



RWS INFORMATIE

PAGW Dashboard Systemkwaliteit Grote Wateren

Onderbouwing indicatoren en rekenregels



Colofon

Uitgegeven door Rijkswaterstaat WVL
Auteur Peter van Puijenbroek, Jaap Graveland en Marieke de Lange
Informatie Marieke de Lange
Telefoon 06-11112471
E-mail marieke.de.lange@rws.nl; peter.vanpuijenbroek@pbl.nl

Datum 4 april 2022
Versie 1
Status DEFINITIEF

Inhoud

Voorwoord	4
Managementsamenvatting	5
Deel I: PAGW Dashboard - Beschrijving op hoofdlijnen	9
1 Inleiding	10
1.1 Aanleiding voor ontwikkelen Dashboard	10
1.2 Doel van het PAGW Dashboard systeemkwaliteit grote wateren	10
1.3 Toepassing Dashboard	11
1.4 Raakvlakken	12
2 De acht indicatoren op hoofdlijnen	13
2.1 Gevolgde denklijn in keuze indicatoren	13
2.2 Indicator Leefgebieden	14
2.3 Indicator Verbindingen	14
2.4 Indicator Fysische processen en dynamiek	14
2.5 Indicator Fysisch-chemische waterkwaliteit	15
2.6 Indicator Biodiversiteit	15
2.7 Indicator Functioneren voedselweb	15
2.8 Indicator KRW biologie	16
2.9 Indicator N2000	16
Literatuur deel I	17

Voorwoord

Als Rijk werken we aan toekomstbestendige grote wateren met een goede waterkwaliteit en hoogwaardige natuur. Waarmee we ook een gezonde basis leggen voor duurzame economische en maatschappelijke ontwikkeling in en rond de grote wateren. In 2018 startten de ministers van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). De PAGW richt zich op herstel en aanleg van leefgebieden, herstel van verbindingen tussen zoet en zout en land en water en het terugbrengen van de natuurlijke dynamiek in de Waddenzee en de Eems-Dollard, het IJsselmeergebied, de Zuidwestelijke Delta en het Rivierengebied. Waarbij rekening wordt gehouden met en ingespeeld op de gevolgen van klimaatverandering. Zo willen we er voor zorgen dat de kwaliteit van water en natuur in Nederland ook op de langere termijn voldoet aan de Europese afspraken voor de Kaderrichtlijn Water en de Vogel- en Habitatrichtlijn.

De PAGW is een programma van de lange adem: we verwachten in 2050 alle benodigde maatregelen te hebben uitgevoerd om het doel van de PAGW te realiseren. Voor de voorbereiding en uitvoering van alle maatregelen is een investeringsbudget nodig van zeker zo'n 2 miljard euro. Om te kunnen volgen in welke mate de uitvoering van de PAGW-maatregelen daadwerkelijk bijdraagt aan het PAGW-doel is in opdracht van IenW en LNV door de PAGW-uitvoering (Rijkswaterstaat, RVO en Staatsbosbeheer) een 'PAGW Dashboard systeemkwaliteit grote wateren' ontwikkeld. Het Dashboard maakt inzichtelijk hoe de systeemkwaliteit in de grote wateren zich ontwikkelt. Dat inzicht willen we gebruiken om te bepalen of we met de PAGW-maatregelen het PAGW-doel ook daadwerkelijk gaan realiseren en of het maatregelenpakket aanpassing behoeft. Het 'PAGW Dashboard systeemkwaliteit grote wateren' wordt in dit rapport toegelicht.

Voor een aantal PAGW-maatregelen zijn nu projecten in voorbereiding. Pas over enkele jaren zullen de meeste van deze projecten daadwerkelijk gerealiseerd zijn. Daarna kan via monitoring worden gevolgd wat de projecten bijdragen aan de PAGW-doelen voor ecologische waterkwaliteit en natuur. Het is nu zaak het Dashboard te vullen met gegevens over de huidige systeemkwaliteit van de grote wateren. Zodat het daarna makkelijker wordt om de effecten van aangelegde PAGW-projecten zichtbaar te maken.

Wij zijn de ontwikkelaars van dit Dashboard erkentelijk voor het geleverde resultaat. Zo kunnen we politiek-bestuurlijk en ambtelijk op eenvoudige wijze volgen wat de uitvoering van PAGW-projecten aan ecologische waterkwaliteit en natuur voor onze grote wateren oplevert. En waar we eventueel andere of extra maatregelen moeten inzetten voor een volledig doelbereik van de PAGW.

Liz van Duin
Directeur Waterkwaliteit, Ondergrond en
Marien
Ministerie van IenW

Nanou Beekman
Directeur Grote Wateren, Visserij en
Landelijk Gebied
Ministerie van LNV

Managementsamenvatting

Begin 2018 spraken de ministers van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) de ambitie uit om tot 2050 diverse maatregelen te nemen die nodig zijn om te komen tot "toekomstbestendige grote wateren waar hoogwaardige natuur goed samengaat met een krachtige economie". Om regie te hebben op de realisatie van deze ambitie startte in hetzelfde jaar de Programmatische Aanpak Grote Wateren ([PAGW](#)) voor vier grote wateren: het Waddengebied, het IJsselmeergebied, de Zuidwestelijke Delta en het Rivierengebied.

De stuurgroep van PAGW wil in dit langjarige programma inzicht op het bereiken van de ecologische doelen die volgen uit de Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura 2000 verplichtingen. Daarvoor is het PAGW Dashboard Systeemkwaliteit grote wateren (in dit rapport verder benoemd als Dashboard) ontwikkeld. Het geeft in één oogopslag inzicht in de voortgang van de doelrealisatie van de PAGW; de veranderingen van zowel de individuele waterlichamen als in de vier grote wateren waar de PAGW zich op richt. Het Dashboard is informerend en evaluerend, en is aanvullend op maar niet in plaats van de KRW en Natura 2000 beoordeling.

Dit rapport beschrijft de uitwerking van dit Dashboard. Omdat PAGW en het [LIFE IP Deltanatuur](#) programma vergelijkbare doelstellingen hebben is hierin samengewerkt. Tijdens de uitwerking van het dashboard (2019 – 2021) zijn de verschillende onderdelen van het Dashboard vastgesteld door de Stuurgroep.

Dashboard met acht indicatoren

Het Dashboard bestaat uit acht indicatoren die aansluiten op de ecologische doelen¹ van de PAGW. Samen geven ze de voortgang op de doelrealisatie weer. Uitgangspunt bij de uitwerking was dat de berekening van de indicatoren zo veel mogelijk gebaseerd kan worden op bestaande metingen en waarnemingen.

Het Dashboard geeft de voortgang weer op de volgende aspecten:

- Hebben de projecten de gewenste *leefgebieden* (1) teruggebracht?
- Zijn de natuurlijke *verbindingen* (2) hersteld?
- Is/zijn de natuurlijke *fysische processen/dynamiek* (3) hersteld?
- Is de *fysisch-chemische waterkwaliteit* (4) op orde gebracht?
- Hebben de verbeteringen in de milieucondities (zijn de randvoorwaarden op orde?) geleid tot een robuust en gezond ecosysteem met de bijbehorende *biodiversiteit* (5) en een daarbij passend *voedselweb* (6)?
- En zien we dit ook terug in de beoordelingen voor de *KRW* (7) en *Natura 2000* (8)?

De indicatoren 1 t/m 4 geven weer of "het huis op orde is". Dit is de *output*, de maakbare aspecten waar de PAGW projecten op ingrijpen. De indicatoren 5 t/m 8 geven de *outcome* weer: of de gewenste planten- en diersoorten het "huis" inderdaad gaan bewonen en er duurzaam kunnen leven. Dit sluit aan op het hoofddoel van de PAGW – hoogwaardige natuur - en het advies van de commissie

¹ verbeteren waterkwaliteit, herstellen natuurlijke dynamiek, variatie in leefgebieden, land-water overgangen (diversiteit, gradiënten), opheffen onnatuurlijke fysieke barrières en verduurzamen beheer en gebruik

MER dat de PAGW aandacht besteedt aan biodiversiteit en gebiedsdoelen (MER, 2019).

Ontwikkeling Dashboard

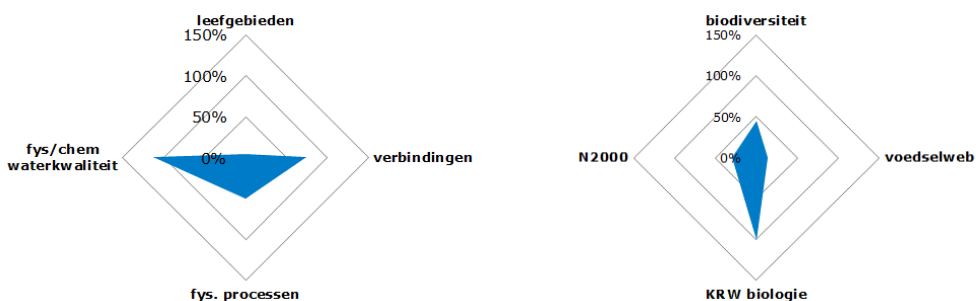
In 2020 en 2021 zijn de indicatoren van het Dashboard uitgewerkt. Voor zes van de acht indicatoren kon er gebruik gemaakt worden van bestaande indicatoren of methodieken:

- Indicator leefgebieden maakt gebruik van het Rijkswaterstaat Ecotopenstelsel.
- Indicator verbindingen is gebaseerd op de Nationale Visroutekaart.
- Indicator fysische processen en dynamiek (nog in ontwikkeling) is gebaseerd op de kennis die in de KRW is ontwikkeld voor de hydromorfologische beoordeling (beoordeling van de vormen in het landschap ontstaan door water).
- Indicator fysisch-chemische waterkwaliteit is gelijk aan de KRW beoordeling fysisch-chemische waterkwaliteit.
- Indicator KRW biologie is gelijk aan de KRW beoordeling biologie.
- Indicator Natura 2000 is gelijk aan de Natura 2000 beoordeling van staat van instandhouding.

