Voedselreservering voor visetende vogels in het IJsselmeer en Markermeer

Auteur(s): Joep J. de Leeuw, Susanne C. van Donk

Wageningen University &
Research rapport C030/20

Voedselreservering voor visetende vogels in het IJsselmeer en Markermeer

Auteur(s): Joep J. de Leeuw & Susanne C. van Donk

Met bijdragen van Bram Couperus, Edwin Foekema, Serdar Sakinan en Jip Vrooman

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuurinclusieve Visserij' (projectnummer BO- 43-023.02-046).

Wageningen Marine Research
IJmuiden, maart 2020

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C030/20

Keywords: visserij, Natura2000, watervogels, voedselbasis

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
T.a.v.: Vincent van der Meij
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-43-023.02-046

Dit rapport is gratis te downloaden van : <https://doi.org/10.18174/519241>.
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 Dr. M.C.Th.
Scholten, Algemeen directeur

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
gevolgschade, 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.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.3.1 Rationale voedselreservering	8
1.3.2 Aanpak	9
2 Kennisvraag	11
3 Relatie vis- en vogelaantallen	12
3.1 Methode	13
3.1.1 Data visbestand	14
3.2 Broedvogels aalscholver en visdief	14
3.3 Fuut - jaarrond	15
3.4 Zwarte stern en dwergmeeuw – (na)zomergasten	15
3.5 Nonnetje en grote zaagbek – duikende wintergasten	16
3.6 Broedsucces visdief	17
3.7 Conclusie relatie aantal vogels en visindex	18
4 Factoren die aantallen prooivis beïnvloeden	19
4.1 Productie jonge vis	19
4.2 Hoeveelheid roofvis	19
4.3 Uitspoeling spuisluisen Afsluitdijk	20
4.4 Jaarlijkse dynamiek in hoeveelheid prooivis	21
5 Factoren die beschikbaarheid van vis beïnvloeden	22
5.1 Ruimtelijke verdeling vis en vogels	22
5.1.1 Hotspots vis	22
5.1.2 Speciale visrijke habitats: zandwinputten	23
5.1.3 Broedgelegenheid	24
5.1.4 Menselijke verstoring	25
5.2 Verticale verdeling vis	26
5.2.1 Doorzicht van het water	26
5.2.2 Verhouding roofvis/prooivis	27
5.2.1 Bijvangst fuikenvisserij	29
5.3 Conclusie factoren beschikbaarheid vis	29
6 Effecten van visserij op prooivisbestand	30
6.1 Nettenvisserij	30
6.2 Spieringfuikvisserij	31
6.3 Aalfuikvisserij	31
6.4 Zegenvisserij	32
7 Implicaties voor visserij- en waterbeheer	33
7.1 Belangrijkste bevindingen	33
7.2 Effecten van visserij op hoeveelheid en beschikbaarheid prooivis	34
7.3 Voedselreservering middels visserijbeheer	35
7.3.1 Reservering jonge baars	35
7.3.2 Reservering spiering	35

7.4	Conclusies en aanbevelingen	37
7.5	Ten slotte	38
8	Kwaliteitsborging	40
	Literatuur	41
	Verantwoording	45
Bijlage 1	Aantallen vogels Natura2000	46
Bijlage 2	Visconsumptie door vogels	48
	Datasets	48
	Natura 2000 doelaantallen	48
	Vogelaantallen	48
	Visconsumptie door vogels	48
	Methode gegeten vis afgelopen decennia	48
	Methode berekening vis nodig voor Natura 2000 doelen	50
	Voedselbehoefte visetende vogels	50
	Conclusies voedselbehoefte	51
Bijlage 3	Prooivisbestanden IJsselmeer en Markermeer	52
Bijlage 4	Vis in zandwinputten	54
Bijlage 5	Draagkracht	56
Bijlage 6	Dieet en visconsumptie roofvis baars en snoekbaars	58

Samenvatting

In het kader van verduurzaming van de visserij van het IJsselmeergebied is door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit met betrokken partijen een Actieplan opgezet waarbij als beleidsdoelstellingen zijn geformuleerd (1) een duurzame en rendabele visserij, (2) visbestanden die uit meer grote vis bestaan, en (3) voedselreservering voor visetende vogels. In dit rapport worden de opties voor voedselreservering voor vogels uitgewerkt. Bij voedselreservering gaat het er om waar mogelijk middels visserijbeheersmaatregelen voldoende potentiële prooivis veilig te stellen voor vogels waarvoor doelstellingen zijn geformuleerd voor de Natura2000-gebieden IJsselmeer, respectievelijk Markermeer/IJmeer. Voor veel vogelsoorten (met name futen, zaagbekken en zwarte stern in het IJsselmeer) liggen de doelstellingen aanzienlijk hoger dan de in de afgelopen jaren getelde aantallen vogels (Tabel 1.1). Visetende vogels zijn vooral afhankelijk van kleine vis (tot maximaal 30 cm voor aalscholver, voor alle andere soorten kleiner dan 18 cm). Voedselreservering moet zich daarom hoofdzakelijk richten op het veilig stellen van bestanden kleine (jonge) vis. De enige kleine vis waar beroepsmatig gericht op gevist wordt is spiering.

Veiligstellen van deze kleine vis kan dan ook enerzijds door het beperken van de directe vangst van deze kleine vis door met name de gerichte spieringfuijvisserij of de bijvangst van kleine vis bij aalfuijvisserij. Anderzijds kan dit door het beheren van visserij op grotere, marktwaardige vis zodat er voldoende paaibiomassa overblijft en zodoende de aanwas van jonge (kleine) vis zoveel mogelijk veilig gesteld wordt. Dit geldt bijvoorbeeld voor de nettenvisserij op schubvis zoals de baars.

De vraag hoeveel voedsel voor vogels gereserveerd zou moeten worden om de gewenste doelaantallen vogels te kunnen halen is buitengewoon lastig te beantwoorden. De relaties tussen het aantal vogels dat jaarlijks van het IJsselmeergebied gebruik maakt en de hoeveelheid vis die jaarlijks wordt waargenomen in de visstandbemonsteringen zijn voor de meeste soorten zeer matig en statistisch niet significant (hoofdstuk 3). Wel lijkt er een ondergrens te zijn die voor de doelaantallen van de meeste vogelsoorten in de ordegrrootte ligt van een najaarsindex van het prooivisbestand van ten minste 5000 prooivissen per ha met boomkor bevist oppervlak. Veelal lijkt echter een aanzienlijk hoger prooivisbestand nodig te zijn voor de doelaantallen vogels. Dat is ook te verwachten als we bedenken dat vogels langlevende soorten zijn, waarbij populatie-aantallen vaak afhankelijk zijn van een complex aan factoren. Populatie-aantallen zullen daarom niet snel reageren op een jaarlijks (sterk) wisselend prooiaanbod. Ook hebben vogels de keuze uit veel meer gebieden dan alleen het IJsselmeer of Markermeer. Van belang bij de gebiedskeuze die vogels in een bepaald jaar maken is dan niet alleen het prooibestand in het IJsselmeergebied, maar ook of zich elders een gunstiger visbestand en foerageermogelijkheden voordoen. Hier komt bij dat de gebruikte vismonitoringsdata momentopnames betreffen in een specifieke situatie (najaar), terwijl de vogelaantallen zijn verdeeld over verschillende periodes van het jaar.

Het ontbreken van simpele relaties impliceert overigens niet dat vogels niet sterk afhankelijk zouden zijn van de beschikbare hoeveelheden vis, maar dat vele factoren een rol spelen die zich doorgaans niet simpelweg in een jaarlijkse aantalsindex laten vangen. Zo lijkt bijvoorbeeld het broedsucces van visdief, in tegenstelling tot de aantallen visdieven, wel een duidelijke relatie met de spieringstand te vertonen. Bovendien lijkt het broedsucces achter te blijven in jaren dat spieringvisserij plaatsvond. Broedsucces kan op de lange termijn natuurlijk wel de aantallen vogels bepalen. Het is daarom van belang om het samenspel van verschillende factoren die de benuttingsmogelijkheden van prooivisbestanden voor vogels kunnen bepalen nader te bekijken.

In hoofdstuk 4 is in meer detail gekeken door welke factoren de hoeveelheid prooivis wordt bepaald, zowel met betrekking tot de productie als de onttrekking van prooivis. Voor visetende vogels is verder niet alleen de hoeveelheid aanwezige prooivis van belang, maar ook de beschikbaarheid van vis (hoofdstuk 5). De beschikbaarheid verschilt voor verschillende vogelsoorten. Sterns en meeuwen kunnen alleen voedsel tot net onder het wateroppervlak benutten en dus speelt de verticale verdeling

van vis in de waterkolom een grote rol. Duikende soorten als futen, zaagbekken en aalscholvers kunnen een aanzienlijk groter deel van vis in de waterkolom benutten. De beschikbaarheid van vis wordt echter ook sterk bepaald door de milieuomstandigheden, met name de helderheid van het water. In te troebel water zijn proovissen moeilijk te vinden, maar in te helder water zoeken vissen dieper water op en kunnen ze vogels eerder aan zien komen. Hierdoor wordt de vangkans aanzienlijk kleiner. Voor de meeste soorten lijkt de vangkans het gunstigst bij een doorzicht tussen 0.4 en 1 meter. Doordat het doorzicht met name in het IJsselmeer maar ook met enige regelmaat in het Markermeer de laatste jaren regelmatig meer dan een meter is, is de beschikbaarheid van vis steeds vaker ontoereikend.

Ruimtelijke aspecten, zowel de horizontale verspreiding als verticale verspreiding van proovis over de waterkolom, zijn voor alle visetende vogelsoorten van belang. De hoeveelheid onttrokken proovis zal afhankelijk zijn van deze ruimtelijke aspecten en zodoende meegenomen moeten worden in modellen voor oogstregels en vangstadvisen (Tien *et al.* 2020). Momenteel worden deze ruimtelijke aspecten niet expliciet meegenomen in de berekening van de hoeveelheid onttrokken proovis, omdat ze onvoldoende kwantificeerbaar zijn. Impliciet worden ze wel meegenomen in de evaluatie van oogstregels omdat de voedselbeschikbaarheid voor vogels in de modellen wordt afgezet tegen de huidige situatie (2017) dus voor de ruimtelijk patronen die nu gelden. Informatie over ruimtelijke aspecten en beschikbaarheid kunnen vooral bruikbaar zijn voor invulling van concrete (visserij)beheersmaatregelen door rekening te houden met de ligging van vis- en vogelrijke hotspots en de extra behoefte van bijvoorbeeld ruiende vogels aan rustgebieden.

Sommige visserijactiviteiten lijken de vangbaarheid van vis onbedoeld gunstig te kunnen beïnvloeden door bijvoorbeeld bijvangst uit aalfuiken die overboord gezet wordt. De relatieve betekenis hiervan voor vogels is echter nooit goed onderzocht. De effecten van baars- en snoekbaarsvisserij met staande netten op voedselbeschikbaarheid van vogels is niet eenduidig. Enerzijds zijn deze roofvissen concurrenten van vogels op hetzelfde proovisbestand, waarbij visserij de predatiedruk op proovis voor vogels kan verlagen. Anderzijds kan een te intensieve visserij op baars en snoekbaars consequenties hebben voor de recrutering en daarmee het beschikbare proovisbestand (vooral jonge baars). Er zijn aanwijzingen dat een zeker roofvissenbestand bij kan dragen aan de bereikbaarheid van proovis voor vogels als meeuwen en sterns doordat roofvis proovis vanuit de diepere waterlagen naar het oppervlak kan jagen.

Het complexe samenspel van al deze factoren en de grote variatie in milieuomstandigheden als doorzicht door het jaar heen en tussen jaren, in combinatie met de grote jaarlijkse variatie in zowel proovisbestanden als roofvisbestanden, maken het buitengewoon lastig om de mate van voedselreservering goed te onderbouwen. Voedselreservering voor visetende vogels middels visserijbeheer is daarom niet eenvoudig en kent grote onzekerheden. Dit betekent overigens ook dat eventuele beheersmaatregelen moeilijk aantoonbaar of op korte termijn zichtbaar kunnen zijn met de huidige kennis en monitoring. Het is daarom vooral een beleidskeuze welke risico's ten aanzien van de voedselbeschikbaarheid van vogels acceptabel worden geacht en welke visserijbeheersmaatregelen wenselijk en mogelijk zijn. De kennis die in dit rapport is samengebracht kan ondersteunend zijn bij de afwegingen die daarbij gemaakt moeten worden.

1 Inleiding

1.1 Beleidsdoelstelling

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is in het kader van de Visserijwet 1963 verantwoordelijk voor duurzame visserij. Het project dat ten grondslag ligt aan dit rapport is gericht op het visserijbeheer van vier commercieel beviste soorten in het IJsselmeer en Markermeer; snoekbaars (*Sander lucioperca*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en brasem (*Abramis brama*).

Sinds visseizoen 2017/2018 geldt de beleidsdoelstelling zoals geformuleerd in het document 'Toekomstbeeld visstand IJsselmeer/Markermeer – synthesesedocument' (bijlage bij brief van Ministerie van LNV aan Provincie Friesland, 23 januari 2017). Hierin wordt het gewenste toekomstbeeld geschetst op basis van de verplichtingen die volgen uit de Visserijwet en de EU Kaderrichtlijn Water. In het document wordt voorgesteld om toe te werken "van de huidige behoudsdoelstellingen naar een herstel van de situatie met een visstand met een omvang en samenstelling die past bij de draagkracht van het systeem."

Om dit te bereiken heeft het ministerie van LNV samen met de partijen van het Bestuurlijk Overleg een Actieplan opgesteld. Het hierin gedefinieerde eindbeeld is een duurzame visserij, waarbij de vangstcapaciteit in het IJsselmeer en Markermeer is afgestemd op de hoeveelheid verantwoord te onttrekken vis. Dit betekent dat op termijn visbestanden qua omvang, samenstelling en populatieopbouw passen bij de draagkracht van het ecosysteem (brief aan Tweede Kamer, vergaderjaar 2017–2018, 29 664, nr. 191).

Het eindbeeld zoals omschreven in het Actieplan is vertaald in een drietal beheerdoelstellingen, die gehaald dienen te worden in 2027:

1. de hoogst mogelijke commerciële vangsten die duurzaam opgevist kunnen worden ('maximale duurzame vangsten'), waarbij wel
2. meer grote vis in het bestand aanwezig moet zijn, zoals gevraagd vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water en
3. voedselreservering moet plaatsvinden voor het potentie aan vogels, zoals omschreven in de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn en de daaruit voortvloeiende beheersopgaven voor Natura2000-gebieden IJsselmeer en Markermeer/IJmeer.

1.2 Vraag aan Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research (WMR) heeft opdracht gekregen van het ministerie van LNV om voor deze beheerdoelstellingen potentiële oogstregels te ontwikkelen, zodat de beheerdoelstellingen in 2027 gehaald kunnen worden. Deze oogstregels zijn uitgewerkt in het rapport "Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars in het IJssel-/Markermeer, 2020" (Tien *et al.* 2020).

Voor het opstellen van de oogstregels heeft het ministerie van LNV verzocht speciaal aandacht te besteden aan beleidsdoelstelling 3: voedselreservering voor de potentie aan vogels waarvoor doelstellingen zijn geformuleerd in het kader van Natura2000-toewijzing van IJsselmeer, respectievelijk Markermeer/IJmeer. Gezien de complexe aard van deze doelstelling en het tot dusver ontbreken van een vastgestelde methodiek (nationaal noch internationaal) om voedselreservering te bepalen wordt in onderhavig rapport - in aanvulling op Tien *et al.* (2020) - een meer gedetailleerde onderbouwing en uitwerking gegeven van factoren die de voedselcondities voor vogels bepalen en hoe voedselreservering vormgegeven kan worden. Daarbij worden ook andere vissoorten dan bovengenoemde 4 schubvissoorten, verschillende vormen van visserij en het bredere functioneren van het ecosysteem IJsselmeer en Markermeer meegenomen voor zover van belang voor voedselreservering voor visetende vogels.

1.3 Aanpak

1.3.1 Rationale voedselreservering

Het hoofddoel van dit rapport is om de factoren die voedselreservering voor vogels beïnvloeden in kaart te brengen, en vervolgens handgrepen te bieden om voor zover nodig voedselcondities voor vogels te verbeteren in het kader van de Europese Vogelrichtlijn. Voedselreservering kan worden gedefinieerd als het veilig stellen middels (visserij)beheer van een voedselbasis voor ten minste het aantal vogels dat volgens de Natura2000-doelstellingen gebruik kan maken van het IJsselmeergebied (Tabel 1.1; voor langjarige trends van doelsoorten in IJsselmeer en Markermeer, zie Bijlage 1).

Tabel 1.1. Natura2000-doelen voor visetende vogels van IJsselmeer en Markermeer/IJmeer, en de gemiddelde aantallen geteld 2013/14-2017/18 (meest recente 5-jaarsperiode beschikbaar via www.sovon.nl). Roodgemarkeerde cellen geven aantallen meer dan 20% onder het doelaantal aan.

Natura2000 doelsoort	eenheid	Natura2000-gebied	doelaantal Natura2000	gemiddeld 2013/14- 2017/18 SOVON
aalscholver	seizoensgemiddelde	Markermeer/IJmeer	2600	2952
	seizoensgemiddelde	IJsselmeer	8100	8035
	broedparen	IJsselmeer + Markermeer/IJmeer	8000	6841
fuut	seizoensgemiddelde	Markermeer/IJmeer	170	400
	seizoensgemiddelde	IJsselmeer	2200	1319
nonnetje	seizoensgemiddelde	Markermeer/IJmeer	80	44
	seizoensgemiddelde	IJsselmeer	180	58
grote zaagbek	seizoensgemiddelde	Markermeer/IJmeer	40	74
	seizoensgemiddelde	IJsselmeer	1850	531
dwergmeeuw	seizoensgemiddelde	IJsselmeer	85	83*
visdief	broedparen	Markermeer/IJmeer	630	1114
	broedparen	IJsselmeer	3300	3240
zwarte stern	seizoensmaximum	IJsselmeer	73200	15600

* recente data na 2016 voor dwergmeeuw ontbreken in de data op sovon.nl

De meeste visetende vogels van het IJsselmeergebied zijn afhankelijk van kleine en dus jonge vissen met een lengte kleiner dan 18 cm, met uitzondering van de aalscholver die vissen tot en met 30 cm eet (zie ook Tabel 3.1). Voedselreservering zou zich daarom hoofdzakelijk moeten richten op het veilig stellen van bestanden kleine (jonge) vis. De meeste vormen van visserij richten zich echter op grotere vissen (aal en grotere schubvissen: roofvissen baars en snoekbaars en grotere brasems en blankvoorns). Alleen spieringvisserij richt zich op een lengtegroep die ook van direct belang is voor visetende vogels. Visserij op grotere vis kan daarentegen wel het paaibestand beïnvloeden en daarmee de aanwas van jonge vis. Het beschermen van het paaibestand en daarmee de aanwas van jonge vis is onderdeel van een duurzaam en optimaal visserijbeheer. Visserij heeft echter ook andere effecten op het prooivisbestand voor vogels. Enerzijds doordat baars en snoekbaars als roofvissen ook van min of meer hetzelfde prooivisbestand leven als visetende vogels. Daarmee zijn roofvissen en vogels potentiële concurrenten. Anderzijds kan visserij het prooivisbestand beïnvloeden door de bijvangst van kleine vis zoals in aalfuikvisserij. Visserijbeheer kan daarmee op verschillende manieren van invloed zijn op de hoeveelheid prooivis voor vogels.

Er bestaat voor vogels echter een wezenlijk verschil tussen aantallen of hoeveelheid prooivis die ze dagelijks als voedselbasis nodig hebben en dus **onttrekken** aan het visbestand en de hoeveelheid (prooi)vis die in het meer aanwezig moet zijn; slechts een fractie van alle vis is namelijk voor hen vangbaar, en daarmee **beschikbaar** als voedsel (zie Figuur 1.1). Ook het deel dat uiteindelijk niet als voedsel voor vogels wordt onttrokken maar wel bijdraagt aan dat vogels voldoende kunnen eten is dus van belang. De hoeveelheid prooivis voor vogels, en de beschikbaarheid worden door vele factoren bepaald, zowel biologische (populatie dynamiek, voedselweb) en milieufactoren (bijvoorbeeld helderheid van het water), als activiteiten door mensen (verstoring, visserij).

