 2023), terwijl eerder telemetrieonderzoek aan brasems liet zien dat een deel van de brasempopulatie migratie over grotere afstanden laat zien naar wateren buiten het IJsselmeer en Markermeer (onder andere randmeren, IJssel-Vechtdelta en boezemwateren van Friesland en Noord-Holland (De Leeuw et al. 2020). Beroepsvissers die brasems met zegens vangen ervaren aanzienlijke hoeveelheden brasem in de gebieden waar zij vissen. Uit deze signalen ontstond de behoefte om de feitelijke omvang van de brasempopulatie nader te verkennen en beter inzicht te krijgen in de dynamiek van de brasempopulatie (met name sterfte en migratie).

Dit onderzoek heeft als primaire doel de grootte van de brasempopulatie in het IJsselmeer en Markermeer in te schatten aan de hand van individueel gemerkte brasems en waar mogelijk een inschatting van sterfte door het seizoen te verkrijgen. Daarbij gaat het om grotere brasems (>35 cm) die grotendeels volwassen (80% van brasems van 35 cm, 100% van brasems >40 cm, Volwater et al. 2023) zijn en het overgrote deel van de vangsten in de zegenvisserij bepalen. De opzet van het onderzoek was om samen met beroepsvissers een zogenaamd *mark-recapture* (merk-terugvangst) experiment uit te voeren om de omvang van de populatie te schatten. Daarbij werden brasems in het najaar op verschillende locaties in het IJsselmeer en Markermeer levend met zegens gevangen en voorzien van een PIT-tag teruggezet. Vervolgens werden gedurende de winterperiode regelmatig zegenvangsten uitgevoerd om terugvangsten te registreren. Daarnaast werd een deel van de brasems voorzien van een VEMCO-zender om verplaatsingen van brasems in beeld te krijgen en voor zover mogelijk daaruit de sterfte te schatten. Deze tussenrapportage biedt een eerste verkenning van het toepassen van de merk-terugvangstmethode en de eerste, nog zeer voorlopige schattingen van de populatieomvang.

¹ Kamerstukken 31710, nr. 71, en 29664, nr. 71, inclusief bijlagen

2 Kennisvraag

In dit onderzoek staat de vraag centraal in hoeverre met behulp van een merk-terugvangst (*mark-recapture*) methode een schatting kan worden gemaakt van de omvang van het bestand grote (>35 cm), volwassen brasem in het IJsselmeer en Markermeer die van belang is voor de zegenvisserij en welke aanvullende inzichten die oplevert ten opzichte van bemonsteringen met de A-toomkuil en visserijgegevens over het brasembestand.

3 Methoden

3.1 *Mark-recapture* experiment

De omvang van de brasempopulatie is geschat aan de hand van een *mark-recapture* analyse. Bij deze methode wordt een deel van de populatie gevangen en gemerkt (*marking*) en weer vrijgelaten op dezelfde locatie. Vervolgens wordt er op een later moment opnieuw een deel van de populatie ("steekproef") gevangen (*capture*), en wordt het aandeel vissen met merk in de nieuwe vangst bepaald (*recapture*). Deze informatie wordt gebruikt om de omvang van de totale populatie te schatten. De meest gebruikte methode is de Lincoln-Petersen vergelijking (Lincoln, 1930; vergelijking 1) waarbij de populatiegrootte (N) wordt bepaald aan de hand van het aantal gemerkte brasems (M), het aantal gevangen brasems in de steekproef (C), en het aantal opnieuw gevangen gemerkte brasems in de steekproef (R). Deze methode gaat uit van een aantal aannames die nader onderzocht zullen worden. Voor een opbouw van de vergelijking, zie bijlage 1.

$$N = \frac{C}{R} \cdot M \quad (\text{vergelijking 1})$$

3.1.1 Aannames

De Lincoln-Petersen vergelijking voor *mark-recapture* experimenten heeft een aantal belangrijke aannames. Afwijkingen van deze aannamen kunnen leiden tot vertekende of onnauwkeurige schattingen van de populatiegrootte. De aannames worden hieronder besproken.

3.1.1.1 Aselectieve bemonstering en vermenging

De individuen moeten willekeurig worden bemonsterd, zonder selectieve verwijdering of terugvangst. Het is tevens van belang dat individuen met merk zich willekeurig mengen met de hele populatie. Als de brasems met merk zich niet verplaatsen tussen brasems zonder merk, en ze teruggevangen zouden worden in de buurt van de plaats waar ze zijn vrijgelaten, dan kan de teruggevangen brasem oververtegenwoordigd zijn in de tweede steekproef, wat leidt tot een onderschatting van de populatiegrootte. Data in dit onderzoek toont dat brasem individuen binnen een korte tijd op vele verschillende plekken worden gedetecteerd, en ten minste een deel zich redelijk mengt binnen de totale populatie in het onderzoeksgebied (bijvoorbeeld; een gemerkte brasem is gedetecteerd in Lemmer, Makkum en Stavoren binnen één seizoen). Hoe goed deze vermenging exact plaats vindt blijft vooralsnog onbekend. Om te voorkomen dat onvoldoende menging van gemerkte brasems met ongemarkeerde de schatting beïnvloedt, waren de locaties van het vangen, merken en terugzetten zoveel mogelijk verspreid over het Markermeer en IJsselmeer.

3.1.1.2 Gesloten populatie

De brasempopulatie moet gesloten zijn, wat betekent dat er geen significante instroom of uitstroom van individuen is in de periode tussen het merken en het opnieuw vangen. Als gemerkte individuen het studiegebied verlaten en er nieuwe ongemarkeerde individuen komen om hen te vervangen, zullen er minder terugvangsten zijn en zal dat leiden tot een overschatting van de in het onderzoeksgebied aanwezige populatie (die dan niet gesloten is, maar voor een bepaald deel open). Hoe groot de in- en uitstroom is van brasem individuen in het Markermeer en IJsselmeer is vooralsnog onbekend. Er zijn observaties van brasem die buiten het studiegebied paaien (in rivieren, randmeren, en boezemwateren; de Leeuw et al. 2020), en er zijn aanwijzingen dat individuen vanaf een bepaalde grootte naar het IJsselmeer/Markermeer trekken. Wat ook mogelijk is, is dat de brasems permanent buiten het gebied migreren. Individuen die definitief emigreren kunnen we daarom beschouwen als een gestorven individu,