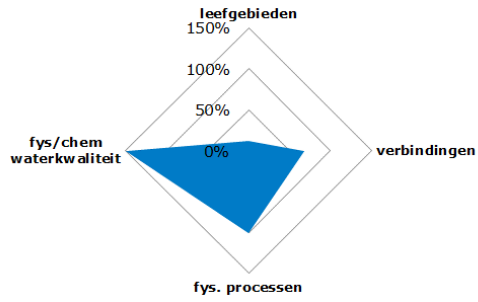
De indicatoren biodiversiteit en functioneren voedselweb zijn speciaal voor de PAGW ontwikkeld. Dit is gedaan met de meetgegevens van meren in de Zuidwestelijke Delta en het IJsselmeergebied, omdat hiervoor als onderdeel van het MWTL langlopende meetreeksen beschikbaar zijn. De ontwikkelde indicatoren zullen in 2022 worden toegepast op alle waterlichamen in de PAGW, voor het bepalen van de nulmeting van het Dashboard (T0).

Prototype voor het IJsselmeergebied

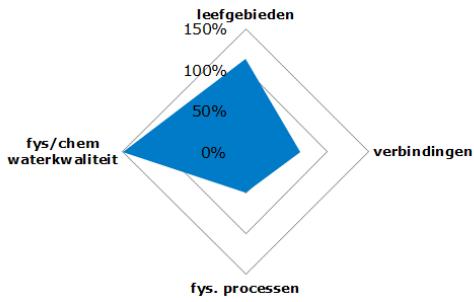
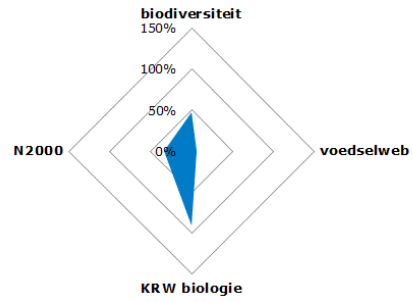
In 2021 is voor het gehele IJsselmeergebied en voor de onderliggende waterlichamen een prototype vastgesteld.



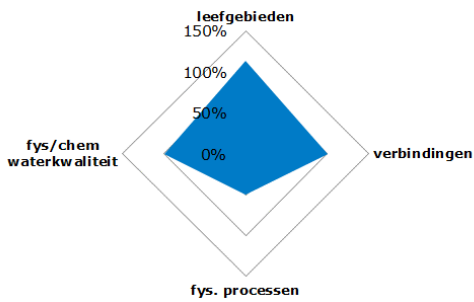
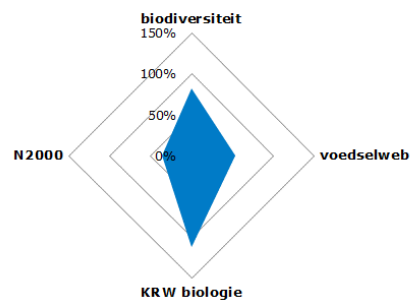
Prototype IJsselmeer



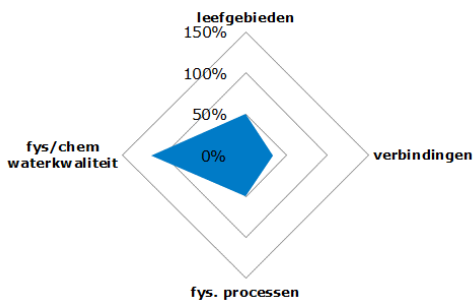
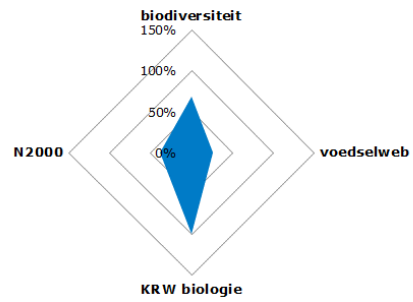
Prototype Markermeer



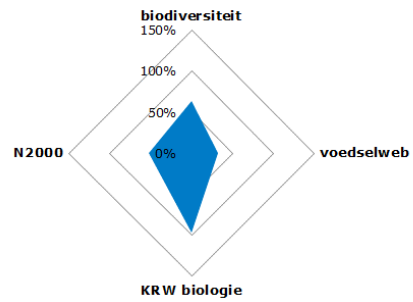
Prototype Randmeren Oost

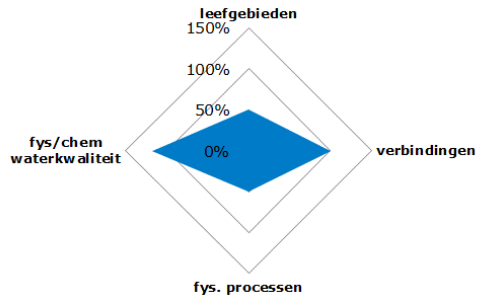


Prototype Randmeren Zuid

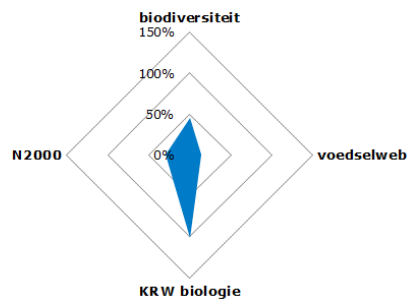
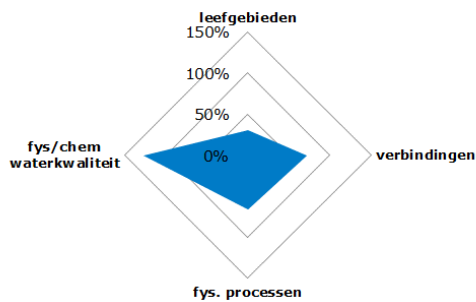
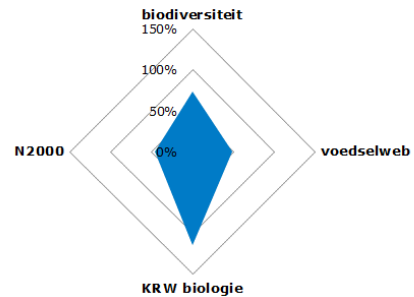


Prototype Ketelmeer, Vossemeer





Prototype Zwarte Meer



Prototype IJsselmeergebied (elke indicator vierkantswortel-oppervlakte gewogen gemiddelde van de zes waterlichamen)

Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit twee delen, elk voor een specifieke doelgroep.

Deel I beschrijft het Dashboard met de acht indicatoren op hoofdlijnen. Doelgroep van dit deel zijn de managers en strategisch adviseurs bij overheden en maatschappelijke partners, zoals natuurbeschermingsorganisaties.

Deel II beschrijft de ontwikkeling van de indicatoren biodiversiteit en functioneren voedselweb. Het beschrijft en onderbouwt de gemaakte keuzes aan de hand van de resultaten voor de meren in de Zuidwestelijke Delta en het IJsselmeergebied. Dit deel is voor de meer inhoudsdeskundigen binnen en buiten PAGW die onder de 'motorkap' van het Dashboard moeten kunnen kijken of aansluiting zoeken voor de ontwikkeling van eigen indicatoren (bijvoorbeeld waterschappen).

Deel I

PAGW Dashboard Systeemkwaliteit Grote Wateren Beschrijving op hoofdlijnen



1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor ontwikkelen Dashboard

De ecologie van de grote wateren heeft – aanvullend op de huidige inspanningen – een extra impuls nodig. Begin 2018 hebben daarom de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de ambitie uitgesproken om tot 2050 diverse maatregelen te nemen die nodig zijn om te komen tot “toekomstbestendige grote wateren waar hoogwaardige natuur goed samengaat met een krachtige economie”. Dit wordt vormgegeven in de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Hiervoor is een uitvoeringsorganisatie opgericht die bestaat uit Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer en RVO. Meer informatie over het programma en de onderliggend projecten staat op deze website: [Home | PAGW](#)

De stuurgroep van de PAGW heeft aan het PAGW programmteam gevraagd een dashboard te ontwikkelen om aan beleid (LNV en IenW) inzicht te geven in de voortgang op programmaniveau van de PAGW in het bereiken van de ecologische doelen. Het dashboard heeft een informerend (evaluerend) doel, en is aanvullend op maar niet in plaats van de KRW en Natura 2000 beoordeling.

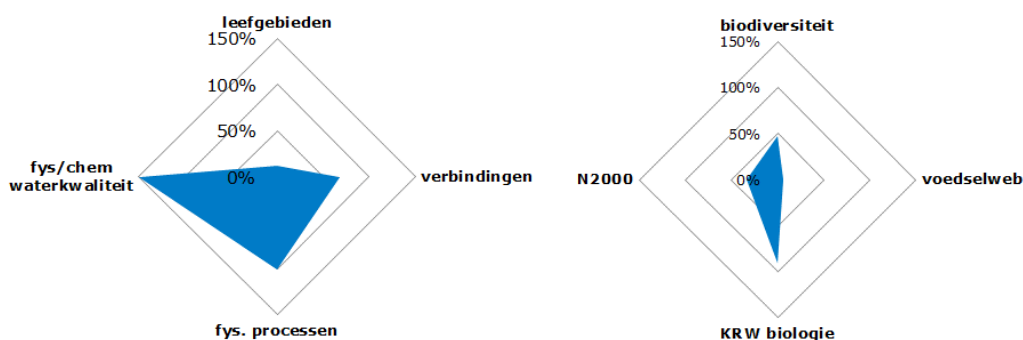
1.2 Doel van het PAGW Dashboard systeemkwaliteit grote wateren

Het PAGW Dashboard systeemkwaliteit grote wateren (in dit rapport verder benoemd als “Dashboard”) geeft in één oogopslag inzicht in de voortgang van de doelrealisatie van de PAGW. Hiervoor wordt er gebruik gemaakt van acht indicatoren die aansluiten op de hoofdoelen van de PAGW. Het geeft inzicht in de veranderingen van zowel de individuele waterlichamen als in de vier gebieden waar de PAGW zich op richt: het Waddengebied, het IJsselmeergebied, de Zuidwestelijke Delta en in het Rivierengebied.