Bij voedselreservering gaat het er dus om in welke mate visserijactiviteiten van invloed zijn op zowel de hoeveelheid prooivis als de beschikbaarheid daarvan voor vogels, en in welke mate er visserijmaatregelen mogelijk, wenselijk of noodzakelijk zijn om aan de Natura2000-doelstellingen te kunnen voldoen.

Figuur 1.1 Vereenvoudigd schema van relaties tussen vis, vogels en visserij die in dit rapport zijn onderzocht, met voorbeelden van een aantal belangrijke soorten. Blauwe pijlen geven onttrekking van vis aan, groene pijlen indiceren juist toenemende beschikbaarheid van vis voor vogels, gele pijlen concurrentie om voedselbasis voor prooivis. De dikte van de pijlen (willekeurig in deze figuur) geeft een indicatie van de proportie van onttrekking of beschikbaarheid die varieert met de omstandigheden, zoals draagkracht van het systeem, voedselwebrelaties, doorzicht van het water, temperatuur, ruimtelijke verspreiding, visserijactiviteiten, enz.

1.3.2 Aanpak

Een concrete invulling van hoeveel vis gereserveerd zou moeten worden op basis van voedselbehoefte en voedselbeschikbaarheid is niet eenvoudig vanwege de complexe en moeilijk te kwantificeren relaties zoals geïllustreerd in figuur 1.1. Voor visetende vogels van het IJsselmeergebied wordt verondersteld dat misschien slechts 5-20% van een visbestand werkelijk kan worden benut (Van Eerden, 1997). Voor zover ons bekend zijn er hoegenaamd geen concrete toepassingen van het begrip voedselreservering in werkelijk visserijbeheer. Wel zijn er studies die de mate van visserij koppelen aan effecten daarvan op het broedsucces van zeevogels (bijvoorbeeld Furness 1996, Cury *et al.* 2012, Sydeman *et al.* 2017), maar deze studies bieden weinig houvast voor concrete toepassing in visserijbeheer voor het IJsselmeergebied. In deze rapportage worden de mogelijkheden verkend om voedselreservering te implementeren in het visserijbeheer voor het IJsselmeer en Markermeer, grotendeels op basis van onderzoek uitgevoerd in het IJsselmeergebied, door een waar mogelijk pragmatische aanpak.

In hoofdstuk 3 is voor de verschillende vogelsoorten de relatie onderzocht tussen waargenomen aantallen vogels in een bepaald jaar en indices voor het prooivisbestand in dat jaar. Gekeken werd of deze relaties aanknopingspunten bieden om te bepalen bij welke visstand voldoende aantallen vogels volgens de Natura2000-doelstellingen van het IJsselmeer en Markermeer gebruik kunnen maken.

In hoofdstuk 4 wordt besproken welke factoren de aantallen prooivissen beïnvloeden en dus de potentiële voedselbasis. Daarbij wordt met name gekeken hoe naast vogels (Bijlage 2) ook roofvis en visserij van invloed zijn op het prooivisbestand en in hoeverre ecosysteemeigenschappen van IJsselmeer en Markermeer de potentiële productie van prooivis bepalen.

Hoofdstuk 5 gaat in op factoren die beschikbaarheid van prooivis voor vogels bepalen aan de hand van een aantal studies die uitgevoerd zijn specifiek voor het IJsselmeer en Markermeer. Het gaat daarbij vooral om ruimtelijke (horizontale) en verticale (in de waterkolom) verdeling van vis die bepalend zijn voor de vangbaarheid van vis en daarmee voor de potentiële benutting voor verschillende vogelsoorten.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 een analyse gemaakt van hoe verschillende vormen van visserij bijdragen aan onttrekking van prooivis enerzijds en aan het vergroten of verkleinen van de beschikbaarheid van potentiële prooivis voor vogels anderzijds.

Daaruit wordt tenslotte in hoofdstuk 7 afgeleid welke (visserij)maatregelen mogelijk, wenselijk of noodzakelijk zijn met betrekking tot voedselreservering voor vogels om in de toekomst aan Natura2000-doelstellingen te kunnen voldoen.

2 Kennisvraag

De kennisvraag die in dit rapport wordt uitgewerkt is hoe voedselreservering voor het potentie aan visetende vogels, zoals omschreven in de Vogelrichtlijn voor de Natura2000-gebieden IJsselmeer en Markermeer/IJmeer, concreet geïmplementeerd kan worden in duurzaam (visserij)beheer voor het IJsselmeergebied. Voedselreservering maakt onderdeel uit van oogstregels voor duurzame visserij op schubvis (Tien *et al.* 2020). Kennis over voedselreservering is tot dusver grotendeels beperkt tot relaties tussen visserijactiviteiten en aantallen en broedsucces van zeevogels enerzijds (o.a. Sydeman *et al.* 2017) en studies naar voedselbehoefte en beschikbaarheid van prooivis voor visetende watervogels van het IJsselmeergebied anderzijds (o.a. Van Eerden 1997). Dit rapport brengt uiteenlopende kennisaspecten samen tot een synthese van pragmatische benaderingen. Gebruikmakend van gegevens die specifiek van toepassing zijn voor het IJsselmeergebied, wordt er zo goed mogelijk handvaten gegeven aan het begrip voedselreservering als ecologische randvoorwaarde van duurzame visserij en onderbouwing van maatregelen in het kader van Natura2000-doelstellingen voor respectievelijk IJsselmeer en Markermeer/IJmeer.

3 Relatie vis- en vogelaantallen

Op basis van de Natura2000-doelaantallen vogels, en de dagelijkse voedselbehoefte kan vrij eenvoudig berekend worden hoeveel vis er genuttigd moet kunnen worden om doelaantallen te halen (zie Bijlage 1). Deze berekening geeft inzicht in hoeveel vis, proportioneel gezien, geconsumeerd wordt door de verschillende vogelsoorten (Figuur 3.1). In theorie zouden we nu deze hoeveelheid vis kunnen vergelijken met hetgeen aan proovis (vis van lengteklassen die door vogels genuttigd kunnen worden) aanwezig is in het Markermeer en IJsselmeer, en constateren of dit genoeg is voor de vogels die aanwezig zijn en de vogels die er volgens Natura2000-doelstellingen nog bij zouden moeten komen. Deze vergelijking is echter lastig in praktijk te brengen omdat met de informatie die we van het jongere deel van het visbestand hebben niet precies te schatten is en bovendien gebaseerd is op slechts een momentopname in het najaar, terwijl vogels door het jaar heen vis benutten.

Figuur 3.1 Geschatte visconsumptie tussen 1992 en 2018 per soort en meer. In kleur staan de verschillende visetende vogelsoorten weergegeven, waarvan alleen de kokmeeuw geen Natura 2000 doelstelling heeft. De onderbroken lijn geeft de geschatte hoeveelheid vis aan die nodig is om aan de Natura 2000 doelstelling te voldoen wanneer rekening wordt gehouden met het totaal aantal vogels dat reeds aanwezig is in het meer de afgelopen 5 jaar. Te zien is dat aalscholvers (lichtblauw) de grootste consument van vis zijn.

Wel is het mogelijk om te kijken hoe sterk de relaties zijn tussen aantallen vogels die per jaar of seizoen worden geteld en de jaarlijkse visindex. Daarbij is het interessant om te zien of de aantallen enigszins voorspelbaar zijn, of er vergelijkbare patronen zijn te vinden voor de verschillende ecologische groepen (broedvogels/doortrekkers/wintergasten, oppervlaktejagers/duikers, tabel 3.1) en een eerste verkenning te maken welke factoren bijdragen aan de variatie. Het gaat er hierbij dus om of te bepalen is bij welke visstand voldoende aantallen vogels volgens de Natura2000-doelstellingen van het IJsselmeer en Markermeer gebruik kunnen maken. We moeten daarbij overigens wel rekening houden met dat de relaties tussen vogelaantallen en proovisindex om diverse redenen veel variatie kunnen vertonen (zie onder).

Tabel 3.1 Ecologische karakteristieken van de belangrijkste visetende vogelsoorten in het IJsselmeergebied. Percentages van vissoorten in dieet van visetende vogels zoals gerapporteerd voor het IJsselmeergebied in de literatuur (Ref).

Vogelsoort	Periode	Jaag- techniek	Prooi- lengte (cm)	Dieet (%)					Ref***
				Baars	Blank- voorn	Pos	Snoek- baars	Spiering	
Aalscholver	Jaarrond, Broed	Duiker	<30	13-40	12-44	17-54	3-7	0-21	1,2,3,4
Fuut	Jaarrond	Duiker	<18	4-7	2	10-20	<2	75-80	4,5
Nonnetje	Winter	Duiker	<11	8	1	10	1	80	6
Grote zaagbek	Winter	Duiker	<18	12-30	13-27	10-29	2	26-49	4,7
Visdief*	Broed	Oppervlakte	<12	1-5	<0.1	2-12	0-1	40-93	8,9
Zwarte stern	Doortrek	Oppervlakte	<11					**	10,11
Dwergmeeuw	Doortrek	Oppervlakte	<11			20		80	12
Kokmeeuw	Jaarrond	Oppervlakte	<18	3	17	28	2	50	12

Dieet (%) in gewicht per vissoort over het gehele dieet van een vogelsoort; genoteerd staat laagst en hoogst gemeten percentages per vissoort uit literatuur tussen ~1980-2017.

* % in aantal per vissoort over het gehele dieet van de visdief.

** Voor zwarte sterns zijn geen percentages gepubliceerd, maar bekend is dat zij qua vis vooral afhankelijk zijn van spiering en dansmuggen

***Referenties: 1: (van Dam et al., 1995), 2: (Van Rijn, 2004), 3: (Mous, 2000), 4: (Winter, 1994), 5: (Piersma, Wiersma, & van Eerden, 1998), 6: (Beekman & Platteeuw, 1994), 7: (Wiersma, 1996), 8: (van der Winden, Dirksen, Gyimesi, & Poot, 2013), 9: (van der Winden et al., 2018), 10: (van der Hammen, van der Winden, Kraan, & Tulp, 2017), 11: (van der Winden, 2002), 12: (Voslamber, 1991)

3.1 Methode

De relatie tussen een visindex en aantal getelde vogels werd onderzocht door gebruik te maken van vismonitoringsgegevens (WMR) en die te vergelijken met vogeltellingen uitgevoerd vanuit vliegtuigen (RWS) en nesttellingen van broedvogels (SOVON) tussen 1992-2018.

Voor elke vogelsoort zijn vissen geselecteerd die gegeten kunnen worden op basis van lengteklasse (Tabel 3.1). Naast lengte-selectie, is er per vogelsoort ook een selectie gemaakt van vissoorten. De selectie aan vissoorten werd bepaald door gebruik te maken van de literatuur en te kijken naar jaagtechnieken van vogels en dus welke vis elke vogelsoort mogelijk zou kunnen bereiken (Tabel 3.1). Vogels die dieper kunnen duiken (aalscholver, fuut, grote zaagbek en nonnetje) zijn uitgezet tegen de visindex van een grote selectie aan vissoorten (spiering, baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en pos). Oppervlaktefoerageerders visdief, zwarte stern en dwergmeeuw zijn uitgezet tegen de spieringindex. De visindex wordt weergegeven in aantallen per hectare bevist oppervlak per meer (n/ha).

Vervolgens is het gemiddeld aantal vogels over de 12 maandelijkse vliegtuigtellingen berekend per jaar per meer voor de zeven geselecteerde vogelsoorten. Deze aantallen zijn niet gecorrigeerd voor het open water dat niet volledig geteld is. Dat geldt ook voor de doelaantallen in Natura 2000 richtlijnen. De aantallen vogels zijn daarom te beschouwen als een vogelindex. Vogelaantallen zijn hier niet per jaar maar per seizoen vergeleken met de visbestanden. Dit houdt in dat de gemiddelde vogelaantallen zijn berekend van begin augustus tot eind juli het jaar erop (N.B. seizoensantallen die door SOVON worden gepubliceerd lopen van 1 juli tot 30 juni. Voor de analyse van vogelaantallen en visindices is gekozen het seizoen een maand te verschuiven omdat dat beter overeenkomt met het signaal van jonge vis dat wordt opgepikt in de visindex op basis van de najaarsbemonsteringen). Deze gemiddeldes zijn vergeleken met het visbestand van de herfst van het eerste deel van dit "seizoen". Vissen planten zich over het algemeen niet meer voort vanaf de herfst tot de lente/zomer van het jaar erop. Vogels maken tot die tijd dus waarschijnlijk voornamelijk gebruik van het visbestand van het voorafgaande najaar en dus is het realistischer om vogelaantallen met het visbestand per seizoen te vergelijken. Voor soorten met een doel in aantallen broedvogels, is het aantal getelde nesten gebruikt, dat een goede indicatie geeft voor het aantal broedparen in het gebied in een bepaald jaar. Voor de visdief zijn er ook cijfers van het broedsucces beschikbaar (van der Winden et al., 2018) en is het aantal jongen per nest uitgezet

tegen de visindex in het najaar daar voorafgaand. Hieronder worden de resultaten gepresenteerd voor alle Natura 2000 soorten, gegroepeerd op de broedvogels (aalscholver en visdief), jaarrond aanwezig (fuut), wintergasten (grote zaagbek en nonnetje), en (na-)zomergasten (zwarte stern en dwergmeeuw).

3.1.1 Data visbestand

Informatie over prooivisbestanden voor vogels in IJsselmeer en Markermeer zijn in hoofdzaak gebaseerd op jaarlijkse bemonsteringen met sleepnetten (grote kuil en boomkor, tijdreeks vanaf 1989) in het najaar (Bijlage 3). Deze bemonsteringen bestaan uit gestandaardiseerde bodemtrekken die een goede index vormen van veranderingen in de visstand van jaar tot jaar. Deze jaarlijkse visindices zijn met name geschikt voor het deel van het visbestand dat bestaat uit jongere vis. Daarmee vormt deze monitoringsreeks een goede schatting voor veranderingen in het prooivisbestand. Voor meer absolute schattingen van het bestand vormen deze indices een onderschatting aangezien de sleepnetten over de bodem worden getrokken en een hoogte hebben van 1 m. Met name vis die zich dicht bij het oppervlak bevindt wordt daardoor in mindere mate gevangen. Deze gegevens geven dan ook geen directe informatie over het aandeel vis dat beschikbaar is voor vooral vogels die uitsluitend vis kunnen benutten uit de bovenste waterlaag (sterns en meeuwen).

3.2 Broedvogels aalscholver en visdief

Er is geen duidelijke relatie tussen aantal vis in soort-specifieke grootteklasse (aantal per hectare spiering, baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en pos kleiner dan 31 cm voor aalscholver en aantal per hectare baars, snoekbaars en spiering kleiner dan 13 cm voor visdief) op het aantal broedparen van aalscholvers en visdief (Figuur 3.2). Voor zowel aalscholver als visdief in het IJsselmeer zijn de aantallen broedparen sinds 2003 (groene en rode stippen) veel hoger dan in de periode daarvoor (blauwe stippen). Dit heeft te maken met een toename in broedgelegenheid door aanleg van natuureiland 'de Kreupel'. De hoeveelheid prooivis in het IJsselmeer lijkt daarbij van ondergeschikt belang.

Figuur 3.2 Relatie tussen aantal broedparen van aalscholver (links) en visdief (rechts) en de soortspecifieke prooivisindex per hectare per meer tussen 1992 en 2019. Elk datapunt is een seizoen (van augustus tot juli), waarbij de vismonitoring in het najaar is vergeleken met broedparen het daaropvolgende voorjaar. Natura 2000 doelaantallen broedparen zijn aangegeven met een onderbroken lijn. In de rechter benedenhoek wordt de sterkte van de relatie weergegeven met de R-squared waarde.

Voor het Markermeer zijn de broedparen aalscholver afgenomen de laatste decennia en dat loopt parallel aan een lagere prooivisindex voor aalscholvers van in de meeste jaren na 2006 minder dan 5000 prooivissen per hectare (spiering, baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en pos). Het zou dus kunnen zijn dat een prooivisindex van minder dan 3000-5000 prooivissen per hectare onvoldoende is om een

broedpopulatie van 4000 paar te onderhouden (de helft van het doelaantal van 8000 broedparen aalscholvers voor het gehele IJsselmeergebied).

3.3 Fuut - jaarrond

Futen zoeken duikend voedsel en komen jaarrond voor in het IJsselmeer en Markermeer. De relatie tussen de visindex (aantal per hectare spiering, baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en pos kleiner dan 18 cm) en aantal getelde futen is niet significant. Toch is er, naast een paar afwijkende punten, een relatie te vermoeden tussen vogels en vis, met name in het linkergedeelte van de puntenwolk die voedselbeperking zou kunnen indiceren: links / boven de groene lijn komen geen vogel-viscombinaties voor in de tijdreeks (Figuur 3.3). Het doelaantal futen voor het IJsselmeer lijkt hoog, aangezien alleen aan het begin van deze tijdreeks van begin jaren 1990 (seizoen 1991/92) dit aantal vogels gehaald wordt (de doelaantallen liggen op het niveau van aantallen futen in de jaren 80, zie Bijlage 1). Voor IJsselmeer zou dan een minimaal aantal vissen in de ordegrootte van 10,000 per hectare (in elk geval rechts van snijpunt groene lijn en stippellijn) nodig zijn om de doelaantallen mogelijk te maken. Voor het Markermeer liggen de aantallen aanzienlijk lager en ook het doelaantal wordt regelmatig gehaald. Een ordegrootte van 3000 tot 5000 prooivissen per hectare zou voldoende moeten zijn voor de doelaantallen.

Figuur 3.3 Relatie tussen seizoensgemiddelde aantal getelde futen en de visindex (aantal vissen kleiner dan 18 cm per hectare) per meer tussen 1990 en 2019. Elke datapunt is een seizoen, waarbij de vismonitoring in het najaar is vergeleken met de gemiddelde vogelaantallen tijdens het gehele seizoen (van augustus tot juli het jaar erop). De onderbroken lijn geeft het Natura 2000 doelaantal weer. De groene lijn geeft een indicatie van het minimale visbestand waarbij een zeker aantal vogels is waargenomen. In de rechterhoek wordt de sterkte van de relatie weergegeven met de R-squared waarde.

3.4 Zwarte stern en dwergmeeuw – (na)zomergasten

Zwarte stern en dwergmeeuw doen het IJsselmeergebied vooral aan tijdens de rui en doortrek in de nazomer waarbij ze prooivis (vooral spiering) aan het wateroppervlak kunnen benutten. De relatie tussen spiering kleiner dan 11 cm en maximaal geteld aantal zwarte sterns in een gegeven seizoen is positief in het Markermeer (Figuur 3.4). In het IJsselmeer vonden we geen positieve relatie. Doelaantallen van zwarte stern zijn geformuleerd als een seizoensmaximum van 73200 (maximaal aantal getelde dieren) voor het IJsselmeer. Deze aantallen liggen ver boven de aantallen die geteld worden (seizoensmaximum minder dan 10000). Echter, uit de tellingen op Markermeer blijkt dat spiering in ieder geval een belangrijke prooi is, en dat, om dichter in de buurt te komen van de doelaantallen, een (zeer) hoog spieringbestand gunstig zal zijn.

Figuur 3.4 Relatie tussen (links) maximaal aantal getelde zwarte sterns per maand en de spieringindex (aantal vissen kleiner dan 11 cm per hectare) en relatie tussen (rechts) seizoensgemiddelde aantal getelde dwergmeeuwen en spieringindex per meer tussen 1990 en 2019. Elke datapunt is een seizoen, waarbij de vismonitoring in het najaar is vergeleken met de gemiddelde vogelaantallen tijdens het gehele seizoen (van augustus tot juli). De onderbroken lijn geeft het Natura 2000 doelaantal weer. Wanneer er een significante correlatie is gevonden tussen vis en vogelaantallen (p -value < 0.05), laten we de trendlijn zien met een doorgetrokken lijn. In de rechter benedenhoek wordt de sterkte van de relatie weergegeven met de R-squared waarde.