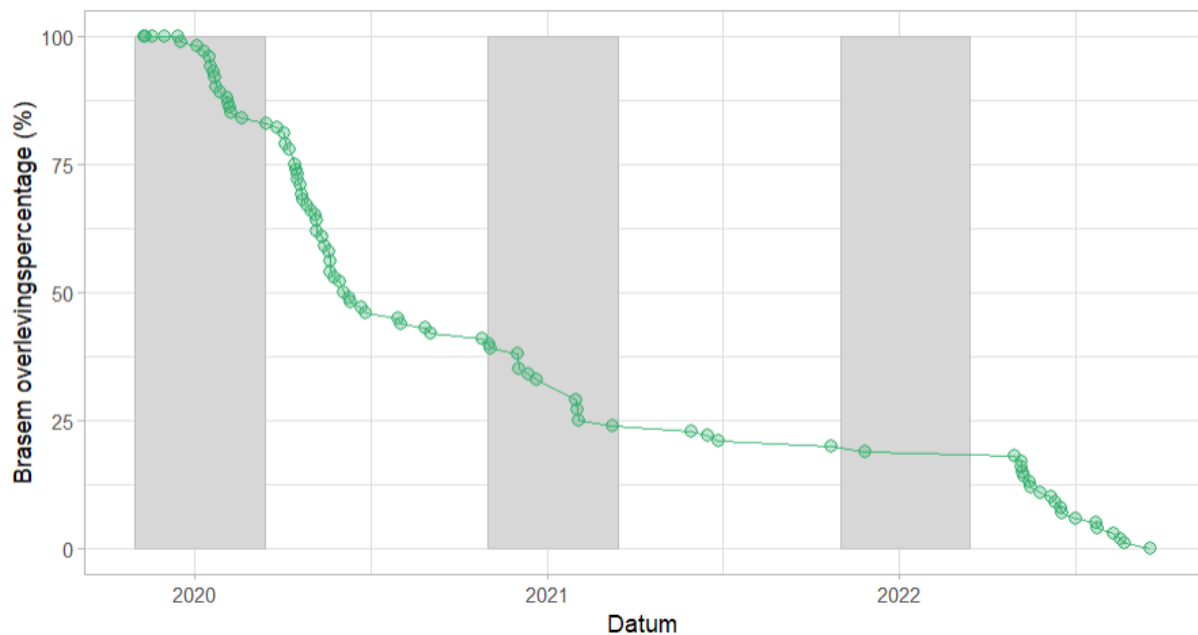
waarover later meer (zie sterfte en geboorte). Omdat informatie over deze in- en uitstroom beperkt is, wordt er niet gecorrigeerd voor open-populatie effecten in de *mark-recapture* analyse in dit onderzoek. De uitkomst van de analyse kan daarom zowel een onderschatting als een overschatting van de brasempopulatie in het Markermeer en IJsselmeer opleveren, afhankelijk van de mate waarin netto brasems vanuit omliggende wateren naar het IJsselmeer en Markermeer (im)migreren of juist vanuit het IJsselmeergebied naar omliggende wateren (e)migreren.

3.1.2 Gelijke terugvangkans

De kans van terugvangst van brasems met merk moet onafhankelijk zijn van of een brasem gemerkt is of niet: het is van belang dat de brasem zich niet gemakkelijker of moeilijker laat vangen voor een tweede keer of nog vaker. Als de gemerkte brasems moeilijker te vangen zijn, zullen de terugvangsten in een tweede steekproef ondervertegenwoordigd zijn en als ze gemakkelijker te vangen zijn, zullen de terugvangsten in een tweede steekproef oververtegenwoordigd zijn. De brasems in dit onderzoek worden gevangen door middel van zegenvisserij waarbij doorgaans een grote school brasems wordt gevangen, wat het onwaarschijnlijk maakt dat een individu meer of minder kans heeft gevangen te worden dan een ander individu. Ook mogen de merken in de vissen niet verloren gaan. De PIT-tags, die in dit onderzoek als merk zijn gebruikt, worden in de buikholtte van de vis aangebracht, wat het zeer onwaarschijnlijk maakt dat de brasem deze verliest. Het aanbrengen van de zender kan fysieke stress veroorzaken bij de brasem. Daarom moet er gecontroleerd worden voor eventuele sterfte door de operatie. De brasem werd als operatie-overlevend beschouwd als het minimaal twee dagen na de operatie nog werd gedetecteerd (daarvoor moet het dier langs een detectiepunt zwemmen). In dit onderzoek was dat het geval voor 100% van de gemerkte brasems. De aanname dat gemerkte en ongemerkte brasem een gelijke terugvangkans hebben lijkt hiermee gerechtvaardigd.

3.1.3 Sterfte en rekrutering

In de Lincoln-Petersen merk-terugvangst methode wordt aangenomen dat er tussen het moment van uitzetten en het moment van terugvangst geen nieuwe aanwas of sterfte plaatsvindt. Als gemerkte individuen sterven en worden vervangen door nieuwe individuen (uit de omgeving of jongere die doorgroeien naar volwassen brasems), zullen er weinig of geen brasems met merk teruggevangen worden en zal de populatieschatting te hoog zijn. In dit onderzoek zit er weken tot maanden tijd tussen merken en vangen, waardoor twee mogelijke oorzaken van sterfte worden overwogen; natuurlijke sterfte en visserijdruk. De meeste brasems worden volwassen (paairijp) vanaf een leeftijd van 3 jaar (Volwater et al. 2023) en de meeste brasems die in het IJsselmeer en Markermeer in de zegenvisserij worden waargenomen hebben een leeftijd van 3-9 jaar (Volwater et al. 2023). Stel dat de gemiddelde leeftijd voor een volwassen brasem in het IJsselmeergebied 6 jaar is. Voor ieder jaar na het merken neemt de kans om een gemerkte brasem tegen te komen dus af met $1/6e$, en zakt de observatiekans met 15.4%. Ook zijn de brasems in deze studie aan het begin van het visseizoen gemerkt en uitgezet in gebieden waar ook commercieel gevist wordt met zegens waardoor de sterfte in deze gebieden relatief hoog kan zijn (N.B. "sterfte" is hier synoniem voor onttrekking door de visserij, ongeacht of brasem werkelijk dood of levend gevangen en verhandeld wordt). Ook al hebben we exacte gegevens van de brasemvangsten in de visserij, is het onbekend welk deel van deze vangst een PIT-tag bezit. Het is daarom niet mogelijk exact onderscheid te maken tussen natuurlijke sterfte en visserijdruk. Daarom zal de algehele sterfte worden ingeschat op basis van VEMCO-zender data verkregen in dit onderzoek (Fig. 1).



Figuur 1. Brasem overlevingscurve. Op de Y-as wordt het minimale percentage nog levende brasems weergegeven van de 99 brasems die in het najaar van 2019 van een VEMCO-zender zijn voorzien, en op de X-as wordt de datum weergegeven. De punten zijn gebaseerd op de data waarop een zender voor de laatste keer werd gedetecteerd, en de brasem daarna niet meer als levend werd beschouwd en het % overlevende brasem dus afneemt. De groene punten geven dus het minimum aantal brasems dat op een bepaalde datum nog in leven was. Vooral de punten rechts in het diagram zijn vermoedelijk een aanzienlijke onderschatting, omdat de kans zeer groot is dat van een deel van de individuen na de onderzoeksperiode nog waargenomen zal worden. Grijs balken geven de winterperiode waarin de zegenvisserij actief is (1 nov-15 maart).