Het Dashboard maakt zo veel mogelijk gebruik van bestaande metingen en waarnemingen in het veld, en geeft de voortgang weer op de volgende aspecten:

- Hebben de projecten de gewenste *leefgebieden* (1) teruggebracht?
- Zijn de natuurlijke *verbindingen* (2) hersteld?
- Is/zijn de natuurlijke *fysische processen/dynamiek* (3) hersteld?
- Is de *fysisch-chemische waterkwaliteit* (4) op orde?
- Leiden de verbeteringen in de milieucondities (zijn de randvoorwaarden op orde?) ook in een robuust en gezond ecosysteem met de bijbehorende *biodiversiteit* (5) en een daarbij passend *voedselweb* (6)?
- En zien we dit ook terug in de beoordelingen voor de *KRW* (7) en *Natura 2000* (8)?

De indicatoren 1 t/m 4 geven weer of “het huis op orde is”. Dit is de *output*, de maakbare aspecten waar de projecten op ingrijpen, zoals vergroten leefgebieden en herstellen verbindingen. De indicatoren 5 t/m 8 geven de *outcome* weer, of de gewenste planten- en diersoorten het huis inderdaad gaan bewonen en er duurzaam kunnen leven (Figuur 1.1). Dit sluit aan op het hoofddoel van de PAGW – hoogwaardige natuur – en het advies van de commissie MER dat de PAGW aandacht besteedt aan biodiversiteit en gebiedsdoelen (MER, 2019).



Figuur 1.1. Illustratie Dashboard, met in het linker radardiagram de output indicatoren en in het rechter radardiagram de outcome indicatoren.

In het Dashboard wordt de waarde van de indicator vergeleken met een doel, de gewenste kwaliteit die op 100% is gesteld. In samenspraak met de Stuurgroep PAGW is voor de weergave in de vorm van radardiagrammen gekozen, waarbij de waarde van de indicator geschaald is op deze 100%. Dit is vergelijkbaar met de AMOEBE (Algemene Methode voor Oecosysteembeschrijving en Beoordeling) van eind vorige eeuw.

Het doel van 100%, “wanneer is het goed?”, is zo veel mogelijk gebaseerd op de vastgestelde doelen voor KRW en Natura 2000. Voor de overige indicatoren is de 100% bepaald om representatief te zijn voor een goed functionerend ecosysteem, maar niet het maximaal haalbare referentiebeeld. Als de kwaliteit van het ecosysteem sterk verbeterd, kunnen er ook waarden boven de 100% bereikt worden.

1.3

Toepassing Dashboard

Het Dashboard zal elke zes jaar opgesteld worden om veranderingen in beeld te brengen. Dit sluit aan op de zes-jaarlijkse KRW en Natura 2000 rapportages. Het Dashboard is ontworpen om de voortgang en doelbereik van het programma weer te geven. Dit is in belangrijke mate gebaseerd op de bijdrage van de afzonderlijke projecten aan de doelen. Rekening houdend met de doorlooptijd van dit type infrastructurele projecten en de nog langere termijn waarop effecten op biodiversiteit en functioneren voedselweb zijn te verwachten, zal het Dashboard voor die aspecten met name op de wat langere tijdschaal veranderingen laten zien. We rapporteren daarom eens per zes jaar. In de jaarlijkse verantwoordingen van het programma kunnen tussenstanden worden weergegeven.

Zichtjaren cyclus, als onderdeel van de cyclus van het Monitoring en Evaluatie Programma:

T0	2021
T1	2024
T2	2030

Het Dashboard geeft een beeld op hoofdlijnen, en is vooral bedoeld als communicatiemiddel richting beleid. Elk van de acht indicatoren in het Dashboard wordt onderbouwd in diepere, inhoudelijke lagen via parameters en deelparameters. De indicatoren zijn gebiedspecifiek uitgewerkt, in samenwerking met de projectteams en externe deskundigen (zoals kennisinstellingen, RVO, SBB). Hierbij is gebruik gemaakt van ervaringen met andere beoordelingssystemen, zoals de Natuurthermometer Markermeer (Mouissie, 2015; Mouissie, 2019), de

beoordelingssystematiek Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (Maris et al., 2014), en de Waddenbalans (Waddenacademie, 2020).

1.4 Raakvlakken

Het Dashboard staat niet op zich. Het is een van de gebruikte instrumenten om de voortgang van uitvoering te monitoren. De vraag naar voortgang in termen van resultaten (output) en effecten (outcome) speelt in veel projecten en programma's. Daarom kent het Dashboard een groot aantal raakvlakken met andere beoordelingssystemen. Bij voorkeur ontstaan er daartussen geen verschillen in beoordeling. Daarom vindt afstemming plaats:

- Het Dashboard maakt deel uit van het Monitoring en Evaluatie Programma PAGW.
- Het Dashboard wordt ook toegepast in het programma [LIFE IP Deltanatuur](#), als invulling van de actie D4 ontwikkelen Natuurthermometer.
- [Dashboard beleidsrelevante natuurindicatoren 2020](#), die in opdracht van het rijk en de provincies zijn ontwikkeld in het kader van de lerende evaluatie van het Natuurpact. Dit zijn met name indicatoren gericht op landnatuur. De uitwerking voor waternatuur is nog onderwerp van discussie.
- Binnen Rijkswaterstaat worden er prestatie indicatoren (PINs) ontwikkeld voor het assetmanagement.
- Binnen het [Programma Natuur](#) wordt een verbeterde natuurmonitoring ontwikkeld voor de Wet stikstofreductie en natuurverbetering. Het meten van omgevingsfactoren is één van de aandachtspunten.

2 De acht indicatoren op hoofdlijnen

2.1 Gevolgde denklijn in keuze indicatoren

Het Dashboard is opgebouwd uit acht indicatoren. De keuze voor deze acht komt voort uit drie denklijnen.

1. Vanuit de ecologie, de belangrijkste factoren voor robuuste natuur / goed functionerend ecosysteem zijn:
 - a. oppervlakte leefgebied van kenmerkende soorten, vegetatie- en habitatypen: meer is beter (abiotiek)
 - b. connectiviteit, verbinding met achterland, rivier en beek, zoet en zout (abiotiek)
 - c. diversiteit in habitats en soorten, dit draagt bij aan robuustheid en veerkracht van de ecosystemen (abiotiek en biotiek)
2. Vanuit de ecologische doelen van de PAGW:
 - a. verbeteren waterkwaliteit
 - b. herstellen natuurlijke dynamiek
 - c. variatie in leefgebieden, land-water overgangen (diversiteit, gradiënten)
 - d. opheffen onnatuurlijke fysieke barrières
 - e. verduurzamen beheer en gebruik
3. Vanuit de aanbevelingen van de commissie MER (MER, 2019) om expliciet aandacht te geven aan:
 - a. biodiversiteit
 - b. gebiedsdoelen

Hieruit zijn de volgende zes indicatoren ontwikkeld:

1. Leefgebieden
2. Verbindingen
3. Natuurlijke fysische processen en dynamiek
4. Fysisch-chemische waterkwaliteit
5. Biodiversiteit
6. Functioneren voedselweb

Deze zes indicatoren zijn op verzoek van de Stuurgroep aangevuld met 7. Indicator KRW en 8. Indicator Natura 2000 om de voortgang op deze wettelijke doelen weer te geven. De indicatoren 1 t/m 4 geven gezamenlijk het beeld van de output, waar de PAGW projecten op ingrijpen. Indicatoren 5 t/m 8 geven de outcome weer, de gewenste verbetering in ecologisch functioneren en voldoen aan de natuurdoelen.

De indicatoren Biodiversiteit en Functioneren voedselweb zijn speciaal voor de PAGW ontwikkeld. Deel II van dit rapport geeft hier een inhoudelijke beschrijving van. De ontwikkeling van deze indicatoren is gedaan met gegevens van de Zuidwestelijke Delta en het IJsselmeergebied. De overige indicatoren maken zo veel mogelijk gebruik van bestaande indicatoren.

2.2 Indicator Leefgebieden

De aanleg van ontbrekend en verloren leefgebied is één van de pijlers van de PAGW [[Ontwikkelen van leefgebieden | Hoe we werken | PAGW](#)]. Daarbij is voldoende variatie aan leefgebieden belangrijk, en de benodigde oppervlakte per type leefgebied. Elk groot water heeft hierin zijn eigen evenwicht.

Voor de indicator leefgebieden maken we gebruik van het RWS [Ecotopenstelsel](#). Per waterlichaam/groot water wordt bepaald welke ecotopen in welke omvang gewenst zijn. Deze gewenste omvang is een kwantificering van de streefbeelden. De indicator geeft de voortgang op dit doelbereik weer.



2.3 Indicator Verbindingen

Voor goed functionerende ecosystemen is het van belang dat leefgebieden met elkaar verbonden zijn. Dit zorgt voor uitwisseling van soorten, nutriënten en sediment tussen gebieden. Het gaat hierbij om het verbinden van leefgebieden binnen een waterlichaam, tussen waterlichamen, en ook tussen het water en het achterland [[Natuurlijke verbindingen | Hoe we werken | PAGW](#)].

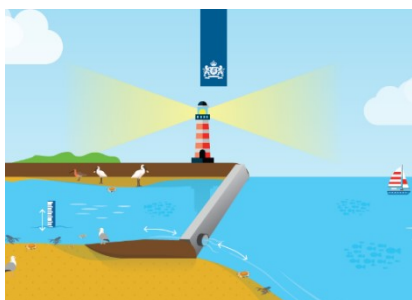


Voor de indicator verbindingen gebruiken we de informatie uit de [Nationale Visroutekaart](#). Deze kaart wordt door RWS beheerd en regelmatig bijgewerkt. Het geeft een overzicht van de huidige vismigratieknelpunten, geplande vismigratievoorzieningen en de effecten op de verbondenheid van de verschillende rijkswateren, regionale wateren en lokale wateren. De indicator wordt bepaald door per waterlichaam het aantal knelpunten te tellen en daarop de voortgang in beeld te brengen.

Het oplossen van vismigratieknelpunten betekent dat er een waterverbinding is gemaakt waarvan ook andere soorten zullen profiteren. Voor specifieke gebieden kunnen er aanvullend op de visroutekaart land-waterverbindingen toegevoegd worden. Dit zal de zeggingskracht van de indicator vergroten.