3.5 Nonnetje en grote zaagbek – duikende wintergasten

Nonnetje en grote zaagbek broeden vooral in Noord- en Oost-Europa, maar komen in variërend aantal (afhankelijk van onder meer de wintercondities elders) naar het IJsselmeergebied om te overwinteren.

Figuur 3.5 Relatie tussen seizoensgemiddelde aantal getelde grote zaagbekken (links) en nonnetjes (rechts) en de prooivisindex (aantal vissen per hectare kleiner dan 18 cm voor grote zaagbekken en vissen kleiner dan 11 cm voor nonnetjes) per meer tussen 1990 en 2019. Elke datapunt is een seizoen, waarbij de vismonitoring in het najaar is vergeleken met de gemiddelde vogelaantallen tijdens het gehele seizoen (van augustus tot juli). De onderbroken lijn geeft het Natura 2000 doelaantal weer. De groene lijn geeft een indicatie van het minimale visbestand waarbij een zeker aantal vogels is waargenomen.

Voor beide soorten wordt geen duidelijk verband gevonden tussen de prooivisindex (aantal per hectare spiering, baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en pos) en gemiddeld aantal getelde vogels (Figuur 3.5). In de figuur is te zien dat, wanneer er veel grote zaagbekken in het IJsselmeer en nonnetjes in IJsselmeer of Markermeer zitten, de prooivisindex over het algemeen in zowel Markermeer als IJsselmeer boven de 5000 prooivissen per hectare ligt. Net als bij futen lijkt er een ondergrens van de visdichtheid die het minimale aantal zaagbekken en nonnetjes bepaalt (groene lijn; links daarvan komen in principe geen vis-vogelcombinaties voor).

3.6 Broedsucces visdief

Voor broedvogels is het broedsucces (aantal grootgebrachte jongen per paar) vaak meer direct en duidelijker gekoppeld aan de hoeveelheid beschikbare prooivis (Cook *et al.*, 2014) dan de aantallen over het jaar heen. Voor visdieven die broeden op de Kreupel in het IJsselmeer beschikken we over een tijdreeks vanaf 2007 tot 2017 waarin de relatie tussen het broedsucces van de visdieven (van der Winden *et al.*, 2019) en de prooivisindex (spiering) kan worden bekeken (Figuur 3.6). Een hogere spieringindex levert over het algemeen een duidelijk hoger broedsucces op: bij een visindex boven ca 8 kg/ha een broedsucces van meer dan 0.3 jongen per paar. In de jaren met spieringbevissing (2006, 2009 en 2012) bleef het broedsucces onder de 0.3 jongen per paar, duidelijk lager dan verwacht zou worden op basis van de spieringstand (zie ook hoofdstuk 6 effecten spieringvisserij voor meer details). Een broedsucces van 0.3 per paar is waarschijnlijk niet voldoende om de populatie in stand te houden (Dreef & van der Winden, 2019), alhoewel nog niet geheel duidelijk is wat een voldoende hoog broedsucces is om op de lange termijn de doelaantallen visdieven in dit gebied te kunnen waarborgen. Mogelijk gaat het om een broedsucces van 0.7 jongen per paar (Van der Winden *et al.* 2019).

Figuur 3.6 Relatie tussen broedsucces visdieven op de Kreupel (aantal jongen per paar) en de spiering index in kg per hectare. Rode punten geven jaren met spieringbevissing aan, in de blauwe jaren werd niet op spiering gevisd.

3.7 Conclusie relatie aantal vogels en visindex

Uit deze analyses komt geen eenduidig beeld naar voren en in de meeste gevallen is er, zoals verwacht, geen duidelijke relatie tussen vogelaantallen en de visindex. Er zijn vele redenen waarom een duidelijke relatie tussen prooivis en vogels ontbreekt, waaronder het feit dat deze vogelsoorten langlevende soorten zijn, waarbij een trage numerieke respons te verwachten is op veranderingen in de voedsel condities (o.a. Furness 1986). Daarnaast worden de aantallen vogels niet alleen door het voedselaanbod in het IJsselmeergebied bepaald, maar ook door broedgelegenheid en alternatieve voedselbronnen en voedselgebieden, zowel in de directe omgeving van het IJsselmeer/Markermeer en ook op aanzienlijk grotere afstand bijvoorbeeld het Oostzeegebied.

Toch zien we voor een aantal vogelsoorten wel significante relaties. Dat zijn in eerste instantie oppervlakte-jagers (zwarte stern, dwergmeeuw). Daarnaast lijkt er voor een aantal soorten (futen, zaagbekken, nonnetjes) wel een soort indicatie aangegeven te kunnen worden van een minimale visdichtheid die correspondeert met een zeker aantal vogels dat aanwezig is. Voor de ordegrootte van vogels waaraan volgens de Vogelrichtlijndoelstellingen voldaan zou moeten worden, gaat het voor de meeste duikende soorten (aalscholvers, futen, zaagbekken) om een prooivisindex van minimaal 3000-5000 prooivissen per hectare dat in het najaar aanwezig moet zijn in de meren. Voor oppervlaktejagers als zwarte stern en dwergmeeuw zou het om vergelijkbare dichtheden van ten minste ca 5000 spieringen per hectare kunnen gaan (of andere kleine vis aan de oppervlakte). Dat de meeste getallen van dezelfde orde grootte zijn is logisch omdat de doelaantallen en waargenomen aantallen bij dezelfde (tijdsreeks van) visstand zijn uitgevoerd. De verschillen geven evenwel een beeld van het relatieve ambitieniveau voor voedselreserveringsopgaven voor de verschillende soorten en gebieden. De visindices in dit hoofdstuk zijn een gemiddelde over het hele meer. Vissen zijn echter niet homogeen verdeeld en vogels kunnen alleen rijkere visgronden voldoende benutten. Dat betekent dat lokaal de visdichtheden aanzienlijk hoger zullen moeten zijn dan de getallen die hier worden genoemd (zie verder hoofdstuk 5).

De relatie tussen het broedsucces van visdieven en de hoeveelheid spiering lijkt eenduidiger. Voor een goed broedsucces voor de visdieven zijn voldoende spieringen of andere kleine vissen aan het wateroppervlak van belang. Bovendien lijkt spieringvisserij het broedsucces negatief te beïnvloeden.

Samenvattend kan gesteld worden dat de afhankelijkheid van vogels van prooivisbestanden complex is en zich niet met eenvoudige indices laat beschrijven, maar dat vele factoren samen in ogenschouw moeten worden genomen om de aantallen vogels en hun benuttingsmogelijkheden te kunnen begrijpen.

4 Factoren die aantallen prooivis beïnvloeden

In dit hoofdstuk wordt besproken welke factoren de aantallen prooivissen beïnvloeden en dus de potentiële voedselbasis bepalen. Daarbij wordt met name gekeken hoe naast consumptie door vogels (hoofdstuk 3) en visserij (hoofdstuk 6) ook roofvis van invloed is op het prooivisbestand en in hoeverre ecosysteemeigenschappen van IJsselmeer en Markermeer de draagkracht (potentiële productie van prooivis) bepalen.

4.1 Productie jonge vis

De hoeveelheid prooivis die aanwezig is wordt in eerste instantie bepaald door de productiecapaciteit van het IJsselmeer en Markermeer, ofwel de voedselbasis voor jonge vis. De meeste jonge vis en prooi-soorten voor vogels zijn afhankelijk van zoöplankton. Over de huidige toestand, seizoensdynamiek en verwachtingen in de nabije toekomst van de zoöplanktonproductie als voedselbasis voor jonge vis is nog weinig inzicht. Daarvoor zijn de afgelopen decennia te weinig systematische bemonsteringen gedaan. De indruk bestaat dat met de verminderingen van de hoeveelheden fosfaat in de jaren 1980 en 1990 ook de voedselbasis voor jonge vis is afgenomen, en daarmee de draagkracht voor het jonge visbestand, maar het is niet geheel duidelijk of die afname al langere tijd tot stilstand is gekomen. Visstandbemonsteringen laten in elk geval voor veruit de meeste soorten een teruglopend maar nogal jong visbestand zien. Het is mogelijk dat het huidige jonge visbestand een goede weerspiegeling is van wat het IJsselmeer, resp. Markermeer op dit moment kan produceren en dat het vooral beperkingen van de voedselbasis voor jonge vis, met name de productie van zoöplankton, beperkend is. De potentieel maximale productie hangt ook af van habitatontwikkelingen die indirect de voedselproductie kunnen beïnvloeden en temperatuurontwikkelingen over het jaar. Deze zijn ook van invloed op de overleving van eieren, larven en jonge vis en daarmee op de jaarklassterkte. Een grote variatie in de omvang van het prooivisbestand van jaar tot jaar is inherent aan natuurlijke schommelingen. In bijlage 5 wordt een verdere beschouwing gegeven over de mogelijke draagkracht en maximale omvang van de (prooi)visbestanden.

De hoeveelheid jonge vis wordt in principe ook beïnvloed door de reproductie van het oudere visbestand. Of het bestand aan oudere vis dat bijdraagt aan de reproductie ("paaibiomassa") voldoende is voor een maximaal bestand aan jonge vis, is niet helemaal duidelijk. Voor de meeste soorten wordt geen duidelijke relatie gevonden tussen de omvang van de relatief kleine paaibiomassa en de recrutering van jonge vis, maar voldoende nauwkeurige schattingen van wanneer het paaibestand beperkend wordt voor de aanwas van jonge vis zijn niet voorhanden. De paaibiomassa van veel soorten in het IJsselmeer en Markermeer is echter relatief klein en modellen van de populatiedynamiek van visbestanden ten behoeve van het visserijbeheer houden rekening met dat paaibiomassa beperkend kan zijn voor het toekomstige bestand (Tien *et al.* 2020).

4.2 Hoeveelheid roofvis

Snoekbaars en baars zijn de belangrijkste roofvissen in het IJsselmeer en Markermeer. Al bij een lengte van 15 cm zijn ze piscivoor. Hoe groter de roofvis des te groter de prooivissen die ze kunnen eten. De prooigrootte wordt in principe bepaald door de hoogte van de vis en de opening van de bek. De relaties tussen grootte van de roofvis en de maximale grootte van de prooivis is goed onderzocht (o.a. Buijse 1992, Mous 2000, Rabaey 2000, Specziár 2011). De meeste roofvissen eten prooivis tot maximaal een derde van hun eigen lichaamslengte, vaak kleiner. Dat ligt in dezelfde grootterange als prooivis voor visetende vogels. Ook de prooi-soortkeuze van baars en snoekbaars is vergelijkbaar met die van vogels. Eerdere studies (Rabaey 2000) laten zien dat de samenstelling van prooi-soorten in het dieet van

snoekbaars en baars weinig selectief is en sterk overeenkomt met wat er beschikbaar is in het meer. Wel lijkt er een lichte voorkeur, net als bij veel visetende vogels, voor spiering te zijn (hoge energiewaarde en langwerpig, dus makkelijk in te slikken). De spieringstand is inmiddels in de meeste jaren nogal laag, dus de relatieve betekenis van spiering lijkt afgenomen. Daarentegen lijken invasieve grondels (zwartbekgrondel en pontische stroomgrondel) die recent hun intrede hebben gedaan in het IJsselmeer en Markermeer een belangrijk deel van het dieet te kunnen vormen zoals maaganalyses uit 2019 lieten zien (bijlage 6).

Mous *et al.* (2003) berekenden dat de consumptie van prooivis door roofvis varieerde van 10-100 kg/ha in de jaren 1980 en 1990. Het roofvisbestand is inmiddels aanzienlijk kleiner en precieze schattingen zijn niet te geven (Tien *et al.* 2020), maar deze getallen laten zien dat de ordegrootte en potentie van consumptie van roofvis in dezelfde ordegrootte kan liggen als die van vogels. Daarmee kunnen roofvissen als potentiële concurrent op het prooivisbestand voor vogels worden gezien.

Het effect van roofvis op de voedselvoorziening van vogels is niet alleen competitie om het prooivisbestand, maar jagende roofvis kan er ook voor zorgen dat prooivis dichter bij het oppervlak komt en daarmee bereikbaar wordt voor oppervlaktejagers als sterns en meeuwen (zie hoofdstuk 5).

4.3 Uitspoeling spuisluizen Afsluitdijk

De spuisluizen in de Afsluitdijk zorgen voor uitspoeling van vis naar de Waddenzee. In 2007 en 2008 is door diverse organisaties uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar uitspoeling en intrekmogelijkheden rond de spuisluizen in de Afsluitdijk in verband met mogelijke aanpassingen aan het spuibehoor (Witteveen+Bos, 2009). In de periode januari tot oktober 2008 werden op regelmatige tijdstippen uitspoelende vissen bij een van de spuiokers bij Kornwerd opgevangen in een groot net dat de spuioker zo goed als afsloot. Behalve grote hoeveelheden jonge haring en sprat die in de zomer rond de sluiscomplexen voorkomen gaat het om aanzienlijke hoeveelheden zoetwatervis die als prooivis voor vogels van belang is. Het bleek dat het vrijwel uitsluitend ging om jonge vis kleiner dan 15 cm en dat hooguit enkele procenten van de uitgespoelde vis mogelijk kon terugkeren naar het IJsselmeer. Het spuien kan dus aanzienlijke hoeveelheden potentiële prooivis aan het IJsselmeer onttrekken.

Wanneer de vangsten van uitspoelende vis op basis van spuidebieten worden geëxtrapoleerd naar het totale spuidebiet van zowel Kornwerd als Den Oever ontstaat een beeld van de omvang van de uitspoeling. Wanneer vervolgens de geschatte totale hoeveelheid uitgespoelde vis wordt omgerekend naar het oppervlak van het IJsselmeer wordt een index verkregen van de uitspoeling (Witteveen+Bos 2009). Deze kan vergeleken worden met de aantallen die als index voor het bestand van het IJsselmeer worden gebruikt in de jaarlijkse visstandbemonsteringen met respectievelijk de grote kuil en elektrokor in het najaar van respectievelijk 2007 en 2008 (Tabel 4.1). N.B. de getallen uit de bemonstering van 2007 zouden moeten corresponderen met de eerste helft van periode (januari-zomer 2008) waarin uitspoeling is gemeten en de bemonsteringen van 2008 met de laatste periode waarin uitspoeling is gemeten (zomer tot oktober 2008). Wat opvalt is dat de soortsaamenstelling van uitgespoelde zoetwatervissen overeenkomt met de saamenstelling van de vangsten in het IJsselmeer. Om een indruk te krijgen van de maximale fractie die uitspoelt kunnen we de geschatte uitspoeling in aantal per hectare vergelijken met de gemiddelde vangsten in het meer. Daarbij moet bedacht worden dat de visstandbemonsteringen een momentopname zijn van de stand in het najaar, terwijl uitspoeling is gesommeerd over een groot deel van het jaar. Bovendien is de werkelijke hoeveelheid vis tijdens de bemonstering hoger dan wat er gevangen wordt (N.B. in het najaar van 2019 ving bijvoorbeeld de 5x hogere A-toomkuil ca 3-5 keer meer vis per bevist oppervlak). De index voor uitspoeling met ruim 1000 kleine zoetwatervissen per hectare IJsselmeer is minder dan 6% van de index voor het bestand zoetwatervis gemiddeld voor de surveys van 2007 en 2008. Aangezien we aannemen dat de najaarssurvey de werkelijke hoeveelheden jonge vis onderschat mogen we er dus van uit gaan dat het prooivisbestand van het IJsselmeer hooguit enkele procenten wordt verminderd door uitspoeling.

Tabel 4.1 Index visstandbemonsteringen IJsselmeer (aantal per hectare bevist oppervlak) met grote kuil en elektrokor in 2007 en 2008 (data Wageningen Marine Research) en geschat aantal uitgespoelde vis bij spuisluizen Afsluitdijk omgerekend naar aantal per hectare IJsselmeer (Witteveen+Bos 2009).

Visstandbemonstering najaar (aantal/ha)						Uitgespoeld (aantal/ha) Jan-okt 2008
2007		2008		Gemiddeld (tuig/jaar)		
Grote kuil	Elektrokor	Grote kuil	Elektrokor			
baars	2569	8151	1118	2308	3537	180
blankvoorn	379	511	322	288	375	27
brasem	32	14	36	28	28	3
pos	18727	26007	5107	5977	13955	650
snoekbaars	23	12	34	27	24	17
spiering	892	625	3800	1968	1821	283
Totaal	22622	35320	10417	10596	19739	1160

4.4 Jaarlijkse dynamiek in hoeveelheid prooivis

De hoeveelheid prooivis verschilt van jaar tot jaar, enerzijds door natuurlijke variatie in productie, anderzijds door variatie in onttrekking van prooivis door variërende aantallen vogels (HK 3), en roofvis (5.3) alsmede variatie in visserij. Omdat deze factoren in verschillende perioden van het jaar inwerken op het prooivisbestand (reproductie en groei in de zomer, consumptie door roofvis vooral in het zomerhalfjaar, consumptie door vogels jaarrond met een aanzienlijk deel in de winter) zijn de relatieve bijdragen van de verschillende effecten niet direct met elkaar te vergelijken om bijvoorbeeld uitspraken te doen over de mate van competitie tussen vogels, vissen en visserij (De Leeuw 2001).

5 Factoren die beschikbaarheid van vis beïnvloeden

Dit hoofdstuk gaat in op factoren die niet zozeer de hoeveelheid alswel de beschikbaarheid van prooivis voor vogels bepalen. Hiervoor zijn met name in de jaren 1980 en 1990 zeer waardevolle studies uitgevoerd specifiek voor visetende vogels in het IJsselmeer en Markermeer. Het gaat daarbij vooral om ruimtelijke (horizontale) verspreiding van vis en vogels, en de verticale verdeling van vis over de waterkolom die bepalend zijn voor de vangbaarheid van vis en daarmee voor de potentiële benutting voor verschillende vogelsoorten.

5.1 Ruimtelijke verdeling vis en vogels

5.1.1 Hotspots vis

De ruimtelijke verdeling van vis kan een grote rol spelen voor vogels. Het zoeken naar gebieden met voldoende vis en het jagen op vis kosten energie. Hoe verder vogels moeten vliegen van bijvoorbeeld rustplekken of broedgelegenheid, hoe meer vis ze moeten vangen om te compenseren voor deze vlieggkosten. Ook moet vis in voldoende hoge dichtheden voorkomen en bereikbaar zijn om een voldoende hoog vangstsucces voor vogels te garanderen en daarmee een netto energiewinst op te kunnen leveren. Een garantie op een hoog vangstsucces is met name van belang in energetisch veeleisende perioden, zoals de wintermaanden of als vogels vis moeten verzamelen voor hun jongen.

Om een beeld te krijgen van de ruimtelijke verdeling van prooivis en de veranderingen over de tijd zijn de vangstgegevens per bemonsteringslocatie gemiddeld over 5-jaars perioden geplot (Figuur 5.1). De soort- en aantalsverdeling van vis in het Markermeer geeft over de verschillende tijdvakken een homogener beeld dan in het IJsselmeer. In het IJsselmeer zijn over de jaren de soortsaamenstelling en aantallen vis nogal veranderd: de jaren tussen 1990-1999 was er veel spiering, de ongeveer 15 jaar daaropvolgend vooral veel pos, en de laatste periode van 5 jaar worden gekenmerkt door beduidend kleinere hoeveelheden vis. Wat redelijk constant blijft is dat de hoogste dichtheden aan vissen worden gevangen in het noordelijke gedeelte van het IJsselmeer.

De vraag is nu of vogels ook naar de plekken gaan met de grootste aantallen vis en door welke hoeveelheden vis zij zich laten aantrekken. Met name voor oppervlaktejagers zoals de zwarte stern zijn er redelijk wat aanwijzingen dat hun ruimtelijke verspreiding in het IJsselmeergebied afhankelijk was van spieringdichtheid (Leeuw & Tulp, 2004; Stam, 1996; Winter, 1994). Zo bleken zwarte sterns op het open water significant meer voor te komen in gebieden rond diepere geulen tussen de Friese en Noord-Hollandse kust. Hier zaten volgens literatuurgegevens ook de grotere hoeveelheden spiering (Winter, 1994). Ook in een andere studie, waar een deelgebied van het IJsselmeer geteld en bemonsterd werd, lijkt de hoeveelheid spiering binnen het IJsselmeer voor vogels van belang; zwarte stern, visdief en kokmeeuw werden in hogere aantallen geteld aan de westkant van het IJsselmeer terwijl in het zuidelijk IJsselmeer de minste vogels werden gezien. Deze ruimtelijke verspreiding kwam overeen met de ruimtelijke verspreiding van spiering (Stam, 1996). Zwarte sterns hadden hiernaast ook nog een lichte voorkeur voor water met een diepte van meer dan 5 meter. Nog steeds zijn dichtheden spiering aan de westkant van het IJsselmeer relatief hoog en verwacht wordt dat deze gebieden nog steeds belangrijk zijn voor oppervlaktejagers, ondanks de sterk verminderde spieringstand.