Om een inschatting te maken van de mortaliteitsnelheid is gekeken naar de gemiddelde sterfte over een heel jaar. De sterfte c.q. onttrekking door visserijdruk in de winterperiode is nauwkeurig bijgehouden in logboeken door vissers, maar omdat de sterfte in de paaiperiode (natuurlijke sterfte en sterfte die bijvoorbeeld is waargenomen in de buurt van gemalen²) en zomer onbekend is, benaderen we de overlevingskans door de overlevingscurve van de VEMCO-analyse (Figuur 1). Na het eerste jaar van het onderzoek (periode 11 november 2019 tot 11 november 2020) wordt nog maar 39 procent van de VEMCO-zenders gedetecteerd, wat een populatiereductie van 61% in een jaar zou weerspiegelen. Zoals genoemd is dit vermoedelijk een overschatting van de werkelijke sterfte omdat brasems die nog wel in leven zijn maar niet meer zijn waargenomen ook onder de noemer sterfte c.q. onttrekking worden gerekend. Om te onderzoeken wat het effect op de populatieschatting is zullen we daarom een (vermoedelijk te hoog) sterftegetal hanteren van 61% per jaar, of 0.167% per dag. Voor een gedetailleerde weergave van de brasemmortaliteit per uitzetlocatie, zie appendix 2. De sterfte van brasems wordt meegenomen in de populatieschatting door een uitbreiding van de oorspronkelijke Lincoln-Petersen vergelijking. Mortaliteit wordt weergegeven door mortaliteitsnelheid per dag (d) en de tijd sinds het merken in dagen (t). De nieuwe vergelijking wordt hieronder weergegeven (vergelijking 2). We maken in deze vergelijking de aanname dat de omvang van de populatie constant blijft tussen het merken en terugvangst, en dat de gestorven en onttrokken brasems zijn vervangen door aanwas van nieuwe brasems. Zie bijlage 1 voor een opbouw van de herschrijving van de vergelijking.

$$N = \frac{C \cdot M \cdot (1 - d \cdot t)}{R} \quad (\text{vergelijking 2})$$

² <https://www.hsvallmere.nl/bcwa/breaking-massale-vissterfte-de-blocq-van-kuffeler-verklaard/>

Omdat de aanwas, emigratie/immigratie, onttrekking en sterfte gedurende de seizoenen kan variëren, zal hiermee ook de populatiegrootte van volwassen brasem in het onderzoeksgebied in omvang variëren gedurende het jaar. Omdat seizoensgebonden verschillen in populatiegrootte niet in de scope zitten van dit project, is het een onderwerp voor toekomstig onderzoek. Wel wordt ook de populatie inschatting getoond zonder correctie voor de overlevingskans van de brasem, om de mogelijke effecten van deze correctiemethode in beeld te brengen.

3.2 Brasems vangen en merken

De meeste visserij voor brasem is bestemd voor uitzet in andere wateren (pootvis). Het betreft levende vis die zorgvuldig moet worden behandeld tijdens het vissen en transport om sterfte te voorkomen. De zegen is bij uitstek het vistuig om deze pootvis mee te vangen omdat het een selectieve methode is die schade aan de vis minimaliseert, en daarmee ook de optimale methode voor dit onderzoek.

De data van hoeveel vis er is gevangen is gebaseerd op tellen van het aantal brasems in de vangst. Alleen bij zeer grote vangsten is een schatting van het totaal gewicht gemaakt door ervaren zegenvissers en via de lengteverdeling uit steekproeven en lengte-gewicht relaties het totale aantal brasems in de vangst gereconstrueerd. Het aantal geschatte kilogrammen wordt teruggerekend naar individuen aan de hand van het gemiddelde van een lengte-gewicht verdeling. Alleen gezonde, (bijna) volwassen vissen met een minimale grootte van 36 cm zijn voorzien van een zender. Het plaatsen van de zenders gaat volgens een interne SOP voor merken en zenderen van vissen. De brasems worden verdoofd met een 0.4 ml/l phenoxy ethanol oplossing. Kleine akoestische VEMCO-zenders V13-1L (13x30 mm) worden operatief in de buikholte ingebracht via een kleine incisie van 1-2 cm. De kleinere PIT-tags (8 mm) worden ingebracht zonder incisie, met een chirurgisch pistool met holle naald. Na deze ingreep kregen de brasems de tijd om te herstellen in bakken met stromend water waarna ze werden teruggeplaatst. Voor dit onderzoek wordt gekeken naar data van 99 brasems voorzien van een VEMCO-zender (2019, tabel 1) en 1961 van een PIT-tag tussen 8 november 2021 en 3 maart 2023 (tabel 2). Er zijn nadien meer VEMCO zenders geplaatst, maar voor deze eerste analyse is er voor gekozen om te kijken naar data van brasems die al een langere tijd van een zender zijn voorzien. De brasems die we voor deze analyse gebruiken zijn op verschillende locaties en momenten voorzien van een VEMCO-zender en PIT-tags (tabel 1 & 2).

Tabel 1. Locatie en datum voor de eerste vangst en het markeren van de brasem met de VEMCO-zenders

Datum	Locatie	VEMCO-zenders
11 November 2019	Den Oever	10
12 November 2019	Medemblik	10
19 November 2019	Ketelhaven	10
16 December 2019	Lelystad	20
19 November 2019	Lemmer	20
19 December 2019	Stavoren	9
2 December 2019	Enkhuizen	20

Tabel 2. Locatie en datum voor de eerste vangst en het markeren van de brasem met de VEMCO-zenders

Datum	Locatie	PIT-tags
8 November 2021	Muiden	115
9 November 2021	Lelystad	115
10 November 2021	Lemmer	55
11 November 2021	Medemblik	76