2.4 Indicator Fysische processen en dynamiek

Herstel van natuurlijke fysische dynamiek is een van de hoofddoelen van PAGW [[Herstel natuurlijke dynamiek | Hoe we werken | PAGW](#)]. Waterbeweging, erosie en sedimentatie bepalen het voorkomen van vegetaties, leefgebieden en soorten. Er is bij verkenningen voor de KRW al nagedacht over relevante parameters, een belangrijk product was het handboek Hydromorfologie (van Dam et al., 2007). Voor deze PAGW indicator maken we gebruik van dit handboek.



De uitdaging voor deze specifieke indicator zit in de juiste selectie en combinatie van parameters tot één indicator die zeggingskracht heeft en die ook nog kunnen

uitleggen. Immers, alleen al bij waterstand praten we in de verschillende grote wateren, of zelfs onderdelen daarvan (bijv. Zuidwestelijke Delta), over sterk verschillende sturende processen: rivierafvoer, getij, getij- én rivierafvoer, en opwaaiing. Het belang van deze indicator is dat het onze ingrepen verbindt met de biologie en daarmee levert het ons dus onmisbare informatie op over de effecten van de PAGW. Deze indicator is nog in ontwikkeling.

2.5 Indicator Fysisch-chemische waterkwaliteit

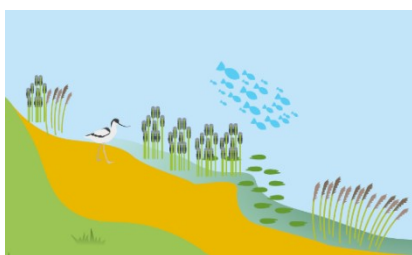
Het verbeteren van de waterkwaliteit is een basisvoorwaarde voor een goed functionerend ecosysteem en daarom de basis van de KRW. Deze indicator is gebaseerd op de lopende monitoring voor de KRW, waarbij gebruik wordt gemaakt van de KRW maatlatten chemie en ondersteunende fysisch-chemische parameters. Als er voor specifieke wateren een aanvullend meetprogramma beschikbaar is (bijvoorbeeld in de Grevelingen, Westerschelde, Eems-Dollard), dan wordt dat toegevoegd aan de indicator.



De indicator is opgebouwd uit meerdere parameters. De basisset bestaat uit zuurstof, temperatuur, doorzicht en nutriënten. Per waterlichaam/groot water worden aanvullend de parameters gekozen die momenteel een knelpunt zijn en waarop de PAGW projecten gaan aangrijpen. We volgen de KRW methodiek waarin per parameter de laatste drie meetjaren worden gemiddeld om fluctuaties uit te dempen. Dit gemiddelde wordt vervolgens weergegeven als percentage ten opzichte van het Goed Ecologische Potentieel (GEP). De percentages worden vervolgens gemiddeld tot een indicatorwaarde voor het waterlichaam.

2.6 Indicator Biodiversiteit

Het duurzaam behouden en verbeteren van de biodiversiteit is een belangrijk doel, zowel op Nederlandse schaal als voor de grote wateren specifiek vastgesteld in de PAGW. De indicator Biodiversiteit is speciaal voor het Dashboard ontwikkeld. Voor de landnatuur binnen de grote wateren wordt de natuurwaarde indicator gebruikt (www.clo.nl/nl2052). De beschrijving van de indicator Biodiversiteit en onderbouwing van de gemaakte keuzes wordt in deel II van dit rapport gepresenteerd.



De indicator Biodiversiteit is gebaseerd op het aantal kenmerkende soorten in drie soortgroepen die relevant zijn voor het aquatische ecosysteem: waterplanten, macrofauna en vissen. Indien het niet mogelijk of relevant is om kenmerkende soorten te gebruiken, worden alle soorten gebruikt. De indicatorwaarde wordt berekend met het aantal waargenomen soorten als percentage van het maximale aantal in de huidige langjarige meetreeks. Daarmee is het doel, de 100% als gewenste kwaliteit, een realistisch en haalbaar doel.

2.7 Indicator Functioneren voedselweb

Het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem wordt een voedselweb genoemd, een schakel uit een voedselweb wordt ook wel een trofisch niveau genoemd. Het voedselweb geeft de samenhang en de energiestromen weer tussen de verschillende trofische niveaus. De basis van het voedselweb bestaat uit de primaire productie,

oftewel de opbouw van biomassa door fotosynthese door algen, waterplanten en (krans)wieren. De hogere trofische niveaus bestaan uit bodemdieren, vissen en vogels. De biomassa per trofisch niveau en de relaties tussen deze trofische niveaus zijn vaak niet kwantitatief bekend. Er is geen standaard indicator Functioneren voedselweb beschikbaar.

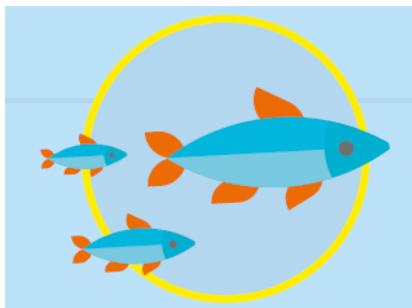
Voor het prototype Dashboard is daarom een proxy indicator ontwikkeld die gebruik maakt van het aantal foeragerende vogels dat direct van het waterlichaam afhankelijk is, uitgesplitst per voedselbron (waterplanten, vissen, macrofauna). Hiervoor is gekozen omdat vogels veel worden onderzocht, eenvoudig te tellen zijn en er goede databestanden beschikbaar zijn. De gewenste kwaliteit is op dezelfde manier bepaald als bij de biodiversiteit, namelijk de maximale waarde in de huidige langjarige meetreeks. In deel II is de Indicator Functioneren voedselweb verder uitgewerkt.



2.8

Indicator KRW biologie

De indicator KRW is opgebouwd uit de biologische kwaliteitselementen algen, waterplanten, macrofauna en vis. In de KRW-beoordeling wordt per waterlichaam en per kwaliteitselement een Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) bepaald. Deze EKR-waarden gebruiken we in deze indicator KRW biologie. We volgen de KRW methodiek waarin de laatste drie meetjaren worden gemiddeld om fluctuaties uit te dempen. Dit gemiddelde wordt vervolgens weergegeven als percentage ten opzichte van het Goed Ecologisch Potentieel (GEP). De vier percentages voor algen, macrofauna, waterplanten en vis worden vervolgens gemiddeld tot een indicatorwaarde voor het waterlichaam.

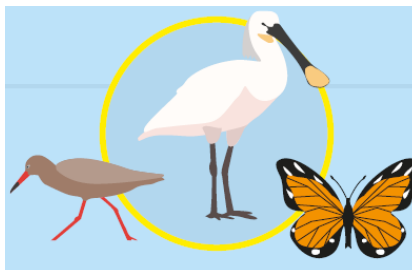


2.9

Indicator N2000

De indicator N2000 is gebaseerd op de voortgang op de instandhoudingsdoelen per N2000 gebied. Voor dit prototype Dashboard is gebruik gemaakt van de resultaten van de Quick scan Natura 2000-opgave (Mulder & Platteeuw, 2021). Deze studie geeft per Natura 2000 gebied het overzicht van de staat van instandhouding van de habitatrichtlijndoelen in 2019. Voor vogels is geen staat van instandhouding beschikbaar op gebiedsniveau, want dit is nog niet vereist vanuit de Vogelrichtlijn. Voor de vogelrichtlijnsoorten is daarom gebruik gemaakt van de interim landelijke staat van instandhouding, inschatting door SOVON [[Staat van Instandhouding van soorten waarvoor Natura 2000-gebieden zijn aangewezen | Sovon.nl](https://www.sovon.nl)].

Per waterlichaam is eerst gekeken welk Natura 2000 gebied hiermee samenvalt. Vervolgens is het aantal doelen met de staat 'gunstig' uitgedrukt als percentage van het totaal aantal doelen.



Literatuur deel I

Rapporten

van Dam, O., A.J. Osté, B. de Groot & M.A.M. van Dorst, 2007. Handboek Hydromorfologie. Monitoring en afleiding hydromorfologische parameters. RWS WD Rapport 2007.006

Maris, T., A. Bruens, L. van Duren, J. Vroom, H. Holzhauer, M. De Jonge, S. Van Damme, A. Nolte, K. Kuijper, M. Taal, C. Jeuken, J. Kromkamp & B. van Wesenbeeck, G. Van Ryckegem, E. Van den Bergh, S. Wijnhoven & P. Meire. 2014. Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, update 2014. Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ en INBO. Deltares rapportnummer 1209394, Delft.

MER. 2019. Programmatische aanpak Ecologie Grote Wateren. Advies beoordelingskader doelbereik. Commissie voor de milieueffectrapportage, projectnr. 3355, Utrecht.

Mouissie, A.M. 2015. Thermometer Markermeer-IJmeer. Stand 2014. Grontmij, Houten.

Mouissie, A.M. 2019. Natuurthermometer Markermeer-IJmeer. Stand 2019. Grontmij, referentienummer SWNL0242818, Houten.

Mulder, S. & M. Platteeuw. 2021. Quick scan Natura 2000-opgave. Royal HaskoningDHV en Rijkswaterstaat WVL. Rapport Royal HaskoningDHV, Amersfoort.

Waddenacademie, 2020. Waddenbalans 2019. Position paper 2020-03. Waddenacademie, Leeuwarden.