Figuur 5.1 Verspreiding vissen (baars, blankvoorn, pos, snoekbaars, spiering en zwartbekgrondel van 18 cm en kleiner) in het IJsselmeergebied per periode van 5 jaar. Elke taartdiagram is een monitoringspunt. De grootte van de taartdiagram komt overeen met het totaal gevangen vissen van de geselecteerde soorten (kleinste cirkels 1-1000 vissen per hectare, grootste cirkels >20,000 vissen per hectare).

Aalscholvers laten een andere ruimtelijke verdeling zien. Omdat zij in gewicht de grootste visconsument zijn, heeft hun verspreiding een sterke invloed op totale visconsumptie (Winter, 1994). Eind jaren '80 foerageerden aalscholvers met name op het Markermeer en zuidelijk IJsselmeer. In 1999 en 2000 zochten de meeste groepen voedsel in het IJsselmeer, met name in het voorjaar. Maar in tegenstelling tot de sterns en meeuwen zijn zij vaker te vinden aan de oostkant van het IJsselmeer, vooral in de zomer en het najaar (Van Rijn & Van Eerden, 2002). Aalscholvers eten prooien tot 30 cm van met name pos, baars en blankvoorn in fracties die overeen komen met het aanbod van deze soorten. In tegenstelling tot de oppervlaktefoerageerders lijken zij spiering zo goed als te negeren (Van Rijn & Van Eerden, 2002). Echter, de verdeling van aalscholvers over het gebied komt niet duidelijk overeen met de gevangen vis aantallen van pos, baars en blankvoorn (Van Rijn & Van Eerden, 2002). Andere factoren, zoals weersomstandigheden of broedgelegenheid, zijn hier wellicht een betere voorspeller.

5.1.2 Speciale visrijke habitats: zandwinputten

Een bijzondere vorm van hotspots voor vis zijn zandwinputten. Deze diepe putten trekken veel jonge vis aan en ook voor de overleving van spiering in warme perioden in de zomer kunnen zandwinputten van belang zijn (De Leeuw 2007). Onlangs zijn er door de aanleg van Marker Wadden, Trintelzand en andere natuurontwikkelingsprojecten in met name het Markermeer een aantal diepe putten (20 m of lokaal zelfs tot ca 35 m diep) bijgekomen. In augustus 2019 is met behulp van hydroakoestiek en een kleine (5x5 m) atoomkuil onderzocht welke vis van deze nieuwe putten gebruik maakt. Bij de bemonstering werden grote hoeveelheden spiering en jonge baars aangetroffen en daarnaast grote snoekbaars (Bijlage 4). Over de benutting van vis is geen recent onderzoek bekend, maar eind jaren 1980 werd bijvoorbeeld waargenomen dat solitair foeragerende aalscholvers gespecialiseerd leken in het benutten van de visstand in zandwinputten (Van Eerden & Voslamber 1995). Voor oppervlaktejagers als sterns zit de vis te diep, maar als zandwinputten significant bijdragen aan de overleving van bijvoorbeeld spiering en jonge baars dan kan dat indirect bijdragen aan een gunstiger prooivisbestand ook voor deze vogelsoorten.

5.1.3 Broedgelegenheid

Zoals genoemd zijn vogels met name in de broedtijd sterk gebonden aan een gebied. Visdieven, bijvoorbeeld, voeren hun kuikens kleine vissen die zij één voor één naar het nest brengen. Om genoeg vissen naar de groeiende jongen te brengen, zouden zij niet al te ver van het nest voedsel moeten zoeken (tot ca 10 km, maximaal 20 km; van der Winden et al., 2018). Voor deze soort is dus belangrijk dat er vooral genoeg voedsel te vinden is in een straal van ongeveer 10 km van belangrijke broedgebieden als de Kreupel en Marker Wadden, zodat de visdieven genoeg voedsel hebben om hun jongen groot te brengen. De verspreiding van visdieven wordt dan zowel bepaald door broedgelegenheid als voedselaanbod. In Figuur 5.2 is een voorbeeld gegeven van de samenhang tussen broedgelegenheid, voedselaanbod en verspreiding van (foeragerende) visdieven in 2010 (Verspreidingskaartje visdieven uit: Poot, Heunks, Prinsen, & de Jong, 2010; van der Winden et al., 2018) en voedselaanbod in het najaar van 2009. In het IJsselmeergebied zijn de meeste vogels geteld rond natuureiland de Kreupel, waar ook grotere hoeveelheden kleine vis aanwezig is. In het Markermeer werden ook vrij veel vogels in het oosten van het meer waargenomen, ondanks dat daar toen nog geen grote broedkolonie gevestigd was. Wellicht foerageerden visdieven daar op spiering. De laatste jaren broeden er ook veel visdieven op de nieuw aangelegde natuureilanden van Marker Wadden. Gezien het aanbod aan voedsel in sommige jaren rond dit gebied (noordoostelijk deel Markermeer), lijkt dit een geschikte broedlocatie (Figuur 5.3).

Figuur 5.2 a. Aantal broedparen visdieven in het IJsselmeergebied in 2010, b. verspreiding en aantallen vissen kleiner dan 13 cm in het najaar van 2009, de grootte van de cirkels geven een indicatie van de hoeveelheid vissen per hectare; 1= 1-100, 2=100-5000, 3=5000-20,000, 4>20,000. Voor 2010 beschikken we helaas niet over bemonstering van het westen van het Markermeer. c. Verspreiding visdieven Augustus 2010, aangepast uit van der Winden 2018/Poot et al. 2010 (met toestemming van Bureau Waardenburg BV)

Figuur 5.3 a. Aantal broedparen visdieven in het IJsselmeergebied in 2015-2016 met een toename aan broedparen in het Markermeer, b. verspreiding en aantallen vissen kleiner dan 13 cm in het najaar van 2015, de grootte van de cirkels geven een indicatie van de hoeveelheid vissen per hectare; 1= 1-100, 2=100-5000, 3=5000-20,000, 4>20,000.

5.1.4 Menselijke verstoring

Naast de ruimtelijke verspreiding van vis en broedgelegenheid, reageren de meeste vogels op activiteiten van mensen. Sommige vogelsoorten profiteren van menselijke bezigheden, zoals meeuwen (Voslamber, 1991) en visdieven (ongedocumenteerd) die bijvangst van fuiken eten of foerageren op vis die door de schroef van een boot omhoog wordt gebracht. Echter, zelfjagende soorten kunnen worden afgeschrikt door verstoringen zoals vissersboten of pleziervaart en strandactiviteiten. Uit een studie in 1997 hiernaar, bleek dat futen hun gedrag aanpasten op de pleziervaart; futen in een druk gebied vertrokken zodra de aantallen boten toenamen over de dag, terwijl de aantallen futen in een gebied met weinig boten juist toenam op dit soort dagen (Maarten Platteeuw & Henkens, 1997). Vogels zullen daarom wellicht de drukke plekken ontwijken, ook als er genoeg voedsel te halen is. Met name in de ruiperiode van de fuut zijn deze vogels gevoelig voor verstoring, omdat zij dan niet kunnen vliegen. : Ruiende futen zitten met name in gebieden met 0-0.5 boten per km² (Figuur 5.4; Van Eerden, Van Rijn, & Roos, 2005). De afname van futen sinds de jaren '90 zou daarom, naast de afname in spiering, ook beïnvloed kunnen worden door de toename in recreatiedruk (Van Eerden *et al.*, 2005).

Figuur 5.4 Verdeling futen in het IJsselmeergebied tijdens de rui periode en aantal boten per km² op een zomerse dag. Figuur uit Van Eerden *et al.*, 2005 (met toestemming).

5.2 Verticale verdeling vis

5.2.1 Doorzicht van het water

Het doorzicht van water is van grote invloed op de verticale verdeling van vis en daarmee ook op hoe goed vogels bij de vis kunnen. De visetende vogels in het IJsselmeergebied jagen over het algemeen op zicht, en dus is enig zicht van belang (Van Rijn & Van Eerden, 2002). Als het water te helder wordt, verplaatst vis zich naar dieper water (Mous, van Densen, & Machiels, 2004; van Eerden & Voslamber, 1995), en zijn dan niet meer bereikbaar voor vogels die alleen oppervlakkig duiken zoals sterns en meeuwen.

Een aantal factoren die het doorzicht kunnen beïnvloeden zijn (door wind) opwervend sediment, algen, en lichtcondities (dag/nacht, bewolking). Het Markermeer is door de slibhuishouding doorgaans troebeler dan het IJsselmeer. Sinds de jaren '90 is het doorzicht echter met name in het voorjaar en zomer aanzienlijk toegenomen (Figuur 5.5). Het zuidelijke deel van het IJsselmeer is bovendien veel helderder dan het noordelijke deel. Deze veranderingen hebben gevolgen voor de vogels. Zoals hierboven beschreven, gedragen vissen zich anders in water met meer doorzicht, wat de beschikbaarheid van vis vermindert. Daarentegen kan een verbeterd zicht vogels ook helpen om vissen te lokaliseren en te vangen. Het vangstsucces is daarom vaak het hoogst in een bepaalde range van helderheid (Box 1). In figuur 5.5 is naast de veranderingen in doorzicht over verschillende perioden ook de range van doorzicht met hoog vangstsucces aangegeven voor aalscholver (40-100 cm, groene band; Van Rijn & Van Eerden, 2002), respectievelijk nonnetje (20-60 cm, blauwe band; Beekman & Platteeuw 1997). Te zien is dat het noordelijk IJsselmeer en Markermeer beide over het algemeen goede jaagcondities bieden, maar dat het zuidelijk IJsselmeer met name voor nonnetjes vaak te helder is.

Box 1. Vissen in helder water

Het vangstsucces van sociaal foeragerende aalscholvers wordt sterk bepaald door de helderheid van het water. In troebel water hebben aalscholvers moeite prooivis te zien en is het vangstsucces laag. Wat helderder water zorgt er voor dat de prooivis beter zichtbaar is wat de vangkans kan verhogen. Sociaal foeragerende groepen kunnen dan prooivis naar de bovenste waterlagen jagen waar de vangbaarheid (lichtomstandigheden) het gunstigst zijn. Bij helder water met een doorzicht van meer dan een meter vermijdt vis echter de bovenste waterlagen en houdt zich schuil dicht bij de bodem, of vis zoekt diepere gebieden op. Vis kan in helder water waarschijnlijk ook makkelijker ontsnappen aan aalscholvers omdat ze bijtijds het gevaar kunnen ontdekken. Bij helder water is het vangstsucces van aalscholvers dan ook laag.

Bron: Van Eerden & Voslamber 1995
(met toestemming)

Figuur 5.5 Doorzicht (Secchi diepte) in centimeters in het noordelijk en zuidelijk IJsselmeer en Markermeer over de tijd. Doorzicht is weergegeven in periodes van drie maanden (x-as) en van 10 jaar (kleur). De gekleurde rechthoeken omsloten door onderbroken lijnen geven goede vangstomstandigheden aan voor nonnetje (blauw) en aalscholver (groen).

Bovendien valt op dat met name in recente jaren in alle gebieden en jaargetijden vaker en meer extreem heldere condities van meer dan 1 m doorzicht voorkomen. Dat betekent dat in recente jaren de kans steeds groter is geworden dat vogels, met name nonnetjes, condities aantreffen waarbij hun vangstsucces vermoedelijk ontoereikend is. Dat kan er aan bijdragen dat voor een groter aantal vogels het IJsselmeergebied tegenwoordig als minder geschikt foerageergebied wordt ervaren.

Een van de aanwijzingen dat vissen naar dieper gelegen water gaan, is dat kokmeeuwen nog amper achter schepen foerageren, waar zij zich voorheen tegoed konden doen aan door de schroef omhoog gebrachte vissen. Gebieden waar nog wel Kokmeeuwen achter boten foerageren liggen in minder heldere gebieden in het Markermeer (Van Rijn & Van Eerden, 2002). Er is echter niet veel bekend over hoe de vis zich verdeelt over de waterkolom bij verschillend doorzicht in de veranderende situatie in het IJsselmeergebied. Een eerdere studie begin jaren '90 vond een significante afname van spiering in de bovenlaag van het water met toenemend doorzicht (Stam, 1996).

5.2.2 Verhouding roofvis/prooivis

Naast doorzicht van het water, heeft de aan- of afwezigheid van piscivore vissen ook invloed op de verticale verdeling van prooivis. In een studie naar beschikbaarheid van spiering als voedsel voor vogels in het IJsselmeer, werden relatief grotere hoeveelheden spiering gevangen aan de oppervlakte wanneer er baars in de bodemtrekken voorkwam (de Leeuw & Tulp, 2004, Box 2). Mogelijk drijven de piscivore baarzen in hun jacht spiering naar de bovenste waterlaag, waar deze gemakkelijker te vangen zijn voor oppervlaktejagers als sterns en meeuwen. Deze hypothese wordt ondersteund door de bevinding dat spiering ook onder heldere omstandigheden aan het oppervlakte gevangen werd. Aanwezigheid van bejaging door piscivore vissen kan ook anti-predator gedrag opwekken bij prooivissen waardoor ze sterker gaan scholen. Grotere groepen vis zijn hoogstwaarschijnlijk beter detecteerbaar voor vogels (en mensen) vanuit de lucht. Het lijkt er dus op dat roofvis bij kan dragen aan concentraties prooivis die beter bereikbaar is voor oppervlaktejagers, maar tot dusver zijn de gegevens te anekdotisch om dat effect voor vogels te kunnen kwantificeren en voorspellen bij verschillende visstanden en mate van doorzicht.

Box 2. Roofvis verhoogt beschikbaarheid spiering

De relatie tussen de beschikbaarheid van spiering aan het oppervlak en de hoeveelheid foeragerende zwarte sterns is onderzocht in augustus 2002 en 2003. Daarbij werden ook gegevens verzameld over baars. Spiering bleek in grotere hoeveelheden aan het oppervlak voor te komen als er ook piscivore baars aanwezig was en juist deze locaties werden benut door groepen zwarte sterns. De kans op aanwezigheid van foeragerende sterns nam sterk toe wanneer de hoeveelheid spiering aan het oppervlak boven dichtheden van 100-1000 per uur vissen kwam.

Bron: De Leeuw & Tulp 2004

De ruimtelijke verdeling van roofvis komt overigens aardig overeen met de hotspots voor andere vissen (Figuur 5.6). Voor de vogels die vooral foerageren op vissen vlak onder het wateroppervlakte, zoals zwarte stern, visdief en meeuwen, lijkt vooral het noordelijk deel van het IJsselmeer geschikt gebied om te foerageren.

Figuur 5.6 Verspreiding piscivore vissen (baars en snoekbaars) in het IJsselmeergebied per periode van 5 jaar. De grootte van de cirkels komen overeen met de aantal gevangen vissen per bemonsteringspunt.

5.2.1 Bijvangst fuikenvisserij

Zoals genoemd verspreiden vissen zich over de waterkolom en zijn ze daardoor soms onbereikbaar voor vogels. Dit beïnvloedt met name de oppervlaktejagers die afhankelijk zijn van de bovenste ~10 cm van de waterlaag. Naast doorzicht van het water en aanwezigheid van roofvis, kan menselijk handelen bereikbaarheid van vis uit de diepere waterlagen vergroten. Zo komen baarzen en pos die in principe niet in grote hoeveelheden in de bovenste waterlaag te vinden zijn beschikbaar voor sterns en meeuwen door bijvangst van fuikenvisserij of andere visserij. Deze visserij zorgt dus voor het beschikbaar maken van anders ontoegankelijk voedsel. Van meeuwen is bekend dat ze veelvuldig gebruik maken van dergelijke bijvangst. Hoeveel visdieven afhankelijk zijn van bijvangst uit fuiken is niet bekend. Pos, baars en snoekbaars komen, met name in jaren met weinig spiering, wel in grotere hoeveelheden voor in hun dieet (van der Winden *et al.*, 2019). In hoeverre visdieven deze vissen zelf vangen of dat deze voor hen beschikbaar komen via visserijactiviteiten is niet bekend.

5.3 Conclusie factoren beschikbaarheid vis

Met name oppervlaktejagers als sterns en meeuwen reageren op de ruimtelijke verdeling van spiering. Deze hotspots zijn voor hen van belang om met een zekere efficiëntie hun voedsel te verzamelen. Daarnaast is het belangrijk dat er voldoende voedsel te vinden is rond belangrijke broedplekken en dat vogels met name in de rui niet te veel verstoord worden. De verticale verdeling van vis heeft ook grote gevolgen voor de beschikbaarheid van vis, wederom met name voor de oppervlaktejagers. Dit komt omdat het water in het IJsselmeergebied over het algemeen helderder geworden is en vis daardoor mogelijk dieper in de waterkolom zit. Zowel roofvissen als bijvangst van de visserij kunnen echter de vis die dieper in het water zit weer beter beschikbaar maken voor de vogels.

Ruimtelijke aspecten, zowel de horizontale verspreiding als verticale verspreiding van prooivis over de waterkolom, zijn voor alle visetende vogelsoorten van belang. De hoeveelheid onttrokken prooivis zal afhankelijk zijn van deze ruimtelijke aspecten en zodoende meegenomen moeten worden in modellen voor oogstregels en vangstadviezen (Tien *et al.* 2020). Momenteel worden deze ruimtelijke aspecten niet expliciet meegenomen in de berekening van de hoeveelheid onttrokken prooivis, omdat ze onvoldoende kwantificeerbaar zijn. Impliciet worden ze wel meegenomen in de evaluatie van oogstregels omdat de voedselbeschikbaarheid voor vogels in de modellen wordt afgezet tegen de huidige situatie (2017) inclusief de ruimtelijke patronen van dit moment. Informatie over ruimtelijke aspecten en beschikbaarheid kunnen vooral bruikbaar zijn voor invulling van concrete (visserij)beheersmaatregelen door rekening te houden met de ligging van vis- en vogelrijke hotspots en de extra behoefte van bijvoorbeeld ruiende vogels aan rustgebieden.

6 Effecten van visserij op prooivisbestand

Hierboven zijn factoren besproken die aantallen en beschikbaarheid van prooivissen voor vogels beïnvloeden. In het IJsselmeer en Markermeer vinden verschillende vormen van visserij plaats. Om concreet te kunnen kijken hoe de visserij een rol in kan spelen wordt in dit hoofdstuk kort besproken hoe verschillende visserijactiviteiten van invloed kunnen zijn op de hoeveelheid en de beschikbaarheid van prooivis voor visetende vogels.

6.1 Nettenvisserij

De nettenvisserij (ook genaamd: visserij met staandwant) bestaat momenteel in hoofdzaak uit netten met maaswijdte van 101 mm die uitgezet worden op de bodem. Daarnaast worden ook netten met nog grovere maaswijdtes gebruikt (140-190 mm, zogenaamde wijde netten). Doelsoorten voor de nettenvisserij zijn vooral roofvissoorten snoekbaars (minimummaat 42 cm) en baars (22 cm) en grotere brasem en blankvoorn (geen minimummaat). Voor een uitgebreide beschrijving van de visserij op deze vier schubvissoorten en de vangstontwikkelingen, zie Tien *et al.* 2020. Hoewel er in de nettenvisserij een zekere bijvangst is van ondermaatse vis (dus kleiner dan de minimummaat; Tien *et al.* 2020) worden vooral grotere vissen onttrokken aan het systeem. De nettenvisserij vangt dus beperkt kleine vis die van belang is als voedsel voor vogels, maar er is enige overlap met het dieet van aalscholvers die relatief grote vissen (tot 30 cm) kunnen benutten.