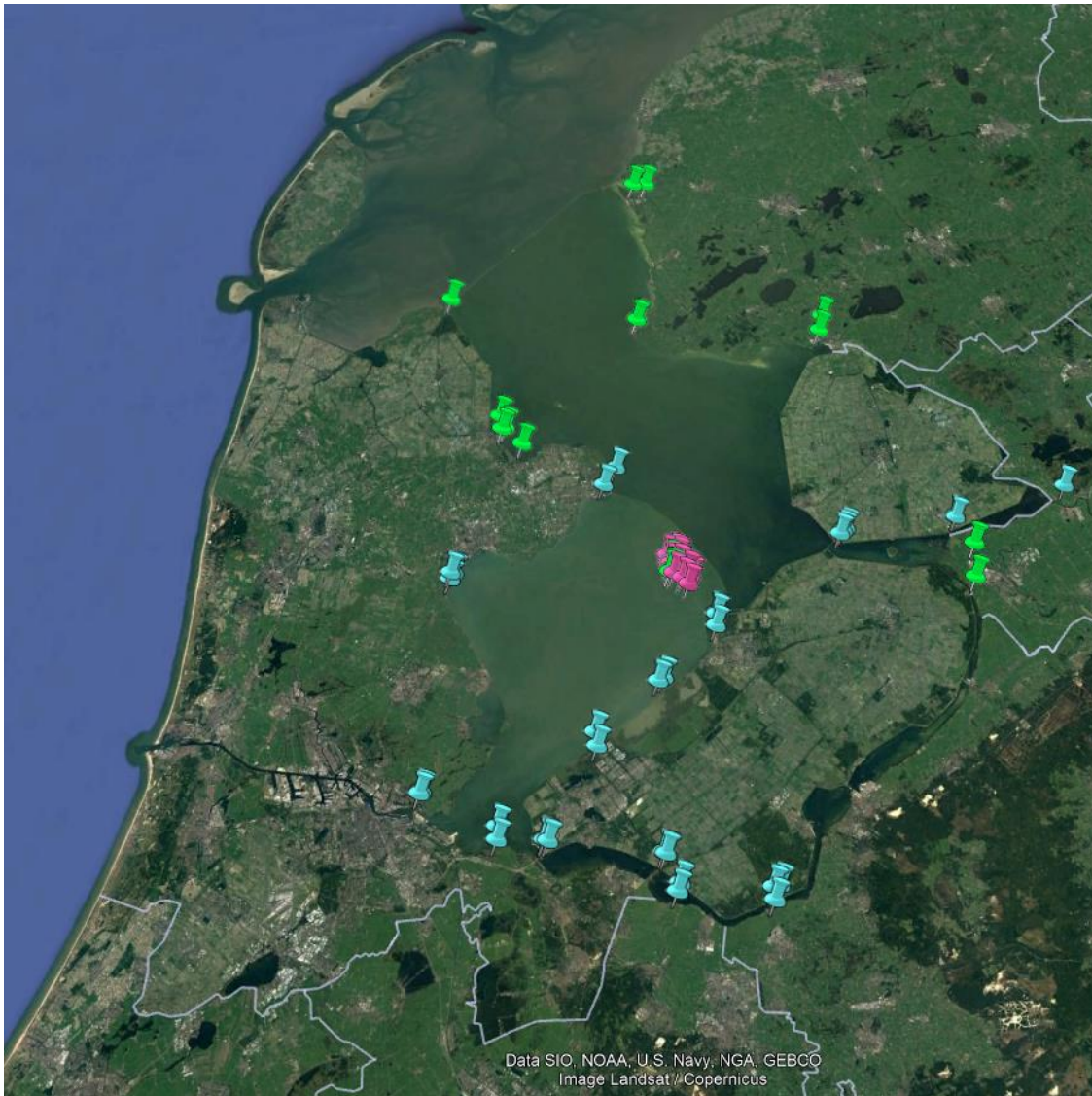
15 November 2021	Makkum	110
17 November 2021	Ketelmeer	110
18 November 2021	Monnickendam	115
19 November 2021	Enkhuizen	115
23 November 2021	Lemmer	40
24 November 2021	Den Oever	10
25 November 2021	Medemblik	34
2 December 2021	Hoorn	115
1 November 2022	Lelystad	15
4 November 2022	Pampushaven	115
7 November 2022	Lelystad	100
8 November 2022	Medemblik	110
9 November 2022	Den Oever	110
16 November 2022	Lemmer	110
22 November 2022	Ketelmeer	51
24 November 2022	Monnickendam	115
25 November 2022	Hoorn	115
24 Januari 2023	Makkum	44
25 Januari 2023	Makkum	66

3.3 VEMCO-tags

Er zijn twee datastromen in dit project, gebaseerd op het type sensor. Het eerste type is de VEMCO, een akoestische zender voor vissen, waarmee we individuen over langere afstanden en tijden kunnen volgen. Deze datastroom wordt vooral gebruikt om aannames rond de brasem te testen. Wanneer een getagde vis zich binnen 200-300 m van een detectiestation (VR2W-ontvanger) bevindt, wordt het unieke nummer en de tijd opgeslagen in het geheugen van het station. De levensduur van de batterij is ongeveer drie jaar. In dit onderzoek zijn er 21 VR2W-detectiestations (tabel 1, fig. 2). Alle VEMCO-data zijn van de ontvangststations/detectiepunten verzameld en gecombineerd. Per transmitter zijn de eerste en laatste detectiedatum geïdentificeerd, welke zijn verwerkt in de survivalcurve van figuur 1.

Tabel 3. *Locaties VR2W-detectiestationnen van Wageningen Marine Research en Sportvisserij Nederland*

1. Den Oever	2. Medemblik	3. Makkum
4. Stavoren	5. Lemmer	6. IJssel
7. Vossemeer	8. Markerwadden	9. Ketelmeer
10. Ramspol	11. Zwarte Meer	12. Enkhuizen
13. Schardam	14. Lelystad	15. Blocq van Kuffeler
16. Oranje sluizen	17. Muiden	18. Hollandse Brug
19. Stichtse Brug	20. Eemmeer	21. Nijkerk



Figuur 2. Locaties VEMCO-receivers (signaal ontvangststations) in het IJsselmeer en Markermeer, in beheer bij respectievelijk Sportvisserij Nederland (blauw), Wageningen Marine Research (groen) en NIOO (roze).

3.4 PIT-tags

Passive Integrated Transponders, of PIT-tags, zijn telemetrie-tags die geen stroom nodig hebben. Hierdoor is de werking van een PIT-tag onbeperkt (geen batterijlevensduur). In plaats daarvan hebben ze een interne spoel die in het bereik van een antenne een elektromagnetisch veld genereert, een inductiestroom opwekt waarna een unieke code wordt gezonden naar de antenne. Het bereik van een antenne is <1m. De antenne is verbonden met een computer die de identiteit van de tag registreert en de tijd dat deze door de antenne is gepasseerd. Deze tags worden gebruikt als 'merk' in het mark-recapture onderzoek.

3.5 Analyse

Visvangsten en PIT-tag terugvangsten werden bepaald en genoteerd tijdens visserstochten, waarna data direct bruikbaar was voor analyse. Er waren 73 vaartochten verspreid over de tijd waarin brasems gevangen (en eventueel gezenderd) werden. Deze vaartochten zijn verspreid over twee visseizoenen en 3 jaar (november 2021 tot 15 maart 2022 en november 2022 tot 15 maart 2023). Deze vaartochten zijn tevens de meetpunten voor de *mark-recapture* analyse. Per moment is populatiegrootte N opnieuw uitgerekend, zowel met de normale Lincoln-Petersen vergelijking (1), als met de vergelijking die corrigeert voor brasem mortaliteit over tijd (2). Voor ieder moment in de tijd wordt de vergelijking toegepast met het tot-dan-toe cumulatief aantal gemerkte vissen (M_{tot} , of $M_{tot,corr}$; gecorrigeerd voor mortaliteit), het cumulatief aantal gevangen brasems over de gehele periode (C_{tot}), en het aantal opnieuw gevangen gemerkte brasems in de nieuwe steekproef (R_{tot}). De eerste reeks aan inschattingen met de Lincoln-Petersen vergelijking (zonder correctie) is gemaakt door op ieder moment in de tijd waarin er een tocht was de populatiegrootte uit te rekenen door te rekenen met de gehele vangststatistiek tot dan toe. Een voorbeeld van de berekening wordt gegeven in tabel 4. Alle analysestappen zijn uitgevoerd in R (R Core Team, 2021) en R studio (R Studio Team, 2020).

Tabel 4. Een voorbeeld overzicht van de data benodigd om tot de berekening van de populatie inschatting te komen. Tocht verwijst naar het nummer van de visserstocht. Dit is gevolgd door de datum, het aantal vangsten die dag (C), het aantal merken die dag (M), en het aantal her-vangsten die dag (R). Δt is het aantal dagen sinds de vorige tocht. Dan kom de mortaliteitssnelheid per dag (d). Hierna volgen alle cumulatieve totaalcolommen (aangeduid met tot). $M_{tot,cor}$ is bepaald aan de hand van het aantal dagen sinds de vorige tocht (delta t) en mortaliteitssnelheid (d , hier als voorbeeld 60 % per jaar). De populatie inschattingen worden gegeven in kolom N en N_{cor} voor de gecorrigeerde inschatting.