Websites

Compendium Leefomgeving Indicatoren:

Biodiversiteitsindicator Mean Species Abundance: www.do.nl/nl1440

Indicator Rode Lijst: www.do.nl/nl1521

Indicator natuurwaarde (landnatuur en regionale wateren): www.do.nl/nl2052

Life IP Deltanatuur: <https://life-ip-deltanatuur.nl/>

Nationale Visroutekaart:

https://maps.rijkswaterstaat.nl/qwproj55/index.html?viewer=Routekaart_Vis_2020

PBL Beleidsrelevante natuurindicatoren:

<https://www.pbl.nl/publicaties/dashboard-beleidsrelevante-natuurindicatoren-2020>

Programma Natuur:

<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/12/08/rijk-en-provincies-eens-over-besteding-3-miljard-euro-voor-sterke-natuur>

Programmatische Aanpak Grote Wateren: <https://www.pagw.nl/>

Rijkswaterstaat Ecotopenstelsel:

<https://waterinfo-extra.rws.nl/monitoring/biologie/ecotopen/>

SOVON: <https://www.sovon.nl/nl/content/staat-van-instandhouding-van-soorten-waarvoor-natura-2000-gebieden-zijn-aangewezen>

Deel II

PAGW Dashboard Systemkwaliteit grote wateren Onderbouwing indicatoren en rekenregels



Pijlstaartinktvis in de Grevelingen bij de Brouwersdam (foto P. van Puijenbroek)

Inhoud

Deel II: PAGW Dashboard - Onderbouwing indicatoren en rekenregels 18

1	Inleiding	21
1.1	Uitgangspunten indicatoren biodiversiteit en voedselweb	21
1.2	Achtergrondinformatie over Indicator Biodiversiteit	22
1.2.1	Definities over biodiversiteit	22
1.2.2	Alfa-, beta- en gamma-biodiversiteit	23
1.2.3	Voorbeeld soortenrijkdom en soortendichtheid	24
1.2.4	Kenmerkende soorten	25
1.2.5	Indicatoren voor biodiversiteit	25
1.2.6	Toepasbaarheid indicatoren op grote wateren	26
1.3	Achtergrondinformatie voedselweb	27
2	Indicator Biodiversiteit	30
2.1	Gevolgde aanpak Indicator Biodiversiteit	30
2.2	Bepalen doel: van aantal soorten naar gewenste kwaliteit	31
2.3	Waterplanten	32
2.3.1	Waterplanten in het IJsselmeergebied	32
2.3.2	Waterplanten in de Zuidwestelijke Delta	35
2.3.3	Waterplanten samenvattend	35
2.3.4	Verder onderzoek waterplanten	36
2.4	Macrofauna	36
2.4.1	Gevolgde aanpak macrofauna	36
2.4.2	Macrofauna in het IJsselmeergebied	36
2.4.3	Macrofauna in de Zuidwestelijke delta	37
2.4.4	Macrofauna samenvattend	39
2.4.5	Verder onderzoek macrofauna	39
2.5	Vissen	39
2.5.1	Vissen in het IJsselmeergebied	39
2.5.2	Vissen in Grevelingenmeer en Veerse Meer	41
2.5.3	Vissen samenvattend	42
2.5.4	Verder onderzoek vissen	42
2.6	Landnatuur	43
2.6.1	Beschrijving beschikbare indicator	43
2.6.2	Landnatuur samenvattend	43
2.6.3	Verder onderzoek landnatuur	44
2.7	Toepassen rekenregels biodiversiteit van waterlichaam en gebied	46
2.7.1	IJsselmeergebied	46
2.7.2	Zuidwestelijke Delta	46
3	Indicator Functioneren voedselweb	49
3.1	Gevolgde aanpak Indicator Functioneren voedselweb	49
3.2	IJsselmeergebied	50
3.3	Zuidwestelijke Delta	52
4	Discussie	55
4.1	Aantallen soorten en abundantie van soorten	55
4.2	Alfa-, beta- of gamma-biodiversiteit	55
4.3	Exoten	55
4.4	Voedselweb	57

4.5	Evaluatie van de monitoring	57
5	Conclusies	59
5.1	Indicatoren Biodiversiteit en Functioneren voedselweb	59
5.2	Outcome deel Dashboard	60
	Literatuur deel II	63
	Bijlage A - Stappenplan uitwerking indicatoren	66
	Bijlage B – Vogels en relevant ecotoop	70
	Bijlage C - Ontwikkeling stand zeehonden in Grevelingen	74

1 Inleiding

In dit deel II van het rapport worden de uitgangspunten, denkstappen en gemaakte keuzes beschreven die gevolgd zijn in het ontwikkelen van de Dashboard indicatoren Biodiversiteit en Functioneren voedselweb. Allereerst worden algemene uitgangspunten (Hoofdstuk 1) besproken. Vervolgens worden de indicatoren voor biodiversiteit per soortgroep en gebied besproken (Hoofdstuk 2), waarna deze indicatoren per soortgroep worden samengebracht middels rekenregels tot een Indicator Biodiversiteit voor het waterlichaam en gebied (Paragraaf 2.6). De indicatoren voor het voedselweb worden daarna uitgewerkt (Hoofdstuk 3). In de discussie (Hoofdstuk 4) worden de ontwikkelde indicatoren gerelateerd aan de uitgangspunten voor biodiversiteit van de inleiding. In de conclusies worden de berekende indicatoren voor biodiversiteit en voedselweb samengebracht in het outcome deel van het dashboard (Hoofdstuk 5). Tenslotte worden de aanbevelingen voor uitbreiding en vervolgonderzoek voor biodiversiteit en voedselweb en de bevindingen voor de monitoring besproken.

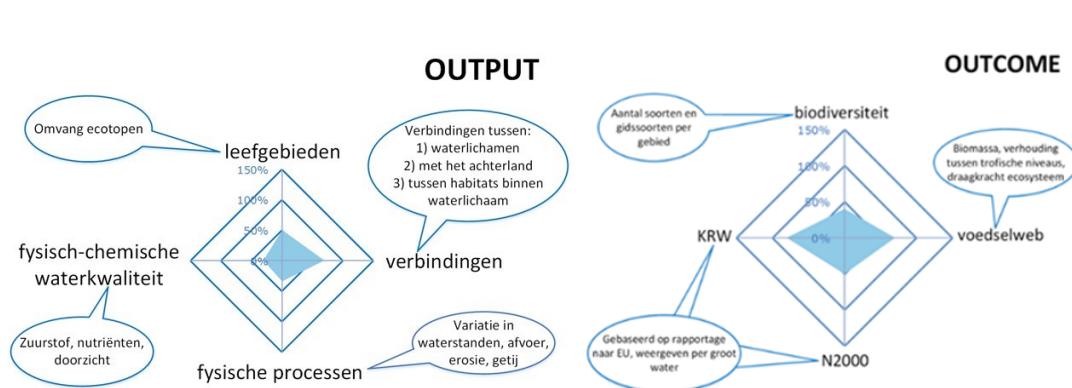
In deze rapportage worden de ruimtelijke termen waterlichaam, watersysteem, gebied en groot water gebruikt. Het waterlichaam is het KRW-waterlichaam, het watersysteem is het waterlichaam met eventuele eilanden en buitendijkse gebieden. Met 'groot water' of 'gebied' wordt hetzelfde bedoeld, dit is de combinatie van gelijksoortige watersystemen. Zoals het IJsselmeergebied dat bestaat uit IJsselmeer, Markermeer, de verschillende Randmeren, Ketelmeer en Zwartemeer of de Zuidwestelijke Delta met daarin de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen, Veerse Meer, Volkerak en Zoommeer.

1.1 Uitgangspunten indicatoren biodiversiteit en voedselweb

Voor het PAGW Dashboard is gekozen om indicatoren voor biodiversiteit en voedselweb te ontwikkelen om daarmee het functioneren van het ecosysteem beter in beeld te krijgen. Deze twee indicatoren vormen samen met de KRW- en Natura2000-indicatoren het outcome deel van het Dashboard (Figuur 1.1). Hiervoor zijn de volgende doelen opgesteld:

- De indicatoren zijn eenvoudig te begrijpen voor het beleid.
- De indicatoren zijn gebaseerd op bestaande monitoring.
- De nieuw te ontwikkelen indicatoren zijn aanvullend op de KRW en N2000 indicatoren.
- De indicatoren moeten onderscheidend kunnen zijn (in de tijd en/of tussen gebieden).

In dit rapport is een prototype uitgewerkt. Daarbij zijn de Grevelingen, het Veerse Meer, de Volkerak, het Zoommeer en de meren in het IJsselmeergebied gebruikt als testcases. De hiermee ontwikkelde methodiek zal in 2022 (met doorloop naar 2023) worden toegepast op alle waterlichamen van de PAGW om de T=0 voor het peiljaar 2021 vast te stellen.



Figuur 1.1. De beoogde indicatoren voor het Dashboard. Dit zijn output-indicatoren over leefgebieden, verbindingen, fysische processen en de fysisch-chemische waterkwaliteit en outcome indicatoren over de KRW, Natura-2000, de biodiversiteit en het voedselweb.

1.2 Achtergrondinformatie over Indicator Biodiversiteit

In deze paragraaf geven we achtergrondinformatie over de verschillende definities van biodiversiteit en de beschikbaarheid van nationale en internationale indicatoren om hiermee de keuze voor de keuze voor de indicatoren te onderbouwen.

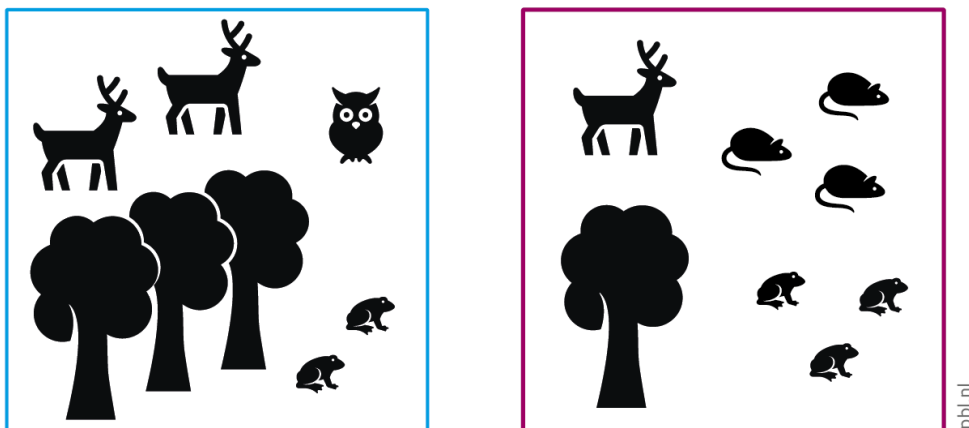
1.2.1 Definities over biodiversiteit

De biodiversiteit is 'de verscheidenheid aan plant- en diersoorten'. De internationaal geaccepteerde definitie van de Verenigde Naties Conventie voor Biologische Diversiteit (CBD) uit 1992 omschrijft biodiversiteit als: *'de variabiliteit in organismen uit de gehele wereld, waaronder terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische verbanden waar ze deel van uitmaken; de diversiteit betreft de variatie binnen soorten (genen), tussen soorten en tussen ecosystemen.'* Deze definitie leidt tot ten minste drie verschillende indicatoren. In het nationale en internationale biodiversiteitsonderzoek zijn verschillende indicatoren beschikbaar: afhankelijk van het doel zijn deze gebaseerd op alle soorten of op selecties van soorten, soorten die behoren tot één of tot enkele soortgroepen, er zijn indicatoren met en of zonder vastgesteld doel en er zijn indicatoren gerelateerd aan een kwaliteit of die zijn geïndexeerd ten opzichte van een basisjaar.