De snoekbaars en baars die in de nettenvisserij gevangen wordt is in principe allemaal roofvis die kleinere vis eet en daarmee overlapt het dieet van roofvis sterk met dat van visetende vogels, zowel in grootteverdeling als soorten prooivis (hoofdstuk 5). Nettenvisserij vermindert daarmee de druk op het jonge visbestand en zou er zelfs aan bij kunnen dragen dat een groter deel van het jonge visbestand ten goede komt aan visetende vogels. Een intensieve visserij op roofvis riskeert echter dat de druk op de paaibiomassa zo groot wordt dat er minder jonge prooivis wordt geproduceerd ("recruitment overbevissing"). Beide processen vormen de basis van modellen voor visserijadvies op schubvis (zie Tien *et al.* 2020) maar zijn gezien het gebrek aan informatie hierover een bron van onzekerheidsvariatie in die modellen.

Een sterke uitdunning van het roofvisbestand kan er ook voor zorgen dat er relatief weinig roofvis is die potentiële prooivis naar het oppervlak jaagt waardoor prooivis vangbaar is voor sterns en meeuwen die alleen de bovenste waterlagen kunnen benutten. Dit fenomeen werd waargenomen voor baarzen die spiering naar het oppervlak zouden jagen waardoor deze bereikbaar werd voor zwarte sterns (De Leeuw & Tulp 2004, H. 6). Voor vogels die dieper kunnen duiken zal een effect van meer of minder roofvis op vangbaarheid van prooivis niet of veel minder van belang zijn.

Samenvattend zijn er dus zowel gunstige (verlaging competitie) als ongunstige (verminderde rekrutering, verminderde bereikbaarheid voor oppervlaktejagers) effecten van nettenvisserij op de voedselvoorziening van vogels denkbaar, maar het is onmogelijk om nauwkeurige schattingen te geven van wat de optimale balans is van deze effecten uit het oogpunt van voedselreservering door het ontbreken van intensieve studies of ecologische modellen die dit voldoende kunnen kwantificeren. Nettenvisserij op roofvis is in de hele historie van het IJsselmeer en Markermeer intensief en van groot belang geweest, zodat ook historische vergelijkingen tussen visserij intensieve en minder intensieve perioden niet mogelijk is. Eerdere simulatiestudies met het programma PISCATOR kwamen eveneens tot de voorzichtige conclusie dat onduidelijk is in hoeverre de nettenvisserij van invloed is op het uiteindelijke prooivisbestand en de beschikbaarheid daarvan voor vogels (De Leeuw & Tulp 2004).

6.2 Spieringvisserij

Spieringvisserij gedurende de paaiperiode in het voorjaar is sinds 2003 grotendeels aan banden gelegd. Alleen in 2006, 2009 en 2012 heeft een (beperkte) spieringvisserij plaatsgevonden. Spiering is echter een van de belangrijkste prooivissoorten, zowel voor roofvis als voor vogels, niet in het minst voor oppervlaktejagers als sterns (hoofdstuk 3 en 6). In de jaren dat spieringvisserij plaatsvond werd een vermindering van het broedsucces van visdieven die broeden op de Kreupel vastgesteld dan op basis van de spieringstand voor de visserij mocht worden verwacht (hoofdstuk 3). Voor broedende visdieven is vooral de spiering van de generatie van het jaar ervoor van belang als voedsel. Dat is ook de generatie spiering waar op gevist wordt met spieringfuiken. Vanaf de zomer is de nieuwe generatie spiering van belang voor visetende watervogels. Effecten van spieringvisserij op de nieuwe generatie zijn vermoedelijk beperkt. Voor een uitgebreidere discussie over risico's en effecten van spieringvisserij zie De Leeuw *et al.* (2019).

6.3 Aalfuikvisserij

De visserij op aal in het IJsselmeer en Markermeer vindt voor een belangrijk deel plaats met schietfuiken (verspreid over beide meren) en grote fuiken (vaste locaties langs de oevers)). Aalfuiken hebben relatief fijne mazen waardoor aanzienlijke hoeveelheden ook jonge vis in de fuiken belanden als bijvangst (*discards*) die bij het legen van de netten in de meeste gevallen dood overboord wordt gezet. Bijvangst van jonge vis in aalfuiken worden niet geregistreerd, zodat de informatie over bijvangsten zeer beperkt is en schattingen van de omvang van de bijvangsten sterk uiteenlopen (Griffioen & Tien 2016). Echter, op basis van omvangrijker onderzoek naar bijvangsten in de aalfuikvisserij eind jaren 1980 en begin jaren 1990 werd de hoeveelheid bijvangst geschat op een ordegrootte van 800-2500 ton per jaar voor het IJsselmeergebied (Dekker *et al.* 1993). Deze bijvangst bestond voor het overgrote deel uit kleine, ondermaatse en jonge vis (0+ en 1+) vis. Sinds begin jaren 90 is de omvang van de aalvisserij door regulerende maatregelen stapsgewijs aanzienlijk afgenomen (Bult *et al.* 2007, Van de Wolfshaar *et al.* 2018) en is het aannemelijk dat daarmee ook de bijvangsten inmiddels fors minder zijn. Bovendien is geëxperimenteerd met diverse maatregelen om bijvangst te verminderen, al is niet bekend in welke mate deze maatregelen ook werkelijk toegepast worden (Griffioen & Tien 2016). In een onderzoek naar bijvangsten in schietfuiken in 2007 (Bult *et al.* 2007) werd de bijvangst in schietfuiken geschat op 761 ton. Het aandeel kleine vis in het IJsselmeer en Markermeer was in 2006 en 2007 overigens relatief laag (zie tijdreeks Bijlage 3) met name voor baars. Vermoedelijk worden dus ook in recente jaren nog altijd aanzienlijke bijvangsten van enkele tonnen per jaar gerealiseerd. Een groot deel daarvan zal bestaan uit potentiële prooivis voor vogels.

Deze kleine vis wordt bij het legen van de fuiken direct overboord gezet, in veruit de meeste gevallen dood (Dekker *et al.* 1993), al kan de overleving aanzienlijk toenemen wanneer een overlevingsbun wordt gebruikt (Bult *et al.* 2007). Hoewel hiermee aanzienlijke hoeveelheden potentiële prooivis wordt onttrokken, is deze vis niet allemaal “verloren” voor vogels: oppervlaktejagers als sterns en meeuwen benutten de mogelijkheid om te foerageren rond schepen die hun fuiken legen. Ook blijken prooivissoorten aan bijvoorbeeld jonge visdieven in de broedkolonies te worden gevoerd die vermoeden dat deze vissen afkomstig zijn uit bijvangsten van fuiken, zoals bijvoorbeeld possen en recent ook grondels die normaliter zich op de bodem ophouden en onbereikbaar zijn voor visdieven.

Bijvangsten in aalfuiken kunnen dus zowel ongunstig (onttrekken prooivis voor alle vogelsoorten) als gunstig (bereikbaar voor sterns en meeuwen) bijdragen aan de voedselbehoefte. Het is volstrekt onbekend welke fractie van deze discards werkelijk wordt benut en in hoeverre het foerageren op discards wezenlijk bijdraagt aan de voedselvoorziening voor vogels.

6.4 Zegenvisserij

In het IJsselmeer en Markermeer vindt ook een zegenvisserij plaats die vooral gericht is op grotere scholen grote brasems die levend worden gevangen en als pootvis elders (buiten het IJsselmeergebied, voornamelijk in visvijvers) uitgezet. Grote brasems leven voornamelijk van bodemdieren. Bij het voedselzoeken kunnen scholen brasems veel sediment doen opwervelen en lokaal voor sterke vertroebeling van het water zorgen. Omdat relatief helder water ongunstig lijkt voor de vangbaarheid van prooivis voor in principe alle soorten vogels, zou vertroebeling van het water op grote schaal wellicht gunstig bij kunnen dragen aan de voedselbeschikbaarheid. Tot dusver is hier echter nooit onderzoek naar verricht. Het bestand brasem is echter sterk afgenomen en inmiddels komt brasem nog slechts lokaal in hogere dichtheden voor. In hoeverre beroepsvisserij danwel veranderingen in de voedselbasis voor brasem hieraan debet zijn is onvoldoende bekend. Het vermoeden bestaat echter dat brasem (een langlevende soort met onregelmatige rekrutering) naar alle waarschijnlijkheid sterk overbevist is geweest de afgelopen decennia. In hoeverre een grotere populatie brasems, dichter bij de draagkracht van het ecosysteem, wezenlijk zou kunnen bijdragen aan een vertroebeling om een significant verschil te kunnen maken in de voedselbeschikbaarheid van prooivis voor vogels ligt echter voorlopig buiten het bereik van onze huidige kennis.

7 Implicaties voor visserij- en waterbeheer

Het doel van deze rapportage is om factoren die een rol spelen bij voedselreservering voor visetende vogels in het IJsselmeergebied in kaart te brengen en handvatten te bieden voor het visserijbeheer. Hieronder worden eerst de belangrijkste bevindingen uit de voorgaande hoofdstukken samengevat, en vervolgens worden de mogelijkheden besproken om de voedselsituatie voor vogels via visserijmaatregelen in gunstige zin te beïnvloeden. Daarnaast worden ook enkele suggesties gedaan in een bredere context van waterbeheer om tegemoet te komen aan de Natura2000-doelstellingen voor vogels.

7.1 Belangrijkste bevindingen

Uit voorgaande hoofdstukken ontstaat het volgende beeld:

Vogels zijn vooral afhankelijk van kleine vis, zoals spiering en pos of de jonge generaties van grotere soorten zoals baars. De totale geschatte onttrekking van kleinere vis door vogels is met 2000-3000 ton per jaar in het IJsselmeergebied zeer groot, met name door aalscholvers.

Directe relaties tussen de aantallen getelde vogels per Natura2000-gebied en de hoeveelheid vis (index uit de bemonsteringen) over de jaren is over het algemeen omgeven door veel variatie. Een complex van factoren bepaalt uiteindelijk in welke mate de hoeveelheid prooivis van invloed is op de aantallen vogels in het IJsselmeergebied. Ook minimumschattingen van de hoeveelheid vis die aanwezig moet zijn (ordegrootte gemiddeld over het hele meer ca 5000 vissen per hectare met boomkor bevestigd oppervlak) voor doelaantallen vogels zijn behoorlijk onzeker en hoogstwaarschijnlijk een onderschatting.

De ruimtelijke verdeling van vis en hoe vis verticaal verdeeld is over de waterkolom bepalen in belangrijke mate waar en hoe efficiënt vogels visbestanden kunnen benutten. Factoren die het lokale horizontaal en verticaal voorkomen van vis bepalen hangen af van sterk wisselende condities over de seizoenen, over de dag/nacht en mate van doorzicht.

Visserij op kleine vis zoals spieringfuikevisserij of bijvangst van kleine vis bij aalfuikvisserij kunnen het prooivisbestand direct beïnvloeden. Nettenvisserij op roofvis kan het prooivisbestand beïnvloeden via effecten op de paaibiomassa en daarmee op de rekrutering van jonge vis, of indirect de beschikbaarheid van prooivis aan het wateroppervlak, maar ook door het beperken van concurrentie op prooivis.

Naast visserij zijn er ook factoren als productie van het ecosysteem en alternatieve gebieden en voedselbronnen die meespelen. Het afgelopen decennium zijn de ecosysteemveranderingen waarschijnlijk van dien aard geweest dat de productie aan jonge vis is verminderd en de vangbaarheid door verhoogd doorzicht is verminderd. Vogels verkiezen hierdoor mogelijk vaker andere gebieden dan voorheen. Daarmee lijken de randvoorwaarden om de Natura2000-doelstellingen te kunnen halen minder gunstig geworden.

De factoren die het meest bepalend zijn voor de voedselvoorziening verschillen per vogelsoort (Tabel 7.1). Met name voor vogels die alleen prooivis in de bovenste waterlagen kunnen benutten, moet er aan veel randvoorwaarden worden voldaan.

Tabel 7.1 Belangrijkste factoren die hoeveelheid en beschikbaarheid van prooivis sturen voor verschillende groepen vogels (+ belangrijk; ++ sterk bepalend).

			Hoeveelheid vis	Beschikbaarheid vis				
				Ruimtelijke verdeling		Verticale verdeling		
				Hotspots	Verstoring	Doorzicht	# roofvis	Bijvangst fuiken
<i>Uitleg</i>			H.4	H.5.1		H.5.2		
Aalscholver	jaarrond	duikend	+			+		
	broeden	duikend	++	+		+		
Fuut	ruï / jaarrond	duikend	+	+	+	+		
Nonnetje	winter	duikend	++	+	+	+		
Grote zaagbek	winter	duikend	++	+	+	+		
Visdief	broeden	oppervlak	++	++		++	+	+
Zwarte stern	ruï / doortrek	oppervlak	++	++		++	+	+
Dwergmeeuw	doortrek	oppervlak	++	+		++	+	+

7.2 Effecten van visserij op hoeveelheid en beschikbaarheid prooivis

Volgens Furness (1996) kan visserij de voedselsituatie voor vogels beïnvloeden door:

1. Reductie prooivisbestand. Visserij op een prooivisbestand (spiering, bijvangst aal) heeft over het algemeen een directe invloed, terwijl visserij op andere soorten zoals roofvis indirect het prooivisbestand voor vogels kan beïnvloeden door bijvoorbeeld beperkingen aan de paaibiomassa.
2. Verhogen van de variatie in de rekrutering doordat de visstand (paaibiomassa) minder wordt gebufferd van natuurlijke variatie. Visserij versterkt daardoor vaak patronen van pieken en dalen in visbestanden.
3. Veranderingen in voedselwebstructuur. Verschillende vormen van visserij kunnen anders ingrijpen op het functioneren van het ecosysteem, met name als het gaat om visserij op (grote) roofvis, visserij op (kleine) planktivore vis, danwel visserij op bodemwoelende benthische vis.
4. Beschikbaar maken van voedselbronnen, bijvoorbeeld in de vorm van bijvangst die overboord worden gezet en het opwervelen van vis door scheepsschroeven.

Voor het IJsselmeergebied zijn de belangrijkste effecten van verschillende visserijen op de hoeveelheid vis en de beschikbaarheid voor vogels samengevat in tabel 7.2. De mate waarin deze factoren een rol spelen hangt uiteraard af van de visserijintensiteit van de verschillende vormen van visserij.

Naast visserij zijn er ook andere vormen van waterbeheer die van invloed kunnen zijn op de hoeveelheid en beschikbaarheid van prooivis. Enkele worden hier kwalitatief genoemd in tabel 7.2. Het ligt buiten het bestek van dit rapport om deze nader uit te diepen.

Tabel 7.2 Belangrijkste effecten van verschillende vormen van visserij voor hoeveelheid en beschikbaarheid van prooivis. Groen: verondersteld positief effect; licht rood: verondersteld negatief effect van visserij; donker rood: negatief effect op voedselbeschikbaarheid voor vogels.

	Hoeveelheid prooivis	Beschikbaarheid vis				
		Ruimtelijke verdeling		Verticale verdeling		
		Hotspots	Verstoring	Doorzicht	# roofvis	Bijvangst
Mogelijke visserijmaatregelen						
nettenvisserij	# roofvis ↓				# roofvis ↑	
spieringfuikevisserij	# prooivis ↓					
zegenvisserij				Brasem ↑		
aalfuikvisserij	# prooivis ↓					Vangst aan oppervlak

Mogelijke overige maatregelen						
Rustgebieden			Rustgebieden			
Refugia prooivis		Zandwinputten e.d.				
Spuiregime (uitspoeling)	(spiering)					
Migratiemogelijkheden	# prooivis					
Productie / draagkracht ecosysteem	# prooivis					

7.3 Voedselreservering middels visserijbeheer

Met name voor het IJsselmeer worden de doelaantallen de laatste jaren niet gehaald (Tabel 1.1), terwijl voor het Markermeer enkel de aantallen nonnetjes achterblijven. Voor zwarte stern is de discrepantie het grootst tussen de waargenomen seizoensmaxima en de doelstellingen voor het IJsselmeer. Voor zaagbekken en futen is spiering belangrijk maar kan baars en pos een goed alternatief vormen. Voor zwarte stern is spiering van groot belang doch lijken insecten in zekere zin een alternatief. Het spiering- en jonge baarsbestand zijn dus belangrijk voor vogels en kunnen worden beïnvloed door visserijbeheer. Daarom wordt in onderstaande specifiek voor deze bestanden de mogelijkheden voor voedselreservering nader beschouwd.

7.3.1 Reservering jonge baars

In het modelleren van het baarsbestand (Tien *et al.* 2020) wordt de hoeveelheid jonge baars in het model bepaald door de paaibiomassa oude baars (voorwaarde voor voldoende recruterende van jonge baars) en door sterfte door predatie door vogels, onttrekking door visserij en een overige (natuurlijke) sterfte. Een duurzaam en groter bestand oudere baars draagt dus bij aan voldoende recruterende jonge baars. Baars wordt onttrokken door de visserij, oudere baars en snoekbaars eet jonge baars, maar het zijn vooral de vogels die voor het overgrote deel van de onttrekking van baars lijken te zorgen. Daarmee is het belang dat wordt gehecht aan voedselreservering voor vogels van grote invloed op de keuzes die gemaakt worden voor welke oogstregels voor duurzaam visserij in het toekomstige visserijbeheer gehanteerd zullen gaan worden (zie Tien *et al.* 2020 voor een uitvoerige bespreking). In het model is niet meegenomen dat een voldoende groot baarsbestand vermoedelijk ook in zekere mate bij zal dragen aan dat jonge baars en spiering door jagende oudere baars meer naar het oppervlak komt en daarmee meer beschikbaar is voor onder andere sterns waardoor de beschikbaarheid voor deze vogels vergroot kan worden.

Op dit moment is onvoldoende detailkennis beschikbaar om met voldoende zekerheid te kunnen bepalen hoe de balans van positieve en negatieve effecten van visserij op baars uiteindelijk doorwerkt op de voedselbasis voor de verschillende vogelsoorten.

7.3.2 Reservering spiering

Visserij met spieringfinken zou bij openstelling direct van invloed zijn op de hoeveelheid spiering die beschikbaar is als prooivis. Dat geldt met name in de periode na de paai rond maart tot juli wanneer de nieuwe generatie spiering nog niet voldoende groot is om in de voedselvoorziening van vogels te kunnen voorzien. Het gaat dan dus vooral om de voedselreservering voor de in het IJsselmeergebied broedende Natura2000-soorten aalscholver en visdief die afhankelijk zijn van de jaarklasse(n) spiering van voorafgaande jaren. Daarnaast kan spieringvisserij op paaiende spiering ook indirect van invloed zijn op de nieuwe generatie spiering en daarmee op vele andere vogels. Over het belang van spiering voor vogels en de risico's die aan spieringvisserij verbonden zijn voor het halen van de beleidsdoelstellingen is uitgebreid gerapporteerd in De Leeuw *et al.* (2019). Daarin is onder meer geïllustreerd dat spieringvisserij zoals bedreven in 2006, 2009 en 2012 een negatief effect lijkt te hebben op het broedsucces van visdief (zie ook figuur 3.6). In onderstaande wordt ingegaan op de vraag in welke mate

spieringvisserij eventueel gereguleerd zou moeten worden om in de voedselbehoefte van Natura2000-soorten te voorzien.

De kennis die we op dit moment hebben over de invloed van een visserij op een vissoort die ook van direct belang is als voedselbasis voor vogels, is zeevisserij op kleine pelagische soorten (bijvoorbeeld zandspiering of lodde) en de effecten daarvan op het broedsucces van zeevogels. In een artikel in Science met de aansprekende titel *"One third for the birds"* suggereren Cury *et al.* (2011) op basis van een groot aantal studies verspreid over de wereld dat er een algemeen patroon lijkt te bestaan tussen het broedsucces van zeevogels en de hoeveelheid prooivis. Prooivisbestanden variëren sterk van jaar tot jaar evenals de bevissing op deze bestanden. Het broedsucces van zeevogels is gemiddeld hoger in jaren met een hoger visbestand en neemt af in minder visrijke jaren. Vooral wanneer het prooivisbestand minder is dan 1/3 van het langjarige maximum is een duidelijke vermindering van het broedsucces te zien. De auteurs komen daarbij tot de conclusie dat een praktische invulling kan zijn om visserijbeheermaatregelen zo in te richten dat de biomassa prooivis boven 1/3 van het langjarige maximum blijft ("*... to maintain forage fish biomass above one-third of the maximum observed long-term biomass*").