Tocht	Datum (t)	C	M	R	Δt (dagen)	d (60%/j)	M_{tot}	$M_{tot,cor}$	C_{tot}	R_{tot}	N	N_{cor}
1	11/8/2021	200	100	0	0	0.6/365	100	100.00	200	0	n.a.	n.a.
2	11/9/2021	250	100	0	1	0.6/365	200	199.84	450	0	n.a.	n.a.
4	11/10/2021	50	50	0	0	0.6/365	250	249.84	500	0	n.a.	n.a.
5	11/11/2021	100	0	2	1	0.6/365	250	249.42	600	2	75000	74827
6	11/12/2021	100	50	4	1	0.6/365	300	299.01	700	6	35000	34885
7	12/14/2021	250	0	0	12	0.6/365	300	293.12	950	6	47500	46410
8	12/16/2021	500	0	3	2	0.6/365	300	292.15	1450	9	48333	47069
9	12/16/2021	50	0	1	0	0.6/365	300	292.15	1500	10	45000	43823
10	12/17/2021	500	0	0	1	0.6/365	300	291.67	2000	10	60000	58335

Met

$$N_{t_i} = \frac{C_{tot t_i}}{R_{tot t_i}} \cdot M_{tot t_i}$$

$$N_{cor t_i} = \frac{C_{tot t_i}}{R_{tot t_i}} \cdot M_{tot, cor t_i} \text{ en } M_{tot, cor t_i} = M_{tot, cor t_{i-1}} \cdot (1 - d \cdot \Delta t) + M_{-}(t_{-}i)$$

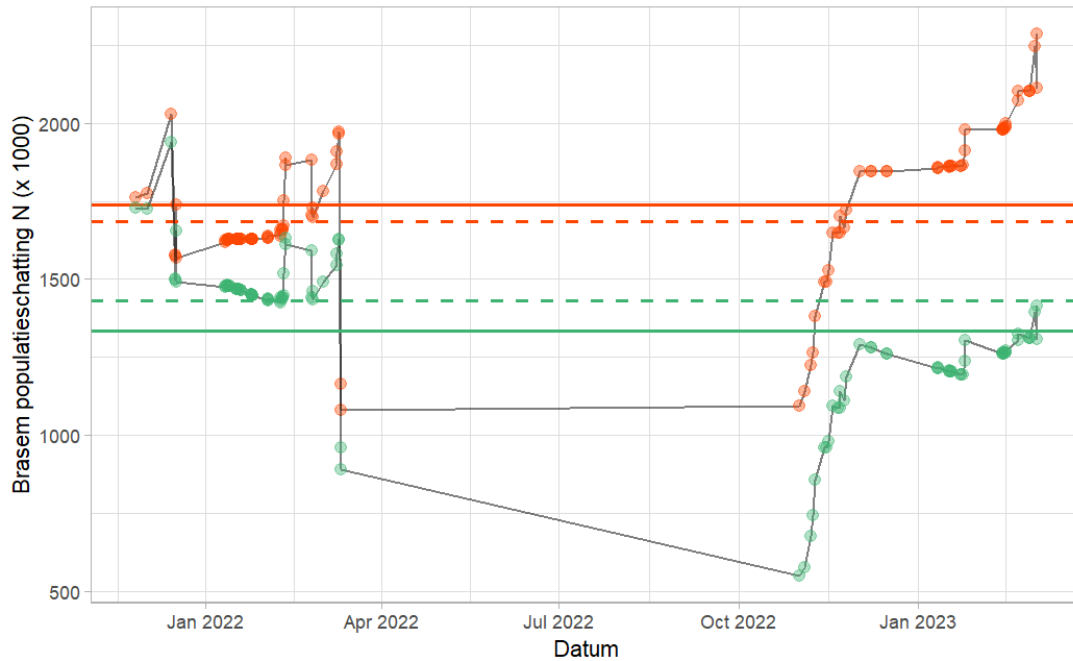
4 Resultaten

Op basis van de *mark-recapture* analyses kunnen verschillende voorlopige schattingen van de volwassen brasempopulatie worden gemaakt. Deze eerste ruwe schattingen zijn berekend met behulp van de normale Lincoln-Petersen vergelijking en de Lincoln-Petersen vergelijking gecorrigeerd voor de sterfte van brasem in de loop van de tijd. De voorlopige schattingen zijn berekend over de gehele onderzoeksperiode (figuur 3; november 2021 tot april 2023), evenals afzonderlijk voor de twee visseizoenen waarin de experimenten zijn verdeeld (figuur 4; november 2021 tot april 2022 en november 2022 tot april 2023), waarbij voor elke datum met een vangst en terugvangst een nieuwe schatting gemaakt kan worden. De populatieschattingen voor de gehele periode lopen verder uit elkaar dan voor de perioden apart omdat de effecten van de correctie voor brasemmortaliteit sterker worden met de tijd. Daarnaast is er veel onzekerheid over de mate van menging van gemerkte brasems over de hele populatie.

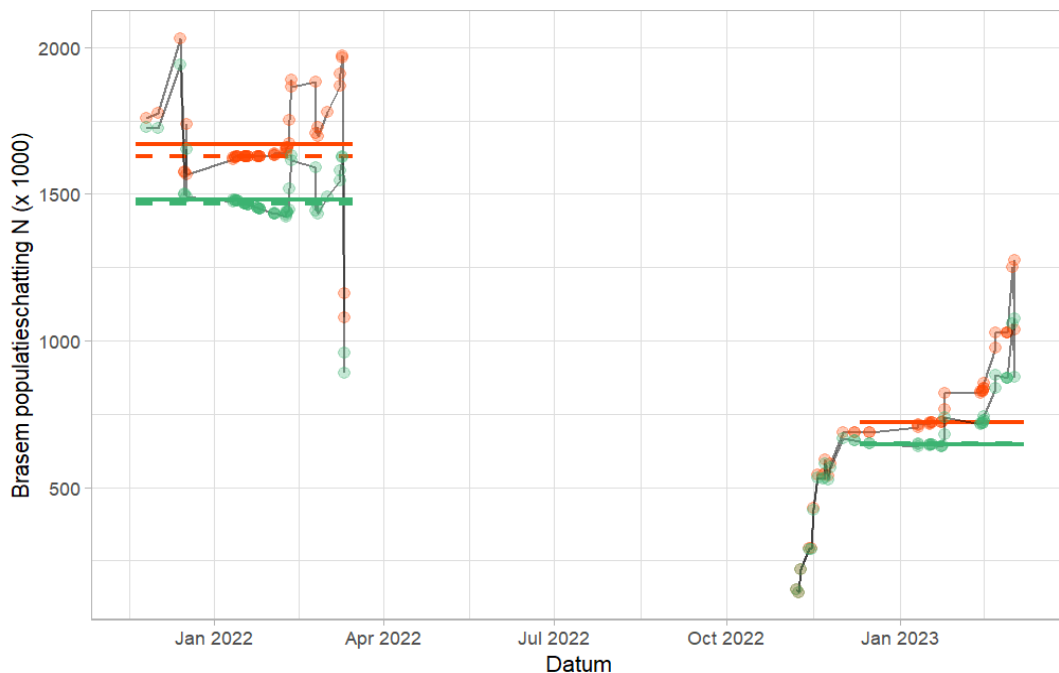
Voor de schatting van de brasempopulatie zijn verschillende statistieken gebruikt op basis van deze schattingen (tabel 5). Allereerst is er gekeken naar het gemiddelde van alle schattingen over de tijd, zowel voor de gehele periode als voor de twee afzonderlijke visseizoenen. Vanwege de grote variatie in schattingen in de loop van de tijd is ook de mediaan weergegeven. Bovendien is de laatste schatting in de tabel opgenomen, omdat deze is gebaseerd op het grootste aantal gemerkte brasems gedurende de langste periode. De verschillende schattingen lopen sterk uiteen (van 646.000 tot 2.286.000) en hangen dus sterk af van welke statistische parameter wordt gekozen en over welke periode de schatting werd gemaakt.