Voor de interpretatie van biodiversiteit wordt niet alleen naar het aantal soorten gekeken. Ook de verdeling van de soorten over functionele groepen, levensstrategieën, zeldzame versus algemene soorten, kenmerkende soorten voor een bepaald biotoop en de aantallen individuen per soort zijn belangrijke aspecten.

Als ecosystemen achteruitgaan in biodiversiteit nemen allereerst de aantallen van veel soorten af, de kenmerkende soorten van het ecosysteem worden steeds zeldzamer en kwijnen langzaam weg totdat ze lokaal zijn uitgestorven (Figuur 1.2). Als een ecosysteem sterk achteruit gaat in kwaliteit, blijft het aantal soorten nog lang hetzelfde; vooral bij langlevende soorten duurt het lang voordat ze helemaal zijn verdwenen. Daarom is niet alleen het aantal soorten, maar ook de abundantie van die soorten belangrijk. Door de vestiging van exoten neemt het aantal soorten vaak toe, maar door de vestiging van exoten gaan de oorspronkelijke soorten vaak achteruit in aantallen of verdwijnen. De vestiging van exoten wordt dan ook gezien als een achteruitgang van de biodiversiteit, zoals in de CBD en de EU-rapportages (EEA, 2007). Exoten leiden tot homogenisatie van de biodiversiteit: overal komen dezelfde soorten voor, maar de lokale soorten verdwijnen (van der Weijden et al., 2010). Dat proces is heel sterk in het water, waar regio's worden verbonden door de

aanleg van kanalen, uitzetten en transport met boten. Hierdoor neemt het aantal soorten vaak toe. De vestiging van exoten is daarom een van de biodiversiteits-indicatoren in de internationale rapportages, om aan de hand daarvan de veranderingen in de biodiversiteit van kenmerkende, gebiedseigen soorten beter te kunnen beschrijven.



Figuur 1.2. De verandering in biodiversiteit betreft de verandering in soorten en in aantallen. In de oorspronkelijke situatie kwamen vier soorten voor. In de nieuwe situatie komen nog steeds vier soorten voor en de totale aantallen zijn gelijk. Maar toch is er sprake van een grote verandering, die als verlies van biodiversiteit kan worden gezien. Wordt gekeken naar specifieke soorten zoals de uil en het hert, dan is er sprake van een nog grotere achteruitgang.

Weliswaar geven de veranderingen in aantallen of abundantie van kenmerkende soorten het belangrijkste signaal voor de achteruitgang van de biodiversiteit, maar deze aantallen zijn vaak niet bekend en/of moeilijk te meten. Daarom wordt vaak alleen naar het aantal soorten gekeken. De volgende biodiversiteitsindicatoren worden vaak gebruikt (Whittaker et al, 2001):

- De soortenrijkdom (species richness) is de meest eenvoudige vorm, deze geeft het aantal soorten aan dat in een gebied voorkomt.
- Het aantal soorten per locatie, of soortendichtheid (species density) geeft het aantal soorten op een locatie weer, gebaseerd op standaard meetmethoden. Door gestandaardiseerde methoden zijn verschillende locaties te vergelijken in hun diversiteit.
- De diversiteit aan soorten (species diversity) geeft het aantal soorten weer in combinatie met de abundantie, de aantallen van de soorten; bijvoorbeeld de Shannon-index, Simpson-index of de relative Mean Species Abundance of originally occurring species (MSA).
- De verandering in soorten, species turnover, tussen verschillende locaties in een gebied, de successiestadia.

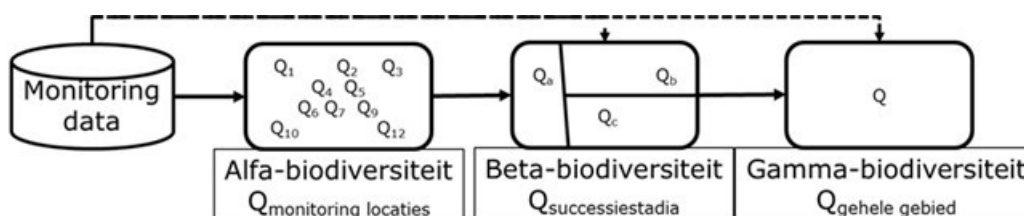
Bij de toepassing van deze begrippen is de schaal relevant.

1.2.2

Alfa-, beta- en gamma-biodiversiteit

Een aspect van de schaal bij biodiversiteitsindicatoren zijn de begrippen alfa-, beta- en gamma-biodiversiteit gebruikt (Figuur 1.3) (Jost, 2007, Whittaker et al., 2001). Alfa-biodiversiteit is de diversiteit van een levensgemeenschap op een bepaald punt. In de praktijk is dit de diversiteit van de steekproef, het monster, of de vegetatieopname. Dit is gelinkt aan de soortendichtheid. Beta-diversiteit, ook wel "species turnover" is de mate van verandering in soortensamenstelling van de ene levensgemeenschap naar de volgende langs gradiënten. Het kan beschouwd worden als een maat voor de lengte van de gemeenschapsgradiënt, voor het verschil van de

monsters langs de gradiënt. Bij een lange gradiënt hoort een hoge beta-diversiteit met veel verandering in soortensamenstelling. Ook de verschillende successiestadia en kwaliteit van verschillende deelgebieden zijn hiervoor bepalend. Gamma-biodiversiteit is de diversiteit van een landschap of een gebied. Deze diversiteit wordt in dezelfde eenheden gemeten als de alfa-diversiteit, maar gaat over de biodiversiteit van het gehele gebied, dit wordt de soortenrijkdom genoemd. Maar bij al deze aspecten gaat het ook over de vraag welke soortgroepen worden beschouwd en of daarbij alle soorten worden beschouwd of een selectie van soorten.



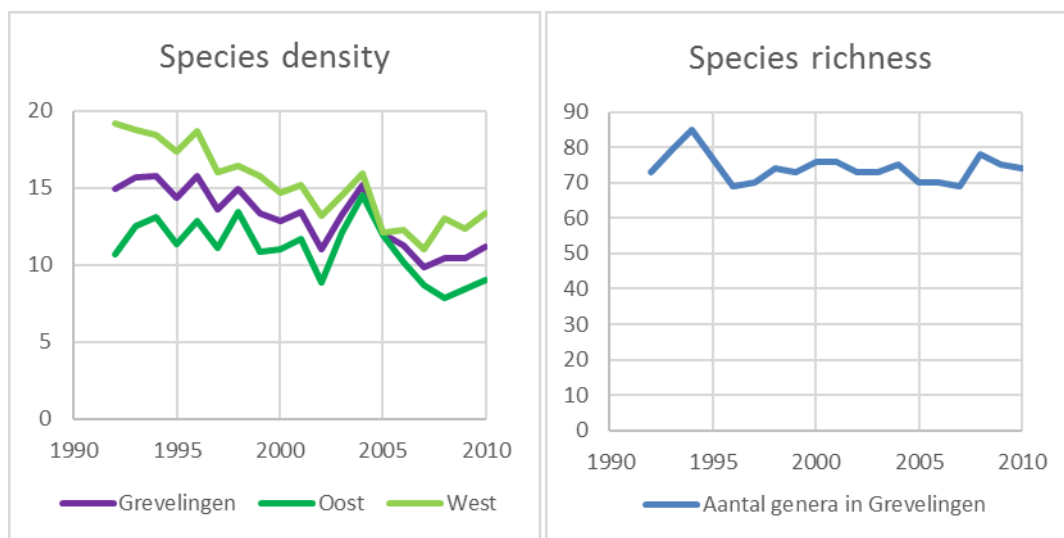
Figuur 1.3. Alfa-biodiversiteit = soortendichtheid, beta-biodiversiteit en gamma-biodiversiteit = soortenrijkdom.

1.2.3

Voorbeeld soortenrijkdom en soortendichtheid

De wijze van aggregeren van monitoringsdata van locaties leidt tot informatie over soortendichtheid (alfa-biodiversiteit) of soortenrijkdom (gamma-biodiversiteit). Dit wordt toegelicht bij de verwerking van de monitoringsgegevens van macrofauna in het Grevelingen. Vanwege de verschillen in determinatie is in dit geval naar genera gekeken in plaats van soorten. De bemonsteringen zijn op 50 meetpunten uitgevoerd die verdeeld zijn over een oostelijke en een westelijke helft. Voor de soortenrijkdom is het aantal macrofauna genera in het gehele gebied bepaald. Voor de soortendichtheid wordt gekeken naar het aantal soorten per meetpunt en deze worden vervolgens gemiddeld. Uitgaande van het aantal soorten per meetpunt kunnen ook selecties worden gemaakt om de soortendichtheid in deelgebieden weer te geven. Bij het Grevelingen is dat gedaan voor de oostelijke en westelijke helft.

De soortenrijkdom blijft in de periode 1992 – 2010 ongeveer gelijk, ongeveer 75 genera (Figuur 1.4). De soortendichtheid vertoont in dezelfde periode een constante significante daling. Bovendien is het aantal soorten verschillend voor de oostelijke en de westelijke helft. Dit voorbeeld geeft aan dat het een meerwaarde heeft om soortendichtheid te gebruiken. De soortenrijkdom is minder gevoelig voor veranderingen doordat het aantal soorten bij alle locaties tezamen niet veranderd en deze is niet toepasbaar op deelgebieden. In het ontwikkelen van de Indicator Biodiversiteit is daarom eerst uitgezocht of aantallen of abundantie mogelijk is, vervolgens soortendichtheid, als die opties niet mogelijk zijn wordt de soortenrijkdom gebruikt.