Deze pragmatische benadering is toegepast voor spiering in het IJsselmeer in Figuur 7.1 voor de periode na het jaar 2002, nadat vermoedelijk de draagkracht van het IJsselmeergebied voor spiering is afgenomen, maar de laatste 2 decennia vermoedelijk gemiddeld op hetzelfde niveau uitkomt.

Figuur 7.1. Jaarlijkse spieringindex in IJsselmeer en Markermeer. Voor het IJsselmeer is een indicatie voor een langjarige maximum gegeven (rode lijn) in de periode na de afname van het spieringbestand die met verminderde draagkracht van het IJsselmeer te maken kan hebben. Blauwe zones geven perioden zonder spieringvisserij in het daaropvolgende jaar weer, de zone onder de rode stippellijn (1/3 van het maximum) zou dan ten minste voor vogels gereserveerd moeten worden.

Volgens deze benadering zou een zeer beperkte visserij dan mogelijk zijn geweest in 2009, 2012, 2017 en 2018 voor het IJsselmeer, zodanig dat het bestand niet onder (omgerekend naar de index van het najaar daarvoor) 2000 spiering/ha (8 kg/ha, zie 4.3) uit zou komen. Echter, in 2006, 2012, 2009 is beperkt gevist, maar was het broedsucces van visdieven op de Kreupel aanzienlijk lager (ca 0.3 jong/paar) dan in andere jaren. Bij deze ordegrottes van voedselreservering lijkt dus het broedsucces van visdieven niet gevrijwaard van effecten van visserij, al is niet te zeggen in hoeverre het broedsucces op langere termijn voldoende voor de populatie zou zijn.

Een aantal zaken bemoeilijken de toepassing van deze 1/3-oogstregel:

- (1) Er zouden schattingen gemaakt moeten worden van de werkelijke toegestane omvang van de visserij (TAC) waarbij een voldoende nauwkeurige bestandsschatting noodzakelijk is om te voorkomen dat het bestand onder ten minste 2000 spieringen/ha daalt.

-
- (2) Ook moet bedacht worden dat een spieringindex voor het gehele IJsselmeer of Markermeer nog geen garanties biedt voor de noodzakelijke lokale dichtheden rond potentiële broedkolonies om een voldoende broedsucces te waarborgen (hoofdstuk 5.1) (Cury *et al.* 2011: "*The application of such a management guideline will depend upon local circumstances, such as the need to implement spatial management around breeding colonies or the conservation status of species*").
 - (3) Spiering is als voedsel voor roofvis van groot belang. Bij een lage spieringstand neemt de predatie van roofvis op jonge baars en in mindere mate snoekbaars toe. Goede spieringjaren kunnen bijdragen aan een goede jaarklasse baars en snoekbaars zoals het geval lijkt voor 2017 en daarmee op vangsten in de jaren daarop (Tien *et al.* 2020).
 - (4) Een complicerend aspect is ook dat visdieven en andere vogels niet alleen van spiering maar ook van andere voedselbronnen afhankelijk zijn. Daarbij gaat het dan niet alleen om voedselreservering voor broedvogels maar ook om effecten op het hele spieringbestand en dat ten opzichte van alternatieve prooivisbestanden. Het zou buitengewoon veel kennis van de dynamische ecosysteeminteracties vereisen om tot gefundeerde exploitatieniveaus te komen.
 - (5) Zoals in de risicobeoordeling (De Leeuw *et al.* 2019) werd genoteerd is bovendien de vraag of een zeer beperkte spieringvisserij die hooguit eens in de zoveel jaar plaats zou kunnen vinden economisch interessant is.

7.4 Conclusies en aanbevelingen

Samenvattend kan geconstateerd worden dat voedselreservering voor visetende vogels middels visserijbeheer niet eenvoudig is en grote onzekerheden kent. Dat heeft vooral te maken met dat zowel vogels als vis heel flexibel zijn en zich gemakkelijk kunnen verplaatsen en direct kunnen reageren op veranderende omstandigheden. Deze variatie uit zich in de zeer matige relaties die worden gevonden tussen visindices en het aantal waargenomen vogels (hoofdstuk 3). Die zeer matige relaties betekenen niet dat de hoeveelheid beschikbare prooivis geen belangrijke factor zou zijn voor de Natura2000-doelstellingen voor visetende vogels (zie ook bijlages 1 en 3). Het betekent wel dat veel factoren die sterk kunnen variëren tussen jaren, seizoenen en zelfs over een etmaal mede kunnen bepalen in welke mate vogels de prooivisbestanden kunnen benutten.

Om al die variatie in het gedrag van zowel vogels als vissen goed te kunnen meten zouden heel veel waarnemingen en bemonsteringen nodig zijn in verschillende perioden van het jaar en bij een groot aantal verschillende omstandigheden. De onderzoeken die in deze rapportage zijn geciteerd laten wel goed zien welke factoren van belang zijn en op welke manier het gedrag van vogels en vissen door verschillende factoren worden beïnvloed. Dat maakt het echter nog niet eenvoudig om precies te voorspellen in welke mate verschillende factoren bijdragen en hoe meer of minder intensieve visserij van een bepaald type door zal werken op de aantallen visetende vogels die van het IJsselmeergebied gebruik kunnen maken.

Bij beleidskeuzes voor het visserijbeheer zal met die onvermijdelijke onzekerheid dus rekening gehouden moeten worden. Het gaat daarbij vooral om afwegingen met betrekking tot in welke mate een rendabele, duurzame visserij danwel bescherming van het prooivisbestand voor vogels een hogere prioriteit dient te krijgen. Deze noodzakelijke beleidskeuze is niet op eenvoudige wijze in een en dezelfde maatregelen te vangen zoals blijkt uit de *Management Strategy Evaluation* die is uitgevoerd (Tien *et al.* 2020).

De analyses en samenstellingen in dit rapport suggereren wel een aantal richtingen voor het visserijbeheer in kwalitatieve zin, dat wil zeggen zonder exact de gevolgen voor prooivisbestanden en Natura2000-doelstellingen aan te kunnen geven:

1. Nettenvisserij zorgt voor een kleiner roofvisbestand. Daarmee is de concurrentie op prooivis voor vogels kleiner. Anderzijds bestaat bij een intensieve visserij het risico voor beperkingen aan de recrutering en daarmee aan bijvoorbeeld het bestand kleine baars dat als prooivis kan dienen voor zowel vogels als roofvis. Bovendien zou een voldoende groot bestand roofvis bij kunnen dragen aan het beschikbaar komen van prooivis aan het oppervlak en daarmee de voedselbasis voor sterns en meeuwen gunstig beïnvloeden. Onze kennis schiet echter te kort om aan te kunnen geven in welke ordegrootte we dan moeten denken. Wellicht zorgt uiteindelijk

een gematigde nettenvisserij voor een voor visetende vogels gunstige balans tussen hoeveelheid roofvis en prooivis.

2. Spieringvisserij lijkt geen gunstige bijdrage te leveren aan de Natura2000-doelstellingen.
3. Bijvangst in aalfuiken bestaan voor een belangrijk deel uit potentiële prooivis voor vogels. Het verminderen voor zover mogelijk van deze bijvangst kan positief bijdragen aan het bestand prooivis. Anderzijds lijkt het overboord zetten van deze bijvangst ook in zekere mate bij te kunnen dragen aan de voedselbeschikbaarheid voor met name sterns en meeuwen. De relatieve bijdrage hiervan aan de totale voedselreservering is echter onbekend, maar zou goed onderzocht kunnen worden.
4. Gebieden met hoge dichtheid prooivis (hotspots) zijn waarschijnlijk van extra betekenis voor visetende vogels. Verstoring door pleziervaart en andere menselijke activiteiten kunnen negatieve gevolgen hebben voor de benuttingsmogelijkheden voor vogels. Het creëren van rustgebieden kan wellicht bijdragen aan dat grotere aantallen vogels gebruik kunnen maken van het IJsselmeergebied.

Er zijn verschillende mogelijkheden om kennis ten behoeve van voedselreservering aan te scherpen zodat gericht beleid hierop gevoerd kan worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- Onderzoek naar verdeling van vis in relatie tot de helderheid van het water. De recente toename van helderheid betekent een nieuwe situatie voor vogels en vis. Eerdere onderzoeken op dit terrein stammen uit de jaren 1980 en 1990 toen de situatie beduidend afweek van de huidige situatie.
- Nader onderzoek naar de ruimtelijke (horizontale) verdeling: wat bepaalt hotspots, waar liggen die en voor welke Natura2000-soorten zijn die van belang.
- Aanvullende visstandbemonsteringen in de zomermaanden wanneer bijvoorbeeld broedende visdieven en doortrekkende zwarte sterns gebruik maken van het gebied kunnen veel extra inzicht geven.
- Onderzoek naar bijvangsten in de aalfuikvisserij en hoe die benut worden door vogels is een belangrijke leemte in de huidige kennis die relatief eenvoudig ingevuld kan worden door gerichte waarnemingen aan vogels en bijvangst in samenwerking met vissers.
- Het verder ontwikkelen van ecosysteemmodellen in het verlengde van Mous (2000) en Lammens (1999) is zeer waardevol. Daarbij gaat het om meerdere interacties tussen prooivis, vogels en visserij en de complexe dynamiek daartussen beter te beschrijven. Ook zou de huidige kennis over benuttingsmogelijkheden (gedrag vogels en vis) zo goed mogelijk meegenomen moeten worden in deze modellen.

7.5 Ten slotte

Vogels zijn flexibel, opportunistisch en verschillen in hun respons op veranderingen, maar zijn anderzijds uiteraard ook begrensd in hun mogelijkheden. Sommige vogels zijn flexibeler in hun dieet en jaagtechnieken dan anderen, wat mede zal bepalen in hoeverre zij zich kunnen aanpassen aan de veranderingen die gaande zijn in het IJsselmeergebied.

Als condities in het IJsselmeergebied niet gunstig zijn, kunnen vogels hierop reageren door weg te trekken uit het gebied of hun gedrag aan te passen. Zo is bekend dat aalscholvers bij ongunstige weercondities (harde noordwestenwind) massaal op het Ketelmeer gaan vissen. Ook foerageren aalscholvers in polderslootjes in de omgeving (Van Rijn & Van Eerden, 2002). Aalscholvers hebben hun jaagtechnieken aangepast aan veranderende omstandigheden (Van Eerden & Voslamber, 1995; Voslamber, Platteeuw, & van Eerden, 1995). Zo veranderden de meeste aalscholvers hun jaagtechniek vanaf de jaren '70 van alleen vissen naar vissen in groepsverband, waarschijnlijk als aanpassing aan het toen verslechterde zicht onder water (Van Eerden & Voslamber, 1995). Nu het onderwaterzicht weer verbetert, lijken aalscholvers hun jaagtechniek ook weer aan te passen (pers. comm. M.R. van Eerden). Futen en sterns passen hun jaaggedrag aan op condities gedurende de dag; zo foerageren deze vogels met name in de schemering wanneer spiering hoger in de waterkolom zit (Piersma *et al.* 1988, Winter, 1994). Veranderingen in de visstand kunnen dus niet alleen leiden tot veranderingen in aantallen maar ook in gedrag.

Meeuwen en zwarte sterns zijn daarnaast flexibel in hun dieet en eten ook ander voedsel dan vis. Zo eten zwarte sterns en kokmeeuwen bijvoorbeeld ook insecten, met name dansmuggen, als die aanwezig zijn (Gilbert & Servello, 2005; Voslamber, 1991). Echter, wanneer zij switchen naar een ander dieet en wat het gemiddelde percentage is van vis en andere voedselbronnen is niet bekend. Het dieet van de kokmeeuw in het IJsselmeergebied is voor het laatst onderzocht in de jaren '80, toen het dieet van kokmeeuwen ongeveer voor een kwart bestond uit dansmuggen afhankelijk van het seizoen (Voslamber, 1991). Meer kennis over de percentages vis in het dieet van sterns en meeuwen onder verschillende omstandigheden is echter wel wenselijk, omdat het de hoeveelheid reservering van vis voor vogels kan veranderen.

8 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een EN-ISO/IEC 17025:2017 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.

Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

Beekman, J.H., & Platteeuw, M. 1994. Het nonnetje *Mergus albellus* in het IJsselmeergebied. Rapport 37 LIO.

Buijse, A.D. 1992 Dynamics and exploitation of unstable percid populations. Proefschrift Wageningen University. ISBN 90-5485-001-9.

Buijse, A.D. & R.P. Houthuijzen 1992. Piscivory, growth and size-selective mortality of age 0 pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.). Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences 49

Bult, T.P., Aarts, G.M., Van Kampen, J., & Leijzer, T.B. 2007. Bijvangst in schietfuiken op het IJsselmeer. IMARES Rapport C125/07

Castro, G., Stoyan, N., & Myers, J.P. 1989. Assimilation efficiency in birds: A function of taxon or food type? Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology, 92(3), 271–278.

Cook, A.S.C.P., Dadam, D., Mitchell, I., Ross-Smith, V.H., & Robinson, R.A. 2014. Indicators of seabird reproductive performance demonstrate the impact of commercial fisheries on seabird populations in the North Sea. Ecological Indicators, 38, 1–11. doi: 10.1016/j.ecolind.2013.10.027

Cury, P.M., Boyd, I.L., Bonhommeau, S., Anker-Nilssen, T., Crawford, R.J.M., Furness, R.W., Mills, J.A., Murphy, E.J., Österblom, H., Paleczny, M., Piatt, J.F., Roux, J.-P., Shannon, L., Sydeman, W. J. 2011. Global seabird response to forage fish depletion-one-third for the birds. Science, 334, 1703–1706. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004

Dekker, W., Schaap, L., & Willigen, J. 1993. Bijvangst in de fuiken-visserij op het IJsselmeer. RIVO rapport 93.021

Dekker, W. & De Leeuw, J.J., 2003. Bird-fisheries interactions: the complexity of managing a system of predators and preys. In: (I.G. Cowx, Ed) Interactions between Fish and Birds: implications for management. Fishing News Books, Blackwell Science, pp 3-13

De Leeuw, J.J., 2001. Interacties tussen visetende vogels en visserij: broodnijd een kwestie van dichtheidsafhankelijkheid. Limosa 74: 69-72

De Leeuw, J.J. & Tulp, I.Y.M. 2004. Beschikbaarheid spiering als voedsel voor vogels in het IJsselmeer. RIVO Rapport C004/04

De Leeuw, J.J., Deerenberg, C., Dekker, W., Van Hal, R., Jansen, H. 2006. Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en Markermeer: trends en oorzaken. RIVO rapport C022.06

De Leeuw, J.J., 2007. Zomersterfte spiering in het IJsselmeer en Markermeer. IMARES rapport C086/07

De Leeuw, J.J., Dekker, W. & Buijse, A.D. 2008. Aiming at a moving target, a slow hand fails! 75 years of fisheries management in Lake IJsselmeer, the Netherlands. Journal of Sea Research 60:21-31.

De Leeuw, J.J., T. van der Hammen, A. Schadeberg, K. Kwakman-Schilder 2019. Spieringvisserij IJsselmeer en Waddenzee. Voorstudie Ecologische Risicoanalyse ten behoeve van afwegingskader spieringvisserij. Wageningen Marine Research rapport C060/19

Dreef, C., & van der Winden, J. 2019. Broedvogels en pleisteraars op de Marker Wadden 2017-2019. Rapport 2019-06, Jan van der Winden Ecology, Utrecht.

Drent, R.H., Klaassen, M., & Zwaan, B. 1992. Predictive growth budgets in terns and gulls. Ardea, 80(1), 5–17.

Ellis, H.I., & Gabrielsen, G.W. 2001. Energetics of Free-Ranging Seabirds.

Furness, R.W. 1996. A review of seabird responses to natural or fisheries-induced changes in food supply. In: Aquatic Predators and their Prey (Eds S.P.R. Greenstreet & M.L. Tasker). Fishing News Books, Blackwell, pp 166-173.

Gastauer, S., Fässler, S.M.M., Couperus, A.C., Keller, A.M. 2013. Target strength and vertical distribution of smelt (*Osmerus eperlanus*) in the IJsselmeer based on stationary 200 kHz echosounder recordings. Fisheries Research 148: 100-105.

Grémillet, D., Schmid, D., & Culik, B. 1995. Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. Marine Ecology Progress Series, 121, 1-9.

Griffioen, A.B & H.V. Winter 2014a. Het voorkomen van diadrome vis in de spuikom van Kornwerderzand 2001-2012 en de relatie met spuidebieten. Wageningen IMARES report C036/14.

Griffioen, A.B., Winter, H.V., Keeken, O.A. van, Chen, C., Os-Koomen, B. van, Schönlau, S. & T. Zawadowski, 2014b. Verspreidingsdynamiek, gedrag en voorkomen van diadrome vis bij Kornwerderzand t.b.v. de VismigratieRivier. IMARES rapport C083/14

Griffioen A.B. & Tien, N.S.H. 2016. Sterfte van schubvis als discards in de grotefuikvisserij in het IJsselmeer en Markermeer; een deskstudie. Wageningen IMARES rapport C165/15.

Griffioen A.B. & Winter, H.V., 2019. Eindrapportage 0-monitoring Vismigratierivier Afsluitdijk. Een bureaustudie van bestaande onderzoeken voorafgaand aan de bouw van de Vismigratierivier Afsluitdijk. Wageningen Marine Research rapport C006/19

Gilbert, A.T., & Servello, F.A. (2005). Insectivory versus Piscivory in Black Terns: Implications for Food Provisioning and Growth of Chicks. Waterbirds, 28(4), 436-444. doi: 10.1675/1524-4695(2005)28[436:ivpipt]2.0.co;2

Lammens, E.H.H.R. 1999. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Veldgegevens, hypotheses, modellen en scenario's. RIZA rapport 99.008

Mous, P.J. 2000. Interactions between fisheries and birds in IJsselmeer, The Netherlands. Thesis, Wageningen University.

Mous, P.J., W. Dekker, J.J. de Leeuw, M.R. van Eerden & W.L.T. van Densen, 2003. Interactions in the utilisation of small fish by piscivorous fish and birds, and the fishery in IJsselmeer. In: (I.G. Cowx, Ed) Interactions between Fish and Birds: implications for management. Fishing News Books, Blackwell Science, pp 84-118

Mous, P.J., Van Densen, W.L.T., & Machiels, M.A. 2004. Vertical distribution patterns of zooplanktivorous fish in a shallow, eutrophic lake, mediated by water transparency. Ecology of Freshwater Fish, 13, 61-69.

Piersma, T., R. Lindeboom, M.R. van Eerden 1988. Foraging rhythm of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* adjusted to diel variations in the vertical distribution of their prey *Osmerus eperlanus* in a shallow eutrophic lake in the Netherlands. Oecologia 76: 481-486.

Piersma, T., Wiersma, P., & van Eerden, M.R. 1998. Seasonal changes in the diet of great crested grebes *Podiceps cristatus* indicate the constraints on prey choice by solitary pursuit-diving fish-eaters. In Patchwork, PhD thesis University of Groningen (p. 351).

Platteeuw, M. 2011. Draagkracht benodigd voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000 in IJsselmeer en Markermeer voor watervogelsoorten met een autonome neerwaartse trend.

Platteeuw, M., & Henkens, R.J.H.G. 1997. Waterbirds and aquatic recreation at lake IJsselmeer, the Netherlands: the potential for conflict. Wildfowl, 48, 210-224.

Poot, M.J.M., Heunks, C., Prinsen, H.A. & de Jong, J. 2010. Verspreiding van watervogels op het open water in de nazomer in het IJsselmeer- gebied. Resultaten van vliegtuigtellingen in augustus 2010. Rapport Bureau Waardenburg 10-230.