Tabel 5. *Preliminaire populatieschattingen op basis van verschillende statistische parameters voor de gehele periode (november 2021 tot april 2023), apart voor periode 1 (november 2021 tot april 2022) en periode 2 (november 2022 tot april 2023). Gegeven zijn de gemiddelde en de mediaan van alle observatiepunten, en de laatste inschatting.*

	Gehele observatieperiode		Periode 1		Periode 2	
	Standaard	Gecorrigeerd	Standaard	Gecorrigeerd	Standaard	Gecorrigeerd
<i>Gemiddelde</i>	1.738.000	1.336.000	1.670.000	1.481.000	720.000	646.000
<i>Mediaan</i>	1.685.000	1.431.000	1.630.000	1.468.000	721.000	650.000
<i>Laatste inschatting</i>	2.286.000	1.415.000	1.080.000	891.000	1.274.000	1.075.000

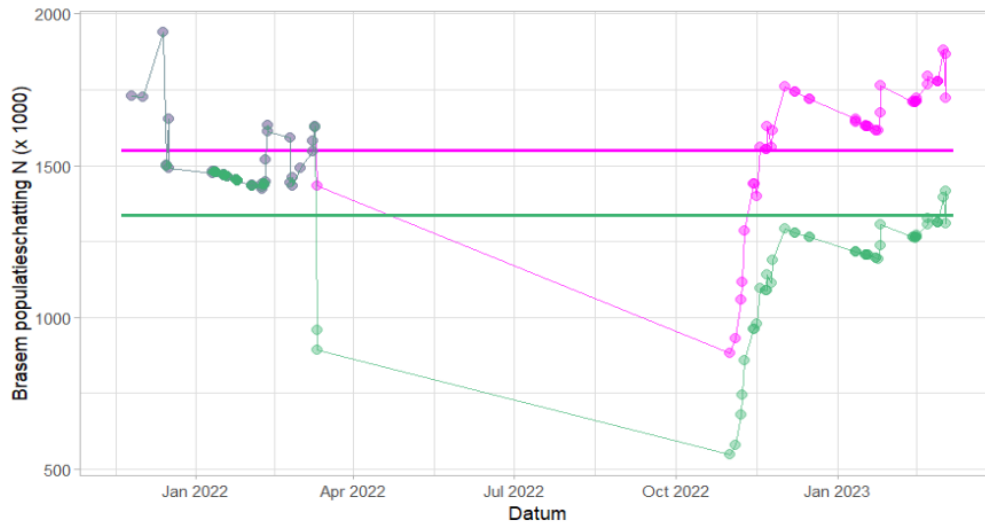


Figuur 3. De brasem populatieschattingen per 1000 individuen (Y-as) voor de verschillende meetpunten in de tijd in het experiment (X-as), van november 2021 tot april 2022. De oranje punten tonen de populatie inschattingen berekend met de Lincoln-Petersen vergelijking, en de groene punten tonen de populatie inschatting berekend met de vergelijking gecorrigeerd voor brasemmortaliteit over tijd. De bij kleurpassende solide lijn toont het gemiddelde over alle inschattingspunten, en de gestreepte lijn toont de mediaan.



Figuur 4. De brasem populatieschattingen ($\times 1000$ individuen, Y-as) voor de verschillende meetpunten in de tijd in het experiment (X-as), van november 2021 tot april 2022 en november 2022 tot april 2023. De oranje punten tonen de populatie inschattingen berekend met de Lincoln-Petersen vergelijking, en de groene punten tonen de populatie inschatting berekend met de vergelijking gecorrigeerd voor brasemmortaliteit over tijd. De bij kleurpassende solide lijn toont het gemiddelde over alle inschattingspunten, en de gestreepte lijn toont de mediaan. Deze zijn bijna niet te onderscheiden omdat ze over elkaar heen vallen.

Om inzicht te krijgen in hoe gevoelig de populatiegrootte-uitkomsten zijn voor uitzonderlijke hervangst groottes is de gehele analyse herhaald zonder één observatiedag waarin het uitzonderlijke aantal van 16 gemerkte individuen werd teruggevangen op één plek bij Lelystad (tocht 73, R=16, 11 maart 2022). Dit bleken zonder uitzondering brasems te zijn die op 9 november 2021 bij Lelystad van een zender en/of PIT-tag waren voorzien. In figuur 5 worden de populatie inschattingen over de gehele periode weergegeven voor de originele dataset, gecorrigeerd voor mortaliteit (in groen), en voor de dataset zonder de grote terugvangst (in roze). Zonder de terugvangst van deze 16 individuen verschuift de originele gemiddelde populatie inschatting van 1.34 naar 1.55 miljoen individuen.



Figuur 5. Sensitiviteit van berekeningen in kaart met de brasem populatie inschattingpunten en gemiddelden (solide lijn) gecorrigeerd voor brasemmortaliteit over tijd. De groene punten zijn voor de gehele dataset, de roze punten voor de dataset zonder een opvallende hervangst van 16 individuen in tocht 73.

Dit voorbeeld laat enerzijds zien dat een toevallige vangst met relatief veel gemerkte individuen een aanzienlijke afwijking in de populatieschatting kan geven, en anderzijds dat de menging van individuen beperkt was in dit geval: van de 1010 brasems die in het najaar een PIT-tag kregen, kwamen er 115 van Lelystad. Bij een goede menging zou dus rond de 10% van de brasems die 4 maanden later bij Lelystad werden gevangen als herkomst Lelystad moeten hebben en 90% van elders komen. Het feit dat daarentegen 100% van de brasems in die vangst uit “thuishaven” Lelystad kwam laat zien dat deze groep uit relatief honkvaste individuen bestond. Dat betekent dus ook dat aan aanname 3.1.1.1 (menging van de populatie) voor het toepassen van Lincoln-Petersen formules niet zonder meer wordt voldaan en dat nader onderzocht zal moeten worden in hoeverre dat de schattingen van totale populatie volwassen brasems in het IJsselmeer en Markermeer beïnvloedt (zie verder discussie hieronder). Daarvoor zijn meer gedetailleerde analyses nodig van het gedrag van brasems (onderzoek met VEMCO-zenders) en bovendien nadere analyses van het toepassen van Lincoln-Peterson formules op lokale populaties.