Figuur 1.4. Illustratie van het verschil tussen soortendichtheid (species density) en soortenrijkdom (species richness) in het Grevelingenmeer. Bij soortendichtheid is het aantal soorten of genera macrofauna per meetpunt gebruikt. Bij soortenrijkdom worden de afzonderlijke meetpunten samengevoegd en is naar het totale aantal soorten of genera macrofauna gekeken in het hele waterlichaam. Bij beide methoden zijn dezelfde gegevens gebruikt. De soortenrijkdom blijft constant in de hele periode, bij soortendichtheid is er sprake van een significante daling, die bovendien ook kan worden uitgesplitst naar de twee helften van het meer. Deze uitsplitsing naar twee helften is relevant voor het beleid vanwege de voorgenomen maatregel.

1.2.4

Kenmerkende soorten

Bij verschillende biodiversiteitsindicatoren wordt gebruik gemaakt van lijsten specifieke soorten. Bijvoorbeeld kenmerkende soorten in het natuurbeleid, criteriumsoorten, indicatorsoorten, dominant positieve en negatieve soorten, etc. Als er voldoende van die soorten uit een lijst voorkomen, dan wordt de kwaliteit als goed of voldoende beoordeeld. Ook in de KRW zijn verschillende deelmaatlaten voor de biologische kwaliteit opgesteld uit veelal lange lijsten van kenmerkende soorten. Het voordeel van lange lijsten ten opzichte van korte lijsten met soorten is dat het effect van een toevalstreffer bij lange lijsten klein is en daarmee de uitspraak over de biodiversiteit robuuster is. Voorbeeldsoorten of gidssoorten worden gebruikt als aansprekende soorten met een communicatiedoel voor het publiek, bijvoorbeeld de kroeskoppelikaan bij de Marker Wadden, maar zijn daarmee niet geschikt voor veranderingen in biodiversiteit.

1.2.5

Indicatoren voor biodiversiteit

Op nationaal en internationaal niveau zijn verschillende indicatoren voor biodiversiteit ontwikkeld. Deze worden hier kort toegelicht met het argument waarom ze wel of niet bruikbaar zijn voor de PAGW.

In de Conventie voor Biologische Diversiteit (CBD) wordt de "*relative Mean Species Abundance of originally occurring species*", ofwel MSA gebruikt. De MSA is bepaald als de kwantiteit (het areaal) van een ecosysteem ten opzichte van het totaal beschouwde areaal vermenigvuldigd met zijn kwaliteit ten opzichte van de ongestoorde referentiesituatie (www.clo.nl/nl1440). De kwaliteit van de MSA is gedefinieerd als de gemiddelde populatieomvang van inheemse soorten in een ecosysteem of gebied ten opzichte van hun populatieomvang in een ongestoorde situatie. De MSA kijkt daarmee alleen naar soorten die van oorsprong voorkwamen in de ongestoorde situatie. Daarmee kan de achteruitgang van het areaal bos en de

kwaliteit van het resterende bos worden gecombineerd en vergeleken met de historische referentie. Deze MSA is niet uitgewerkt voor de wateren, het ontbreken van een historische referentie van soorten en hun abundantie en de belangrijke rol van exoten in deze wateren is daar de reden voor. Deze indicator is daarom niet goed toepasbaar voor de grote wateren.

Een andere indicator is de *Living Planet Index* (zie <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1569-living-planet-index> voor LPI's van soortgroepen en uitsneden van de Nederlandse biodiversiteit). Deze index is gemaakt door van elke geselecteerde soort de trend in voorkomen te berekenen en deze te indexeren op 1990; deze soort-indexen worden vervolgens samengebracht tot één index. Op een hoger niveau wordt weer een nieuwe selectie van soorten toegepast. Een nadeel is dat bij deze index er van elke soort het voorkomen vanaf 1990 bekend moet zijn. Een ander nadeel is dat deze index sterk reageert op veranderingen in het voorkomen van zeldzame soorten, bijvoorbeeld een soort die uitbreidt van één locatie naar twee locaties, geeft een sterke toename van de index (bv. www.clo.nl/nl1070). De index is ook niet te koppelen aan een gewenste kwaliteit. Aangezien voor veel soorten het voorkomen vanaf 1990 niet goed bekend is, er veel veranderingen zijn geweest in de biodiversiteit door de vestiging van exoten en de index niet te koppelen is aan een gewenste kwaliteit, is deze indicator niet geschikt voor de grote wateren.

De *natuurwaarde indicator* (www.clo.nl/nl2052) is uitgewerkt voor landnatuur en regionaal water voor Nederland. Voor het land wordt uitgegaan van de kenmerkende soorten van het 'Subsidiestelsel Natuur en Landschap' (SNL). Voor de regionale wateren van de KRW-maatlatten voor waterplanten (het aantal soorten) en macrofauna (aantal kenmerkende soorten). Voor landnatuur is deze indicator gebaseerd op het voorkomen van planten, dagvlinders en broedvogels voor gebieden van 250 bij 250 meter. Deze indicator is een uitwerking van soortendichtheid (alfa-biodiversiteit). Deze methode is gebruikt bij de landnatuur van de Grevelingen en het Veerse Meer. Het gebruik van drie soortgroepen is toepasbaar op de grote wateren.

De *Rode Lijst indicator* (www.clo.nl/nl1521) gaat uit van het aantal bedreigde soorten en deze indicator wordt in de Rijksbegroting gebruikt voor het strategische doel 'behoud biodiversiteit'. Deze indicator wordt niet specifiek voor de PAGW toegepast.

1.2.6 Toepasbaarheid indicatoren op grote wateren

De uitwerking van de indicator biodiversiteit is, afhankelijk van de beschikbaarheid van de data en geschiktheid van de gegevens, op twee schaalniveaus gedaan:

- Soortendichtheid, aantal soorten per meetpunt, dit is de alfa-biodiversiteit
- Soortenrijkdom, totale aantal soorten van het waterlichaam, dit is de gamma-biodiversiteit

In de uitwerking van de indicator is gebruik gemaakt van het aantal soorten en is er gekozen voor drie soortgroepen: waterplanten, macrofauna en vissen. Van deze groepen zijn monitoringsgegevens beschikbaar voor alle grote wateren, en gezamenlijk geven ze een goed beeld van het onderwater ecosysteem. Voor de evaluatie van natuurkwaliteit wordt veel gebruik gemaakt van kenmerkende soorten, dat zijn soorten die specifiek voorkomen in een bepaald habitat of beleidsmatig belangrijke doelsoorten zijn. Bij de waterplanten is gebruik gemaakt van de kenmerkende soorten van de SNL-systematiek. Voor macrofauna en vissen

waren die in de tijdspanne van het uitwerken van de indicator niet beschikbaar of niet toepasbaar. In een vervolgstudie kan wel per soortgroep een lijst met kenmerkende soorten worden opgesteld, gebaseerd op SNL, KRW, en N2000 kenmerkende soorten in combinatie met de abundantie van die kenmerkende soorten.

Voor de keuze tussen soortendichtheid en soortenrijkdom is in eerste instantie de soortendichtheid onderzocht, maar als dat niet mogelijk was, dan wel weinig toevoegde waarde had, dan is de indicator gebaseerd op de soortenrijkdom. Dit is het geval bij de waterplanten. Deze worden op permanente kwadraten (PQ's) van ongeveer 5 bij 5 meter bemonsterd. Door de patchy verspreiding van waterplanten wordt er per PQ meestal maar een beperkt aantal soorten aangetroffen. Het aantal soorten in het hele waterlichaam is daarom een betere maat voor de biodiversiteit.

De achteruitgang van biodiversiteit uit zich in eerste instantie in de achteruitgang in de abundantie (aantallen individuen) van lokale soorten (Figuur 1.2), daarom zouden de biomassa of de aantallen van de lokale soorten ook meegenomen moeten worden. Doch dit vereist veel meer informatie en een complexere analyse. Bij de monitoring van de vissen gaat het om aantallen en biomassa, waarbij toevalstreffers belangrijk zijn. Bij de zoute wateren kan een school vissen voor hele grote aantallen zorgen of de vangst van een grote snoek of karper voor een hele hoge biomassa. Alleen bij de waterplanten zijn de totale bedekkingspercentages als maat voor de aantallen van de soortgroep meegenomen. Bij macrofauna en vissen bleek dat te complex of was de data niet geschikt.

De ontwikkelde Indicator Biodiversiteit sluit het meeste aan bij de natuurwaarde indicator (www.clo.nl/nl2052), welke uitgaat van het aantal waargenomen kenmerkende soorten van drie soortgroepen.

De meer complexe Mean Species Abundance indicator is niet gebruikt omdat deze indicator uitgaat van een referentiesituatie van een eeuw of langer geleden. Deze historische gegevens zijn niet beschikbaar en als ze wel beschikbaar zouden zijn, dan niet of moeilijk toepasbaar op de huidige situatie. Voor het Grevelingenmeer en het Veerse Meer is überhaupt geen vergelijking met een ander groot, zout meer mogelijk. Ook de meren van het IJsselmeergebied zijn dermate veranderd dat voor een historische referentie naar andere meren moet worden gekeken, bijvoorbeeld naar Lake Peipsi. De Rode Lijst indicatoren en de LPI indexen zijn om de hierboven toegelichte redenen niet geschikt voor de grote wateren.

1.3 Achtergrondinformatie voedselweb

Het voedselweb geeft de samenhang aan tussen de verschillende trofische niveaus en de energiestromen tussen deze trofische niveaus. Het voedselweb begint feitelijk met de primaire productie, oftewel de opbouw van biomassa door fotosynthese door algen, waterplanten en (krans)wieren, en de effecten daarvan op hogere trofische niveaus zoals macrofauna, vissen en vogels. De relaties tussen deze trofische niveaus zijn vaak niet kwantitatief bekend alsmede de hoeveelheden van deze soortgroepen op het niveau van waterlichamen.