-
- Rabaey, S. 2001. Het dieet van baars (*Perca fluviatilis* L.) en snoekbaars (*Stizostedion lucioperca* L.) in relatie tot het voedselaanbod in het IJsselmeer en Markermeer. Thesis 1618, Fish Culture and Fisheries Group, Wageningen University.
- Ridgway, M.S. 2010. A review of estimates of daily energy expenditure and food intake in cormorants (*Phalacrocorax* spp.). Journal of Great Lakes Research, 36(1), 93–99. doi: 10.1016/j.jglr.2009.10.002
- Rijkswaterstaat. 2017a. Natura 2000 Beheerplan IJsselmeergebied 2017 - 2023 IJsselmeer. 60.
- Rijkswaterstaat. 2017b. Natura 2000 Beheerplan IJsselmeergebied 2017 - 2023 Markermeer & IJmeer.
- Schreckenbach, K., Knösche, R., & Ebert, K. 2001. Nutrient and energy content of freshwater fishes. Journal of Applied Ichthyology, 17(3), 142–144. doi: 10.1046/j.1439-0426.2001.00295.x
- Specziár, A. 2011. Size-dependent prey selection in piscivorous pikeperch *Sander lucioperca* and Volga pikeperch *Sander volgensis* shaped by bimodal prey size distribution. Journal of Fish Biology 79, 1895–1917.
- Stam, M.A. 1996. Ruimtelijke en temporele patronen van visetende vogels en prooivis in het IJsselmeergebied. Werkdocument nr. 96.063X.
- Sydeman, W.J., Thompson, S.A., Anker-Nilssen, T., Arimitsud, M., Bennison, A., Bertrand, S., Boersch-Supan, P., Boyd, C., Bransome, N.C., Crawford, R.J.M., Daunt, F., Furness, R.W., Gianuca, D., Gladics, A., Koehn, L., Lang, J.W., Logerwell, E., Morris, T.L., Phillips, E.M., Provencher, J., Punt, A.E., Saraux, C., Shannon, L., Sherley, R.B., Simeone, A., Wanless, R.M., Wanless, S., Zador, S. 2017. Best practices for assessing forage fish fisheries-seabird resource competition. Fisheries Research 194: 209–221
- Tien, N., Mosqueira Sanchez I., Brunel T., van der Hammen T., Molla Gazi K., van Donk S., Foekema E., de Bruijn P., de Leeuw J.J. 2020. Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars in het IJssel-/Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C041/20.
- Tien, N.S.H. & D.C.M. Miller 2013. Vangstadviezen voor snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem in het IJsselmeer en Markermeer. Wageningen IMARES Rapport C142/13
- Tulp, I. & De Leeuw, J.J., 2002. Helpt baars zwarte stern? Limosa 75: 123-126
- Van Dam, C., Buijse, A.D., Dekker, W., van Eerden, M.R., Klein Breteler, J.G.P., & Veldkamp, R. 1995. Aalscholvers en beroepsvisserij in het IJsselmeer, het Markermeer en Noordwest-Overijssel. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 19.
- Van der Winden, J. 2002. The odyssey of the Black Tern *Chlidonias niger*: Migration ecology in Europe and Africa. Ardea, 90(3).
- Van der Winden, J., Dirksen, S., Gyimesi, A., & Poot, M. 2013. Broedsucces en voedsel van visdieven op de Kreupel 2011-2012. doi: 10.13140/RG.2.1.3206.4246
- Van der Winden, J., Dirksen, S., Hogeweg, N., Horssen, P. Van, Kelder, L., Tulp, I., & Poot, M. 2019. Visdieven in het IJsselmeergebied: broedplaatskeuze en broedsucces in een wetland met weinig dynamiek. Limosa, 92, 49–64.
- Van der Winden J., S. Dirksen & M. Poot 2018. Visdieven in het IJsselmeergebied. Aantalsontwikkeling, kolonisatie eilanden en broedsucces. Rapport 2018-02, Jan van der Winden Ecology, Utrecht.
- Van Eerden, M.R., & Voslamber, B. 1995. Mass fishing by cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Lake IJsselmeer, the Netherlands: A recent and successful adaptation to a turbid environment. Ardea, 83(1), 199–212.
- Van Eerden, M.R. 1997. Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65, Directie IJsselmeergebied, Lelystad, Thesis University of Groningen.
- Van Eerden, M.R., Van Rijn, S.H.M., & Roos, M. 2005. Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer. In Rapport RWS RIZA.

-
- Van Rijn, S.H.M., & Van Eerden, M.R. 2002. Aalscholvers in het IJsselmeergebied: concurrent of graadmeter? Vogels, vissen en visserij in een duurzaam evenwicht.
- Van Rijn, S.H.M. 2004. Monitoring Aalscholvers in het IJsselmeergebied. Voortgangsverslag 2004 RIZA werkdocumentnr. 2004.187X.
- Van de Wolfshaar, K.E., A.B. Griffioen, H.V. Winter, N.S.H. Tien, D. Gerla, O. van Keeken and T. van der Hammen 2018. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2018: Status of the eel population in 2005-2016. CVO report: 18.009
- Voslamber, B. 1991. Meeuwen in het IJsselmeergebied, voedseloecologie van zeven op het meer voorkomende soorten. Intern rapport - 9 liw.
- Vrooman, J., de Bruijn, P., Kampen, J., van der Sluis, M., de Vries, P., 2020. Op weg naar een duurzame visserij op het IJsselmeer-Markermeer; gezamenlijke bestandopnamen als stap naar breed gedragen vangstadviezen. Aanvulling 2019 en Evaluatie. Wageningen Marine Research rapport C042/20 (concept).
- Wiersma, P. 1996. Dieet en conditie van overwinterende middelste en grote zaagbekken in het IJsselmeergebied, 1979-1987. Lelystad.
- Wiersma, P., Piersma, T., & Van Eerden, M.R. 1995. Food intake of great crested grebes *Podiceps cristatus* wintering on cold water as a function of various cost factors. *Ardea*, 83(2), 339-350.
- Winter, E. 1994. Verspreiding in ruimte en tijd van visetende vogels in het IJsselmeergebied in relatie tot de visstand. , Intern rapport - 6 LIO.
- Witteveen+Bos, 2009. Metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk. RW1696-1/bote/029. In opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst en Rijkswaterstaat IJsselmeergebied.

Verantwoording

Rapport C030/20

Projectnummer: 4318100280

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: Jaap van der Meer
Senior onderzoeker

Handtekening:

Datum: 05-01-2020

Akkoord: Tammo Bult
Directeur Wageningen Marine Research

Handtekening:

Datum: 05-01-2020

Bijlage 1 Aantallen vogels Natura2000

Aantallen (seizoensgemiddelden) op basis van ongecorrigeerde vliegtuigtellingen (blauw) en Natura2000-doelstelling (rode stippellijn) per soort en gebied. Bron: SOVON Vogelonderzoek Nederland (www.sovon.nl)

Aantallen (blauw; seizoensgemiddelden op basis van ongecorrigeerde vliegtuigtellingen dwergmeeuw ; seizoensmaximum slaapplaats zwarte stern) en Natura2000-doelstelling (rode stippellijn). Voor dwergmeeuw en zwarte stern gelden alleen doelstellingen voor het IJsselmeer. Bron: SOVON Vogelonderzoek Nederland (www.sovon.nl).

Aantallen broedparen aalscholvers en visdieven in IJsselmeer en Markermeer (blauw) en Natura2000-doelen (rode stippellijn gesommeerd voor beide meren). Voor visdief gelden doelstellingen per meer (balkjes uiterst rechts), voor aalscholver voor hele gebied. Broedvogels van Oostvaardersplassen en Lepelaarsplassen (groen) zijn eveneens aangegeven aangezien deze vooral in het IJsselmeer/Markermeer foerageren. Bron: SOVON Vogelonderzoek Nederland (www.sovon.nl)

Bijlage 2 Visconsumptie door vogels

In deze bijlage is de voedselbehoefte op basis van energetische behoeftes van de belangrijkste visetende vogels van het IJsselmeer en Markermeer bepaald. Het gaat daarbij om de hoeveelheid vis (niet nader gespecificeerd naar soorten prooivis) die vogels nodig hebben om in hun energiebehoefte te voorzien.

Datasets

Natura 2000 doelaantallen

Het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer vallen onder de bescherming van Natura 2000: een netwerk van Europese natuurgebieden (Rijkswaterstaat, 2017a, 2017b). De Europese Unie streeft hiermee voor behoud en herstel van Europese biodiversiteit. Het IJsselmeergebied is een belangrijk gebied voor biodiversiteit, omdat het onder andere leefgebied biedt voor een heel aantal vogelsoorten. Het gebied is van belang als trekvogelnetwerk, foerageergebied en rustgebied. Hiervoor zijn instandhoudingsdoelstellingen opgenomen, voor zowel soorten als habitattypen die belangrijk zijn voor deze soorten. Vanwege het doel van deze rapportage, focussen wij ons op het voedsel van de visetende vogels in het gebied.

De status van verschillende Natura 2000 soorten is beschreven in rapportages van Rijkswaterstaat uit 2017, en beschrijft of de landelijke staat van instandhouding in aantallen gunstig, matig ongunstig of zeer ongunstig is ten opzichte van de doelaantallen is (Rijkswaterstaat, 2017a,b). In tabel 1.1 staan doelaantallen en seizoensgemiddelden tussen 2013-2018 genoteerd per Natura2000-gebied. In 2017 kreeg de visdief nog een negatieve status, echter waren de broedaantallen in het Markermeer zo toegenomen in 2017 en 2018, dat de landelijke staat van instandhouding inmiddels wel gehaald is. In bijlage 1 worden de aantalsontwikkelingen van de soorten die onder Natura 2000 regelgeving vallen gegeven.

Vogelaantallen

Er is gebruik gemaakt van twee datasets met tijdreeksen tot en met 2018; maandelijks vliegtuigtellingen uitgevoerd door Rijkswaterstaat en nesttellingen van visdieven en aalscholers (IJsselmeer, Markermeer, Oostvaardersplassen, Lepelaarsplassen). Alle gegevens zijn beschikbaar via SOVON (www.sovon.nl), zie bijlage 1.

Visconsumptie door vogels

Methode gegeten vis afgelopen decennia

Als eerste stap is het belangrijk een idee te krijgen van de omvang van visconsumptie door vogels. Deze hoeveelheid moet minimaal aanwezig zijn in de meren. De visconsumptie is berekend in 3 stappen:

- (1) het berekenen van energetische behoefte van vogels per soort,
- (2) het schatten van de hoeveelheid vogels die foerageren op IJsselmeer en Markermeer
- (3) het schatten van de hoeveelheid vis per vogelsoort.

Hier zijn de belangrijkste visetende soorten meegenomen en visetende vogels die vallen onder Natura 2000 doelstellingen namelijk: aalscholver, fuut, nonnetje, grote zaagbek, visdief, zwarte stern, en dwergmeeuw. Daarnaast is ook kokmeeuw als belangrijke viseter meegenomen. De overige visetende vogelsoorten in het IJsselmeergebied, met name de overige meeuwensoorten, zijn in deze berekening niet meegenomen, vanwege hun beperkte voorkomen en daarmee geringe consumptie van vis ten opzichte van het geheel.

Ad (1) Energetische behoefte bestaat uit het basaal metabolisme (BMR) en verdere activiteiten die energie kosten. BMR (in kJ) is berekend met behulp van een formule uit de literatuur (Ellis & Gabrielsen, 2001), welke gebaseerd is op het gemiddelde lichaamsgewicht per vogelsoort (Beekman & Platteeuw, 1994; Grémillet, Schmid, & Culik, 1995; M. Platteeuw, 2011; Wiersma, 1996), en is gecorrigeerd voor breedtegraad (52.653081). Vogels verbruiken een meervoud van hun BMR per dag afhankelijk van (broed) activiteiten, verteringskosten, weersomstandigheden et cetera. Met behulp van de literatuur is er per soort een inschatting gemaakt van dagelijkse energiekosten (FMR) en hebben we de BMR met een factor 3-4 vermenigvuldigd (Beekman & Platteeuw, 1994; Ridgway, 2010; Wiersma, Piersma, & Van Eerden, 1995). Tenslotte hebben we deze FMR gedeeld door 0.8 wat de verteringsefficiëntie is van visetende vogels (Castro, Stoyan, & Myers, 1989) (Tabel B.2.1). Voor broedvogels zoals aalscholver en visdief hebben we ook berekend wat jongen aan vis nodig hebben om vliegvlug te worden (Drent, Klaassen, & Zwaan, 1992; Ridgway, 2010).

Tabel B.2.1 *Basaal metabolisme (BMR), gebruikte correctie factor voor de berekening van FMR, de gemiddelde vertering efficiëntie van vis en de benodigde energie uit voedsel in kilojoule (kJ) en gram per vogelsoort, gebruikt in de berekening. Gemiddeld aantal geeft het gemiddeld aantal dieren aanwezig in het IJsselmeergebied (IJsselmeer, Marker- en IJmeer) per maand tussen 2014 en 2018 met de gebruikte correctiefactoren voor de tellingen (zie tabel B.2.2).*

Vogelsoort	BMR (kJ/dag)	Correctie factor	Verterings- efficiëntie	Benodigde energie (kJ/dag)	Voedsel nodig (gram/dag)	Gemiddeld aantal
Aalscholver	578.3	3.0	0.8	2168.6	421.9	12592
Fuut	374.6	3.5	0.8	1639.0	318.9	4576
Nonnetje	267.1	4.0	0.8	1335.4	259.8	255
Grote zaagbek	481.1	4.0	0.8	2405.4	468.0	1836
Visdief	75.2	3.0	0.8	281.9	54.8	5692
Zwarte stern	50.9	3.0	0.8	191.0	37.2	997
Dwergmeeuw	125.2	3.0	0.8	469.5	91.3	148
Kokmeeuw	72.2	3.0	0.8	270.7	52.7	11,443

Ad (2) Voor de gemiddelde aantallen vogels per jaar in IJsselmeer en Markermeer, zijn de maandelijkse telgegevens van Rijkswaterstaat vanuit het vliegtuig (Rijkswaterstaat) gebruikt. Vliegtuigtellingen beslaan niet het hele gebied en zijn gecorrigeerd op basis van voorlopige indicaties van de mate van onderschatting van de fractie vogels die zich op het open water bevinden (pers. comm. Mervyn Roos, Rijkswaterstaat, en inschattingen van auteurs van dit rapport) om tot realistischer aantallen te komen voor de totale voedselbehoefte (Tabel B.2.2). Voor een schatting van het aantal jongen van de aalscholver en visdief per jaar, zijn nesttellingen van SOVON gebruikt (SOVON.nl) en een gemiddeld broedsucces (het aantal vliegvlugge jongen per paar) uit de literatuur (van der Winden et al., 2018; Van Rijn & Van Eerden, 2002).

Ad (3) De uiteindelijk gegeten hoeveelheid vis (in kJ) is berekend door de hoeveelheid voedsel die een vogel (per soort) per jaar nodig heeft, te vermenigvuldigen met de geschatte gemiddelde aantallen vogels aanwezig in de twee meren per jaar. Bij de kokmeeuw, die naast zelf gevangen vis ook bijvangst van visserij en andere prooien eet zoals insecten (Voslamber, 1991), is de hoeveelheid gegeten vis vermenigvuldigd met 0.25. Hier is er vanuit gegaan dat enkel 25% van het kokmeeuwen-dieet uit zelf gevangen vis bestaat. De hoeveelheden vis werden vervolgens ook in kg berekend door de hoeveelheden in kJ te delen door een gemiddelde energetische waarde van vis in het IJsselmeer in kJ/g (Schreckenbach, Knösche, & Ebert, 2001).

Tabel B.2.2 Correctiefactoren gebruikt in deze rapportage voor vliegtuigtellingen Rijkswaterstaat per soort en per meer. De correcties betreffen een inschatting van de mate waarin aantallen op het open water zijn onderschat.

Vogelsoort	Correctie IJsselmeer	Correctie Markermeer
Aalscholver	1.2	1.0
Fuut	3.0	1.5
Nonnetje	3.0	1.5
Grote zaagbek	3.0	1.5
Visdief	5.0	2.0
Zwarte stern	5.0	2.0
Dwergmeeuw	1.5	1.0
Kokmeeuw	1.5	1.0

Methode berekening vis nodig voor Natura 2000 doelen

Hierboven is een schatting gemaakt hoeveel de aanwezige visetende vogels van het IJsselmeergebied aan vis hebben geconsumeerd over de afgelopen decennia. Voor voedselreservering moet ook berekend worden hoeveel vis er geconsumeerd moet kunnen worden voor de aanwezige vogels plus de aantallen vogels die er nog extra zouden moeten zijn volgens de Natura 2000 doelstellingen voor respectievelijk het IJsselmeer en Markermeer. Deze berekening is op min of meer dezelfde manier uitgevoerd als hierboven.

Doelaantallen vogels zijn gehaald uit Natura 2000 doelen (natura2000.nl; zie Tabel 1.1). In geval van aalscholver, fuut, nonnetje, grote zaagbek en dwergmeeuw gaat het om een seizoensgemiddelde. Dit aantal is omgerekend naar vogeldagen en energiebehoeften als hierboven. Voor zwarte stern is er een seizoensmaximum als doelaantal. Dit maximum is vermenigvuldigd met 30 dagen om tot een schatting van energiebehoefte te komen. Voor de visdief is er een doel voor het aantal broedparen in het gebied. Deze hebben we vermenigvuldigd met 2 (oudervogels) voor 3 maanden en energetische kosten voor geschatte aantal grootgebrachte jongen toegevoegd. Voor aalscholver is er naast een seizoensgemiddelde ook een doelaantal broedparen geformuleerd. Er vanuit gaande dat de adulten van deze broedparen al opgenomen zijn in de seizoensgemiddeldes, zijn enkel energetische kosten voor geschatte aantal grootgebrachte jongen toegevoegd als hierboven.

De hoeveelheid vis nodig voor natura 2000 doelaantallen is in de meeste gevallen een onderschatting van de benodigde vis om doelaantallen te halen, omdat ook vogels die niet zijn opgenomen in Natura 2000 doelen vis eten, en omdat de meeste doelaantallen gebaseerd lijken te zijn op ongecorrigeerde tellingen die een onderschatting zijn van de werkelijke hoeveelheden vogels (Hierboven, Ad 2). Daarom is er voor de minimale voedselreservering gekeken welke schatting een hogere waarde opleverde: de gemiddelde hoeveelheid gegeten vis tussen 2014 en 2018 als berekend hierboven of de hoeveelheid vis berekend voor Natura 2000 per soort. Als de eerste een hogere waarde opleverde hebben we voor voedselreservering de gemiddelde hoeveelheid tussen 2014-2018 genomen als voedselreservering, en anders de berekening voor Natura2000-aantallen genomen.

Voedselbehoefte visetende vogels

In figuur 3.1 is de geschatte hoeveelheid geconsumeerde vis in kilogram tussen 1992 en 2018 uitgezet. Duidelijk is te zien dat de aalscholver in beide meren, maar met name in het Markermeer, de grootste consument is. Visconsumptie kan behoorlijk verschillen tussen jaren. Dit kan bijvoorbeeld komen door een jaar met veel grote zaagbekken (2010, in groen). In figuur 3.1 is ook de geschatte hoeveelheid vis die nodig is om Natura 2000 doelen te halen aangegeven. De onderbroken lijn geeft de gemiddelde hoeveelheid vis aan die vogels de afgelopen 5 jaar hebben geconsumeerd plus de vis die nodig is om vogelaantallen voor Natura 2000 doelaantallen te halen (zie methode).

Conclusies voedselbehoefte

Vogels in het IJsselmeergebied onttrekken een geschatte hoeveelheid van ongeveer 2700 kg ton vis uit het IJsselmeer en tegen ongeveer 500 kg ton vis uit het Markermeer. Deze hoeveelheid is minimaal nodig om de Natura 2000 doelaantallen aan vogels te halen. Deze berekening kent uiteraard een aantal onzekerheden. Zo zijn de aantallen getelde dieren gecorrigeerd voor de dieren die niet geteld zijn. Deze correctiefactor is nog vrij grof en zou met kennis van Rijkswaterstaat die de telling uitvoert per maand exacter gecorrigeerd worden. Echter zal dit hoogstwaarschijnlijk niet leiden tot een compleet andere schatting. Ook voor de geschatte hoeveelheid visconsumptie per vogelsoort zijn een aantal aannames gedaan. Ook hier is variatie mogelijk. Voor de grootste visconsument van het IJsselmeergebied, de aalscholver (zie Figuur 3.1) is echter vrij veel bekend. De berekende hoeveelheid vis in gram (Tabel B.2.1) die een aalscholver nodig zou hebben per dag is iets laag, maar komt aardig overeen met gegevens uit de literatuur (Ridgway, 2010).