5 Discussie

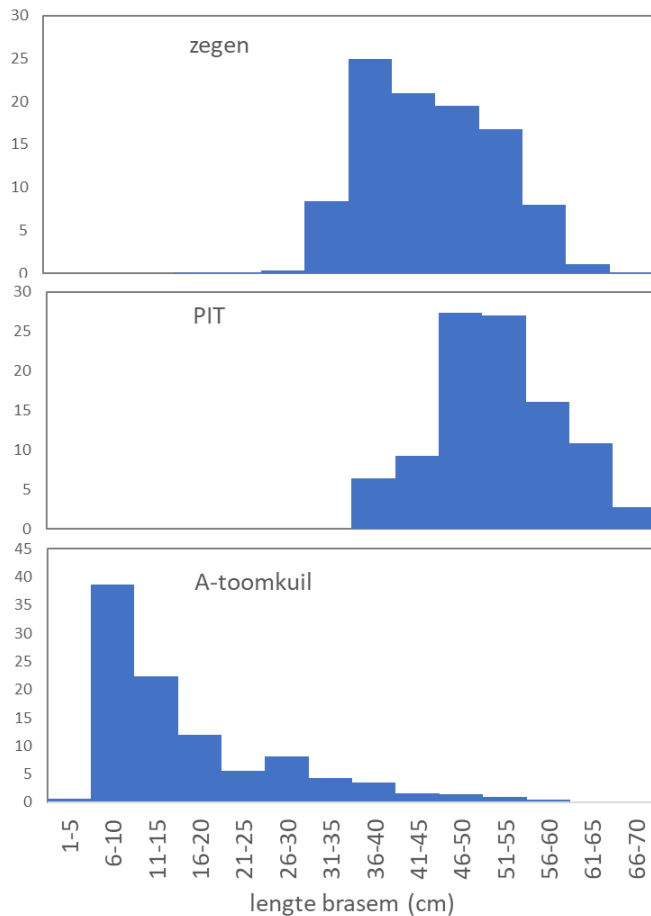
De eerste verkennende schattingen van de brasempopulatie werden uitgevoerd door middel van een mark-recapture analyse, waarbij over 2 zegenvisseizoenen 1961 individuen werden gemerkt met een PIT-tag. De observaties werden verzameld tussen 8 november 2021 en 3 maart 2023. De resultaten van het *mark-recapture* experiment tot dusver kunnen als volgt worden samengevat. De populatie-inschattingen zijn berekend voor de gehele studieperiode (november 2021 - april 2023) en voor de twee afzonderlijke winterseizoenen (november 2021 - april 2022 en november 2022 - april 2023). Er werd gekeken naar verschillende statistische parameters voor een populatieschatting (de gemiddelde, de mediane en de laatste populatie inschatting per observationele periode), aangezien deze statistieken verschillende inzichten in de populatiedynamiek kunnen weerspiegelen. De statistische parameters voor de populatieschattingen blijken aanzienlijk uiteen te lopen, zowel wat betreft over welke periode wordt gekeken als welke parameter werd gekozen. Daarnaast bleek uit onder meer een terugvangst met veel gemerkte individuen dat zowel de schatting van de omvang van de populatie als aannames over de verdeling van gemerkte individuen over de hele populatie tot aanzienlijke onzekerheden in de populatieschatting te leiden. In onderstaande wordt dit nader toegelicht en besproken hoe nadere analyses uit verschillende lopende onderzoeken bij kunnen dragen aan nauwkeuriger schattingen.

De systematisch toenemende populatieschatting voor het tweede seizoen is opmerkelijk. Vermoedelijk heeft dit te maken met het feit dat in korte tijd steeds meer individuen zijn gemerkt maar na elke succesvolle merkactie de vangsten worden verlegd naar andere gebieden waar nog geen brasems waren gemerkt (zie tabel 2). Het is denkbaar dat de gemerkte dan nog onvoldoende de tijd hebben gehad om zich ook naar die andere locaties te bewegen en zich met de ongemerkte te mengen. Ook de opmerkelijk grote terugvangst van honkvaste brasems bij Lelystad wijst daar op. De terugvangkans is dus niet gelijk voor gemerkte en niet gemerkte brasems maar neemt door de verplaatsingen van de vangstinspanningen in de loop van de winter waarschijnlijk wel toe.

Hoewel de populatieschattingen uit de merk-terugvangst experimenten tot nu toe nog aanzienlijke onzekerheden kennen is het interessant om de orde grootte van de populatieschattingen te vergelijken met bestandsopnames die sinds 2019 met de A-toomkuil (sleepnet met netopening van 10 m breed en 5 m hoog) worden gemaakt (details in School et al. 2023) en waarvan het vermoeden bestaat dat deze bemonstering een relatief goede benadering is van de populatiegrootte. De A-toomkuilbemonstering is een uitgebreide survey waarbij op veel locaties in het Markermeer en IJsselmeer zo representatief mogelijk wordt gevist, met aanvullingen van bemonsteringen met de stortkuil in de ondiepe gebieden (<2 m diep). Ter vergelijking met de vergaarde inschattingen in dit onderzoek zijn de inschattingen van de A-toomkuilbemonstering weergegeven in tabel 6. Daarbij zijn de vangsten (gewicht en aantal per hectare bevist oppervlak) bepaald voor brasems groter dan respectievelijk 30, 35 en 40 cm omdat in het zenderonderzoek alleen brasems groter dan 36 cm zijn gemerkt en in de zegenvangsten vrijwel uitsluitend brasems ruim groter dan 30 cm worden gevangen, terwijl in de A-toomkuilsurvey voornamelijk kleinere brasems worden gevangen (Figuur 6). Daarbij is ook rekening gehouden met een verwachte vangstefficiëntie voor vissen groter dan 40 cm van de A-toomkuil (80%) en stortkuil (60%) op basis van ongepubliceerde inschattingen van ATKB en STOWA Handboek Hydrobiologie.

De inschattingen van de A-toomkuilbemonstering zijn gemiddeld lager (ca 500 duizend tot 1 miljoen individuen >35 cm) dan de schattingen op basis van de eerste analyses van de *mark-recapture* studie met PIT-tags (ca 700 duizend tot 1.5 miljoen individuen >35 cm). Beide methoden hebben een aanzienlijke variatie en door de bandbreedtes hebben de schattingen ook een deel overlap. De verspreiding van grote brasem tijdens de A-toomkuilsurvey laat zien dat brasem vooral in de oeverzones

(<2m diep) werd aangetroffen waar met de stortkuil werd bemonsterd waarvan onvoldoende duidelijk is hoe efficiënt deze vangt in de ondiepe kustzones van het IJsselmeer en Markermeer. Als deze efficiëntie lager is dan eerder verondersteld kan de A-toomkuilsurvey dus de brasemstand onderschatten. Ook kan het geconcentreerd voorkomen van brasems betekenen dat belangrijke concentraties niet zijn bemonsterd in de survey. Een derde verklaring kan zijn dat de feitelijke populatie groter is dan het oppervlak van IJsselmeer en Markermeer en dat bijvoorbeeld de randmeren en de IJssel-Vechtdelta ook in de winter een integraal onderdeel vormen van de brasempopulatie van het IJsselmeergebied. Telemetriestudies met VEMCO-zenders en ontvangers wijzen daar op (De Leeuw et al. 2020).