In theorie zouden we nu deze hoeveelheid vis kunnen vergelijken met hetgeen aanwezig is in het Markermeer en IJsselmeer, en constateren of dit genoeg is voor de vogels die aanwezig zijn en de vogels die er volgens Natura 2000 doelstellingen nog bij zouden moeten komen. Echter, hier zijn een aantal zaken die een zinvolle vergelijking in de weg staan.

- (1) Het is lastig een exacte schatting te maken van de hoeveelheid vis aanwezig in het meer. Vismonitoring vertelt ons iets over de samenstelling van vissoorten op de plek en de diepte van monitoring, maar het is onvoldoende bekend hoe de vissen verdeeld zijn over de verticale waterkolom en over de rest van het meer. Ook is de vangbaarheid van de verschillende soorten en lengteklassen niet bekend, al worden soms wel heel globale schattingen gepresenteerd.
- (2) Ten tweede is een vismonitoring een momentopname. De bestaande vismonitoring wordt uitgevoerd in het najaar en kan dus hooguit informatie geven over de hoeveelheid vis in het najaar. Het zegt niet hoeveel prooivis er is in bijvoorbeeld de broedperiode (maart-juli).
- (3) In het verlengde daarvan: wat er onttrokken wordt aan vis door vogels zou vergeleken moeten worden met wat er in het meer geproduceerd wordt, niet zozeer wat er op een bepaald moment in het jaar aanwezig is.
- (4) Ten slotte zijn lang niet alle vissen die aanwezig zijn in het meer vangbaar voor vogels. Dit hangt af van de zichtbaarheid en verspreidingsgedrag van vissen, en de foerageertechnieken van vogels (zie hoofdstuk 5).

Gezien de slechts grove schattingen die gemaakt kunnen worden voor de eerste 3 punten, en dan alleen nog met behulp van modellen die erg gevoelig zijn voor een groot aantal aannames, wordt in dit rapport een dergelijke vergelijking vermeden en wordt een methodiek gezocht die zo dicht mogelijk past bij feitelijke waarnemingen van aantallen vogels en visstand. De beschikbaarheid van vissen en factoren die deze kunnen beïnvloeden is redelijk goed onderzocht voor vogels in het IJsselmeer en deze factoren worden daarom apart besproken in hoofdstuk 5.

Bijlage 3 Prooivisbestanden IJsselmeer en Markermeer

Hoeveelheden en soortsamenstelling vis varieert over de jaren. Figuur B3.1 laat het gemiddeld totale gewicht en soortsamenstelling per hectare bevestigd oppervlak per meer. De gegevens zijn niet gecorrigeerd voor selectiviteit en onderschatten met name het deel van het bestand dat uit grotere vissen bestaat. Aangenomen wordt dat dit echter een goede weerspiegeling is van het bestand dat bestaat uit kleinere vis. In het Markermeer is een duidelijke afname te zien in gemiddeld gevangen gewicht vanaf begin 21^e eeuw. Ook in het IJsselmeer is dit het geval, alleen is dit pas de laatste 5 jaar duidelijk in de data te zien. Qua soortsamenstelling valt de afname van spiering op. Pos kwam zeer frequent voor tot ruim 5 jaar geleden in het IJsselmeer en is sindsdien sterk gedaald.

Figuur B3.1. Gewicht en samenstelling van vissoorten in alle gemeten lengtes in kg per hectare bevestigd oppervlak met grote kuil/boomkor per meer tussen 1990-2019. Gegevens van de vismonitoring van het WMR.

Veel van de vissen zijn te groot voor vogels om te eten. Daarom zijn in figuur B3.2 en B3.3 soortgelijke figuren gemaakt met vissen die in de lengteklasse vallen van verschillende groepen vogels voor respectievelijk IJsselmeer en Markermeer. Voor de kleinste soorten als nonnetje, zwarte stern en dwergmeeuw zijn dit vissen kleiner dan 11 cm, voor vogels die middelgrote prooien eten zoals fuut, grote zaagbek en kokmeeuw zijn dit vissen kleiner dan 18 cm en voor aalscholvers zijn dit prooien kleiner dan 31 cm. Visdieven eten prooien kleiner dan 13 cm. Deze grafiek is niet geplot, omdat deze erg overeen komt met de grafiek voor vissen kleiner dan 11 cm. De verschillen tussen de lengte klassen lijken subtiel, maar te zien is dat met name voor de kleinste soorten het prooiaanbod in het Markermeer zeer gering is, terwijl aalscholvers (<31 cm) in beide meren beschikking hebben tot bijna alle vissoorten, vergeleken met grafiek B3.1. Voor aalscholvers is het prooiaanbod wat betreft lengte klasse in kg bijna dubbel zo groot als voor de kleinste vogelsoorten in beide meren. Ook is het prooiaanbod wat betreft soorten voor grotere vogels iets diverser dan dat van kleinere soorten; blankvoorn en brasems vallen voor kleine vogels meestal buiten het bereik terwijl deze qua lengte wel voor kunnen komen in het dieet van grotere vogelsoorten. Voor zowel kleine als grote vogels is in het IJsselmeer baars een belangrijke prooi geworden wat betreft prooilengete en voorkomen de laatste jaren.

Figuur B3.2. Gewicht en samenstelling van vissoorten per lengte categorie in kg per hectare bevist oppervlak van het IJsselmeer tussen 1990-2019.

Figuur B3.3. Gewicht en samenstelling van vissoorten per lengte categorie in kg per hectare bevist oppervlak van het Markermeer tussen 1990-2019.

Bijlage 4 Vis in zandwinputten

Serdar Sakinan, Bram Couperus & Joep de Leeuw

Onlangs zijn er door de aanleg van Marker Wadden, Trintelzand en andere natuurontwikkelingsprojecten in met name het Markermeer een aantal diepe putten van 20 m of lokaal zelfs tot ca 35 m diep bijgekomen. Zandwinputten kunnen grote hoeveelheden vis aantrekken die op hun beurt weer roofvis en vogels aantrekken (Van Eerden & Voslamber 1995).

In augustus 2019 is met behulp van hydroakoestiek (WMR) en een kleine (5x5 m) atoomkuil (in samenwerking met Atkb) onderzocht welke vis van deze nieuwe putten gebruik maakt. De watertemperatuur in de zandwinputten was 18 C op alle gemeten dieptes (continumeting met CTD). Op alle dieptes werd met hydroakoestiek vis waargenomen, zowel grote hoeveelheden kleine vis als grotere vis (Figuur B4.1). De bemonsteringen met de atoomkuil lieten zien dat de kleine vis vooral spiering en kleine baars betrof en de grote vis vooral snoekbaars (Tabel B4.1, Figuur B4.2).

Figuur B4.1 Driedimensionale beelden van de contouren van 4 zandwinputten rond Marker Wadden en het voorkomen van vis op basis van hydroakoestiek 18 en 19 augustus 2019. Blauwe stippen geven zwakke echo's aan (kleine vis), rode stippen sterke echo's (grote vis). De verdeling over de put wordt deels bepaald door de raaien die over de putten zijn gevaren.

Vissen met de atoomkuil in zandwinputten is lastig omdat vermeden moet worden dat het net vastslaat in de steile wanden van de putten. Daarom wordt vis die zich dicht langs de wanden en op taluds bevindt onvoldoende meegenomen. De vangsten suggereren dat, gesommeerd over dieptes tot 20 m, het om tienduizenden vissen per hectare gaat, en de dichtheid naar alle waarschijnlijkheid wordt onderschat.

Tabel B4.1. Vangst met de 5-m atoomkuil in zandwinputten rond Marker Wadden in augustus 2019.

Diepte (m)	bevist oppervlak (m ²)	vangst met 5m-atoomkuil (aantal/ha bevestig oppervlak)					
		baars	snoekbaars	pos	spiering	overige	totaal
0-5 m	2100	644	25		914	0	3683
5-10 m	8100	65	18	81	545	16	8825
10-15 m	3500	84	22	22	186	44	3858
15-20 m	5700	73	21	27	182	5	6008
20-25 m	250	18	12	48	40	0	368

Figuur B4.2 Samenstelling van vangsten (gemiddelde over zandwinputten en verschillende dieptestrata in aantal/ha bevist oppervlak) met 5x5 atoomkuil in zandwinputten rond Marker Wadden op 18 en 19 augustus 2019.

Bijlage 5 Draagkracht

Jip Vrooman & Joep de Leeuw

Draagkracht is een begrip om aan te geven wat de potentie van een gebied is in termen van voedselvoorziening voor de maximale aantallen van een bepaalde diersoort die gebruik kunnen maken van het gebied. Het appelleert aan wat de voedselproductie “bottom-up” voor aantallen consumenten mogelijk en dus niet “top-down” worden gecontroleerd door roofdieren (inclusief bijvoorbeeld parasieten en ziekteverwekkers) of menselijke exploitatie.

Voor voedselreservering kan het een interessant gegeven zijn om te bepalen of de doelaantallen wel gehaald kunnen worden gegeven de draagkracht van de huidige toestand van het IJsselmeergebied. Ook is het begrip praktisch bij het modelleren van scenario's voor bijvoorbeeld visserijbeheer om de scenario-uitkomsten binnen realistische grenzen te kunnen formuleren.

Ten behoeve van deze laatste toepassing is in de *management strategy evaluation* (MSE) modellen voor baars en snoekbaars de minimale draagkracht voor deze twee bestanden in het IJssel-/Markermeer tussen 1992-2019 bepaald op basis van de surveygegevens (jaarlijkse visstandbemonstering met kuil/boomkor) en commerciële aanlandgegevens (Tien *et al.* 2020). Als draagkracht werd voor baars, respectievelijke snoekbaars, het beste jaar in de tijdreeks vanaf 1992 gekozen met de hoogste totale schatting hetzij beste commerciële vangst, hetzij hoogste surveyvangst. Omdat bekend is dat de boomkorsurvey met name de grotere individuen onderschat, zijn de surveyvangsten gecorrigeerd met een geschatte selectiviteit op basis van een vergelijking met de A-toomkuil, waarvan wordt aangenomen dat deze de grotere lengteklassen beter vangt (data 2018 en 2019, Vrooman *et al.* 2020). Vervolgens werden de schattingen van de surveyvangsten opgeteld bij de commerciële aanlandingen van dat jaar voor een totale minimale schatting van het bestand baars en snoekbaars. Voor de gebruikte MSE-modellen is het niet belangrijk om nauwkeurige schattingen van het bestand te maken; het is vooral een controle achteraf of de modeluitkomsten realistisch zouden kunnen zijn.

Het bepalen van de draagkracht van het IJsselmeer en Markermeer voor prooivis, ofwel het deel van de visbestanden dat bestaat uit kleine, jonge vis dat binnen dat jaar wordt geproduceerd, is veel onzekerder. Ten eerste omdat in het eerste levensjaar van vissen enorm veel sterfte optreedt, zeker in de eerste maanden, zowel door predatie (roofvissen, vogels) als andere oorzaken (zomersterfte spiering bijvoorbeeld, De Leeuw 2007). De eindbalans van dat jaar komt daarom pas aan het eind van het eerste groeiseizoen in het najaar in beeld door de jaarlijkse visstandbemonsteringen. De productie gedurende het jaar zegt vermoedelijk iets meer over de draagkracht dan de eindbalans, maar gegevens om productie te schatten ontbreken. Daarnaast is er beperkt visserij op kleine vis en zijn er dus geen betrouwbare tijdreeksen van de omvang daarvan die indicaties over jaarlijkse productie van kleinere vis zouden kunnen geven. Zo'n eindbalans van de visstandbemonsteringen geeft wel een beeld van veranderingen in het jonge visbestand aan het eind van het groeiseizoen (oktober/november) over de jaren, zie bijlage 3. Van jaar tot jaar kunnen de bestanden aardig verschillen. Dat is natuurlijk niet vreemd gezien de vele toevalsfactoren zoals bijvoorbeeld temperatuur die kunnen bepalen wat de jaarklassterkte uiteindelijk zal worden. Toch geven de gemiddeld neergaande trends in deze najaarssurveys wel een beeld dat de productiecapaciteit gemiddeld lager is geworden sinds begin jaren 1990 (Bijlage 3). De gemiddeld hogere vangsten wijzen op een gemiddeld hogere productiecapaciteit (draagkracht) in het IJsselmeer dan in het Markermeer. De samenstelling van de visbestanden verandert echter ook. Het ligt buiten het bestek van deze rapportage om mogelijke oorzaken verder uit te diepen.

De neergaande trends van een aantal soorten vogels over de jaren (bijvoorbeeld bij futen en zaagbekken, zwarte sterns en dwergmeeuwen) kunnen dus deels veroorzaakt worden door een geringere productiecapaciteit van IJsselmeer en Markermeer.

Bij het begrip draagkracht voor vogels zou ook de vangbaarheid meegenomen kunnen worden. Niet alleen de visproductie maar ook, door gemiddeld toegenomen helderheid van het water, zou de vangbaarheid van vis gemiddeld afgenomen kunnen zijn en daarmee is de uiteindelijke draagkracht van vooral IJsselmeer maar ook Markermeer voor visetende vogels wellicht ook minder geworden, maar dit is op basis van het gegevensmateriaal op dit moment nog speculatief.

Naast afnemende trends bij sommige vogelsoorten zien we ook dat bijvoorbeeld het gebruik van het IJsselmeergebied door aalscholvers eerder lijkt toegenomen, aanvankelijk door een toenemend aantal broedvogels, maar daarnaast ook doordat aalscholvers meer dan voorheen jaarrond visbestanden van het IJsselmeergebied benutten. Samen met goede bestanden snoekbaars de afgelopen jaren zorgt dit ook voor een aanzienlijke predatiedruk op het prooivisbestand. Dat maakt het niet eenvoudig uitspraken te doen over de huidige draagkracht (bottom-up) voor vogels; via grenzen aan productie prooivis, danwel of het prooivisbestand top-down beperkt wordt door predatiedruk.

Bijlage 6 Dieet en visconsumptie roofvisbaars en snoekbaars

Edwin Foekema & Joep de Leeuw

Het dieet en de consumptie van roofvis is in grote mate afhankelijk van de grootte van de roofvis. Bij vogels kunnen we aannemen dat elk geteld individu dezelfde voedselbehoefte heeft, maar bij roofvis verandert het dieet en de voedselbehoefte naarmate deze groeit, en vis blijft doorgaans gedurende het hele leven groeien. Daar komt bij dat we van vogels maandelijkse schattingen hebben van de aantallen, terwijl we van roofvis feitelijk maar eens per jaar een momentopname tot onze beschikking hebben. We kunnen die informatie wel wat aanvullen met gegevens over aanlandingen en marktmonsteringen, al geven deze slechts een beeld van een beperkt deel van het visbestand.

Om effecten van een roofvisbestand mee te nemen in duurzame visserijmodellen en ook voor voedselreservering voor vogels, proberen we daarom zoveel mogelijk de onzekerheden rond het schatten van een roofvisbestand te ontwijken, en zoveel mogelijk gebruik te maken van relatieve veranderingen die we zien over de jaren.

Voor een beter begrip van effecten van roofvis op het prooivisbestand voor vogels is het echter bruikbaar een zo goed mogelijk beeld te hebben van het dieet van roofvis en voor zover mogelijk de (relatieve) visconsumptie.

Dieet

Het dieet van roofvis wordt vooral bepaald door de grootte van de roofvis: hoe groter de roofvis des te grotere prooien deze kan verorberen. In de praktijk blijkt het goed mogelijk de maximale prooigrootte te schatten uit de grootte (hoogte) van de bek van de roofvis en de hoogte van de prooi. Voor baars en snoekbaars zijn er relaties opgesteld tussen de lengte van de vis en de bekgrootte (Mous 2000 voor total length=lengte inclusief staart, Specziár 2011 voor standard length= lengte vis tot aan staartwortel). Daarnaast zijn er relaties voor lengte (prooi)vis en hoogte van de vis (Mous 2000, Specziár 2011). Daarmee is voor elke lengte roofvis te bepalen welke lengtes van een bepaalde prooivis onderdeel uit kunnen maken van het dieet. In het IJsselmeer en Markermeer blijken deze relaties een zeer goede voorspeller van het potentiële dieet op basis van de grootte van de prooi (Rabaey 2001). De maximale prooigrootte is ongeveer een derde (bij uitzondering de helft) van de lengte van baars/snoekbaars. De meeste prooien zijn echter kleiner. In de literatuur en onderzoek in het IJsselmeer en Markermeer (Rabaey 2001) blijkt dat de prooilengtes variëren van 5-50% van de lichaamslengte van baars/snoekbaars met een gemiddelde van ca 25%, maar dat hangt af van de vorm van prooi: hoogruggige soorten zoals brasem worden bij kleinere lengte al een probleem terwijl spiering en grondels door hun langgerekte vorm bij veel grotere lengtes nog behapbaar zijn.

Spiering is klein en langwerpig en daarmee een van de eerste visprooien die baars en snoekbaars aankunnen. Daarmee is spiering vooral een heel belangrijke prooi voor jonge baars en snoekbaars die overschakelen van een planktondieet naar een visdieet. Met name van jonge snoekbaars is bekend dat het overschakelen van een planktondieet naar een visdieet in het eerste groeiseizoen belangrijk bijdraagt aan een hogere overleving (o.a. Buijse 1992). Uit directe vergelijkingen tussen bemonsteringen van aanwezige vis en het dieet van baars en snoekbaars die bij dezelfde bemonsteringsplek werden gevangen bleek ook dat roofvis niet soortselectief is, en weinig grootteselectief voor prooivis kleiner dan de maximaal behapbare grootte (Rabaey 2001).

Het dieet van roofvissen is dus in principe goed te voorspellen uit de samenstelling van de jaarlijkse visindices. Die samenstelling varieert echter sterk van jaar tot jaar en dus ook het dieet. In recente jaren zijn invasieve grondelsoorten als zwartbekgrondel en pontische stroomgrondel algemener geworden in IJsselmeer en Markermeer (bijlage 2). Deze soorten kwamen niet voor ten tijde van het

onderzoek van Rabaey (2001) en de jaren daarvoor. Om te bepalen of deze grondels ook gegeten worden door baars en snoekbaars zijn in het najaar van 2019 uit de marktbemonsteringen en tijdens de visstandbemonsteringen met de boomkor magen van grotere baars en snoekbaars verzameld om het dieet te onderzoeken. Voor baars blijken grondels 12-30% van het dieet uit te kunnen maken, voor snoekbaars ligt dit zelfs in de ordegrootte van 27-67%. Ruim de helft van de prooien in de magen was overigens zo verteerd dat de prooi niet tot vissoort kon worden gedetermineerd. Grondels zijn relatief makkelijk te determineren, zelfs als ze al behoorlijk verteerd zijn, terwijl kleine makkelijk verteerbare prooien als spiering veel minder goed terug te vinden zijn. Daarmee bestaat het risico dat de fractie grondels wordt overschat als je de fractie grondels uitdrukt in percentage van aantal tot soort gedetermineerde prooien; dat vormt het hoogste getal in de bovengenoemde ranges. Als daarentegen wordt aangenomen dat alle ondetemineerbare prooien in elk geval geen grondels waren, dan onderschatten we waarschijnlijk de fractie grondels; dat is het laagste getal van de genoemde ranges. Deze ranges van fractie grondels in het dieet zijn wat hogere cijfers dan in de bemonsteringen wordt waargenomen (ca 10 % grondels, bijlage 2). Grondels zijn blijkbaar als bodemlevende, minder mobiele soorten, met een slanke lichaamsbouw een gemakkelijke en gewilde prooi.

De meeste baarzen in het IJsselmeergebied zijn kleiner dan 35 cm en snoekbaarzen zijn doorgaans aanzienlijk kleiner dan 70 cm. Veruit de meeste prooivissen die door baars en snoekbaars worden gegeten zijn dus kleiner dan zo'n 20 cm. Zowel de grootte als de (niet-selectieve) keuze van prooi soort voor roofvis overlapt dus met die van vogels.

T: +31 (0)317 48 09 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'