Figuur 6. Lengteverdelingen (%) van brasem in zegenvisserij (boven), gemerkte brasems (PIT, midden) en in de jaarlijkse A-toomkuilbemonstering (onder).

Tabel 6. A-toomkuilbemonstering resultaten voor brasems in 2019, 2021, en 2022 voor brasems ≥ 30 , 35 en 40 cm (respectievelijk 99.7, 91.3 en 66.4% van de aanlanding in zegenvisserij), geschaald voor oppervlakte (187000 ha) en gecorrigeerd voor aangenomen vangstefficiëntie A-toomkuil (80%).

Lengte brasem	2019	2021	2022
N/ha			
≥ 30 cm	5.87	2.85	6.23
≥ 35 cm	3.32	2.22	4.28
≥ 40 cm	1.68	1.43	2.69
Aantal N totaal			
≥ 30 cm	1 372 517	666 525	1 456 918
≥ 35 cm	777 094	519 075	999 748
≥ 40 cm	391 675	333 305	629 593

Naast de schatting op basis van de survey en de merk-terugvangst beschikken we ook over gegevens over de visserijmortaliteit op basis van de logboeken. In de vangstseizoenen 2019/20, 2020/21 en 2021/22 werd ca 170 tot 230 ton grotere brasem gevangen (waarvan 70-85% in de zegen, Volwater et al. 2023) of in geschatte aantallen (op basis van gemiddelde lengteverdelingen in de zegenvangsten en standaard lengte-gewichtrelaties³) van 125 000 tot 170 000 brasems (Tabel 7). Op basis van de overlevingscurve van brasems met een VEMCO-zender werd de jaarlijkse sterfte geschat op maximaal 39%. Bij een populatiegrootte van ca 1 miljoen brasems zou dat gaan om maximaal 400 000 brasems, maar vooralsnog is niet duidelijk in hoeverre dit een overschatting zou zijn. Visserijsterfte zou daarvan een aanzienlijk deel uit kunnen maken. De overige brasems zouden sterven of emigreren uit de populatie. Uit sterfte bij gemalen en uit de overlevingscurve (Figuur 1) valt op dat gedurende de paaiperiode (dus buiten de periode van onttrekking door visserij) veel brasems uit beeld verdwijnen.

Tabel 7. Aanlandingsgegevens voor brasems in 2019 en 2021

	Totaal		
	2019/20	2020/21	2021/22
Ton (kg)	191	227	168
Aantal (N)	143 215	170 881	126 190

De Lincoln-Petersen vergelijking voor *mark-recapture* experimenten heeft een aantal belangrijke aannames. Schendingen van deze aannames kunnen leiden tot vertekende of onnauwkeurige schattingen van de populatiegrootte. Ook al zijn de aannames goed overwogen, blijft het risico dat een aantal factoren de inschattingen hebben beïnvloed. Om de aannames rond brasem verder te testen dienen de tracking studies die parallel met het VEMCO-systeem uitgevoerd zijn nog nader te worden uitgewerkt. Dat kan een beter inzicht geven in de mate van menging van gemerkte brasems in de populatie, van het aandeel dat relatief honkvast is en het aandeel dat reislustiger is (en meer mengt), evenals in welke mate er emigratie op kan treden. Ook aanvullende gegevens van terugvangsten van gemerkte brasems kunnen de schattingen en aannames preciezer maken. Daarnaast kunnen ook andere gegevens uit vismonitoring en marktmonitoring nog aanvullende inzichten opleveren. Het is belangrijk om voorzichtig te zijn bij de interpretatie van de schattingen van de populatiegrootte die we tot dusver hebben kunnen presenteren.

³ Lengte-gewicht relatie brasem: $W(g) = 0.006109807 * L (+0.5, cm) ^ 3.205936$; gemiddeld gewicht in lengteverdeling 2019-2021: 1.33 kg per brasem

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Literatuur

- De Leeuw, J.J., O. Van Keeken, H.V. Winter (2020). Migratiestudie brasem in het IJsselmeergebied in 2020. Wageningen Marine research rapport C086/20.
- De Leeuw, J. J., Tien, N. S., van der Hammen, T., & Smith, S. R. (2021). Vissen binnen ecologische randvoorwaarden: Maatwerk voor een veranderd IJsselmeer en Markermeer. *Landschap: tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, 38(1), 35-41.
- De Leeuw, J.J., J.J.J. Volwater, J.J.M. School (2023). Veranderingen in draagkracht voor vis in het IJsselmeer en Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C030/23.
- Lincoln, F. C. (1930). Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns (No. 118). US Department of Agriculture.
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing (Version 4.1.1) [Computer software]. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- RStudio Team. (2021). RStudio: Integrated Development Environment for R (Version 1.4.1103) [Computer software]. Retrieved from <https://www.rstudio.com/>
- School, J.J.M., Vrooman, J., Volwater, J.J.J., de Leeuw, J.J., Kampen, J. & de Bruijn, P. (2023), A-toomkuilsurvey 2022: IJsselmeer en Markermeer. Wageningen Marine Research rapport, no. C017/23, Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- STOWA (2010) HANDBOEK HYDROBIOLOGIE Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Uitgave 2010-28.
- Tien, N., Mosqueira, I., Brunel, T., van der hammen, T., Molla Gazi, K., van Donk, S., Foekema, E., & de Leeuw, J. (2020). Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars: in het IJssel-/Markermeer 2020. Wageningen Marine Research rapport; No. C041/20.
- Volwater J.J.J., van Rijssel J. C., School, J.J.M. & Tien, N.S.H. (2023). Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem in het IJsselmeer/Markermeer, 2022. Wageningen Marine Research rapport C028.23.

Verantwoording

Rapport C062/23

Projectnummer: 4318100365

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Dr. Ir. H.V. Winter
Senior onderzoeker


Handtekening:



Datum: 11 oktober 2023

Akkoord: Dr. Ir. T.P. Bult
Director

Handtekening:



Datum: 11 oktober 2023

Bijlage 1 Formules Lincoln-Petersen

Opbouw naar Lincoln-Petersen formule

$$\frac{M}{N} = \frac{R}{C} \longrightarrow \frac{N}{M} = \frac{C}{R} \longrightarrow N = \frac{C}{R} \cdot M$$

Ombouw naar de Lincoln-Petersen formule met mortaliteituitbreiding

$$\frac{M \cdot (1 - d \cdot t)}{N} = \frac{R}{C} \longrightarrow \frac{N}{M \cdot (1 - d \cdot t)} = \frac{C}{R} \longrightarrow N = \frac{C \cdot M \cdot (1 - d \cdot t)}{R}$$

N = aantal in populatie

M = het aantal gemerkte brasems

C = aantal gevangen brasems in de steekproef

R = aantal gemerkte brasems teruggevangen

d = mortaliteitssnelheid per dag

t = tijd sinds merken in dagen

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'