Relatief eenvoudige voorbeelden van het voedselweb zijn uitgewerkt voor de grote, stilstaande, zoete wateren, zoals IJsselmeer en Markermeer (de Haan, 2019; Lammens & Hosper, 1998, figuur 1.5). In Maris et al. (2014) zijn drie verschillende voedselwebben uitgewerkt voor de Westerschelde, telkens vanuit een andere focus, bijvoorbeeld vanuit algen of macrofauna. Alhoewel elk voedselweb anders is, zijn er ook veel overeenkomsten:

- Primaire producenten (fytoplankton, fyto­benthos, planten, wieren).
- Zoöplankton.
- Macrofauna.
- Vissen.
- Vogels en toppredatoren zoals de zeehond.

Het gebruik door mensen van het watersysteem is daarbij ook relevant vooral door de impact van visserij op de vissen.

Om een goed beeld van het voedselweb te krijgen, is kennis en informatie nodig van de verschillende soortgroepen, uitgesplitst naar verschillende functionele groepen en naar de relaties tussen deze functionele groepen. In eenvoudige vorm gaat het om de primaire productie en dit doorgerekend naar de biomassa in de hogere trofische niveaus. De belangrijkste soortgroepen voor de primaire productie zijn fytoplankton, fyto­benthos, waterplanten en bij zoute wateren wieren. Uit de monitoring is alleen informatie beschikbaar over biomassa of abundantie van fytoplankton en waterplanten, op basis van deze gegevens kan de primaire productie niet worden bepaald.

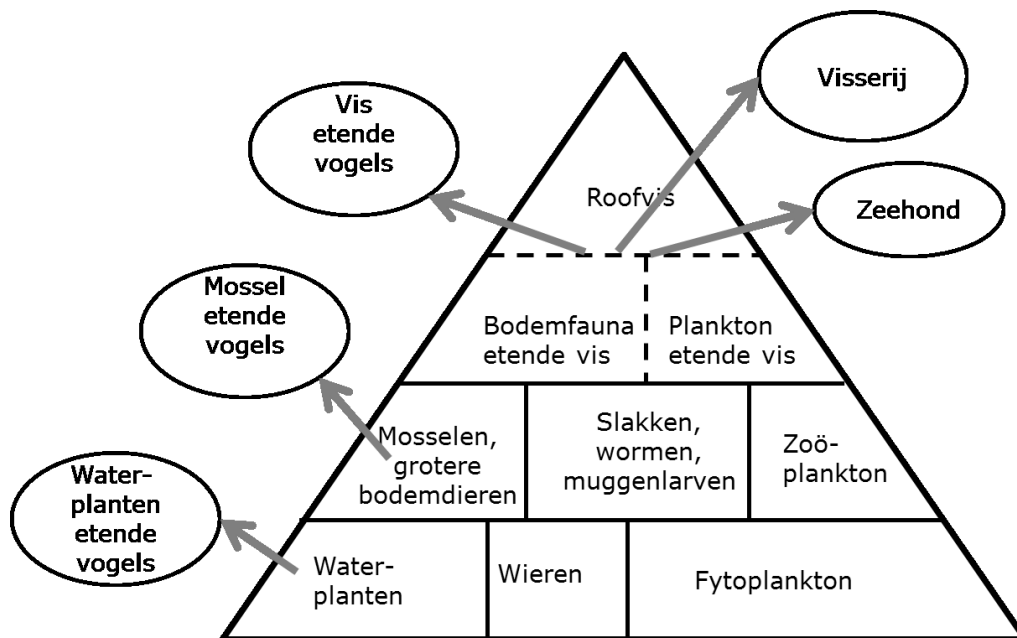
Voor het Markermeer is recent het voedselweb uitgewerkt waarbij de belangrijkste relaties tussen de verschillende soortgroepen zijn gekwantificeerd (de Haan, 2019), een deel van deze relaties zijn gekwantificeerd op basis van processtudies uit wetenschappelijke literatuur of gericht onderzoek in het IJsselmeergebied. Deze studies geven een goed overzicht van de beschikbare kennis, maar laten ook zien dat veel gegevens nodig zijn voor het bepalen van de relaties tussen onderdelen van het voedselweb.

Om toch een eenvoudige indicator voor het voedselweb te maken is hier gekozen voor een kwantitatieve analyse van de top van het voedselweb, de foeragerende watervogels uitgesplitst naar voedselbron. Het voordeel van deze aanpak is dat de aantallen vogels goed bekend zijn en dat ook goed bekend is wat hun voedselvoorkeur is. Hierbij wordt verondersteld dat de biomassa watervogels die op een voedselbron foerageert gebruikt kan worden als proxy voor de hoeveelheid van die voedselbron.

Het aantal foeragerende vogels hangt van veel aspecten af, zoals de ecologische toestand van het meer, ook de omgeving voor beschikbaarheid van slaap, rust- of broedgebieden en de fysieke kenmerken van het meer. Elk meer wordt gekenmerkt door zijn specifieke fysische kenmerken, bijvoorbeeld oppervlakte, diepte en bodem. Deze hebben weer consequenties voor het voorkomen van soortgroepen, bijvoorbeeld waterplanten groeien in water tot enkele meters diep, maar voor vogels zijn de eerste meters van belang. Het IJsselmeer is het grootste meer, maar heeft relatief weinig ondiep water, bij het Zwarte Meer is dat omgekeerd. Dus veel of weinig waterplanten heeft betrekking op verschillende arealen. Dat geldt ook voor vissen die afhankelijk zijn van een natuurlijke of een stenige oever, die lengte natuurlijke of stenige oever verschilt per meer en dit onderscheid is relevant omdat veel maatregelen hierop zijn gericht. Deze fysische kenmerken bepalen dus het voorkomen van verschillende soortgroepen en hiermee dient in de vergelijking tussen meren rekening te worden gehouden.

In deze analyse is wel gecorrigeerd voor de grootte van de meren, maar niet voor de verschillen in diepte, de bathymetrie. Deze keuze is gemaakt vanwege de doelen die gesteld zijn voor het vergroten van het areaal ondiep water.

Terwijl in de aquatische ecologie kennis van het voedselweb breed toegepast wordt, zoals de relaties tussen nutriënten, algen, vissen, is dat bij terrestrische ecologie veel minder het geval. Dat onderdeel is daarom niet beschouwd in dit deel van het dashboard. Voor de top van het voedselweb zijn ook andere soorten dan vogels van belang. Bij de Grevelingen zijn komen sinds 2006 zeehonden voor. Deze soortgroep is niet meegenomen omdat zij nieuwe kolonistoren van het gebied zijn en het niet duidelijk is in hoeverre ze foerageren in het gebied (Bijlage C).

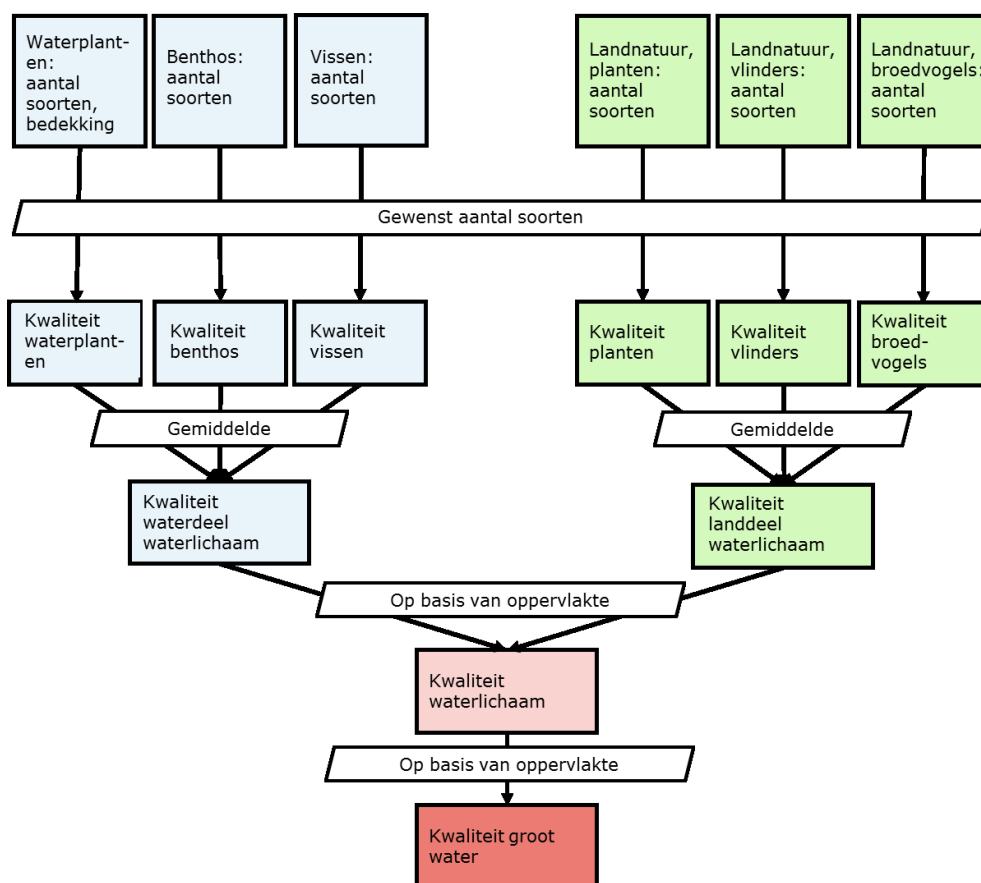


Figuur 1.5. Voedselweb gebaseerd op het voedselweb van het IJsselmeergebied (Lammens & Hospers, 1998) en de Westerschelde (Maris et al., 2014). Dit voedselweb geldt voor het aquatische deel van het systeem.

2 Indicator Biodiversiteit

2.1 Gevolgde aanpak Indicator Biodiversiteit

De Indicator Biodiversiteit is opgebouwd uit deelindicatoren voor het waterlichaam en de landnatuur (Figuur 2.1, Bijlage A). Voor het watergedeelte is de indicator samengesteld uit drie soortgroepen per waterlichaam: waterplanten, macrofauna en vissen. Voor het landgedeelte wordt gebruik gemaakt van de beschikbare natuurwaarde indicator (www.clo.nl/nl2052). In deze studie is de landnatuur alleen opgenomen voor de Grevelingen en het Veerse Meer omdat landnatuur daar ongeveer 20% van het gebied uitmaakt.



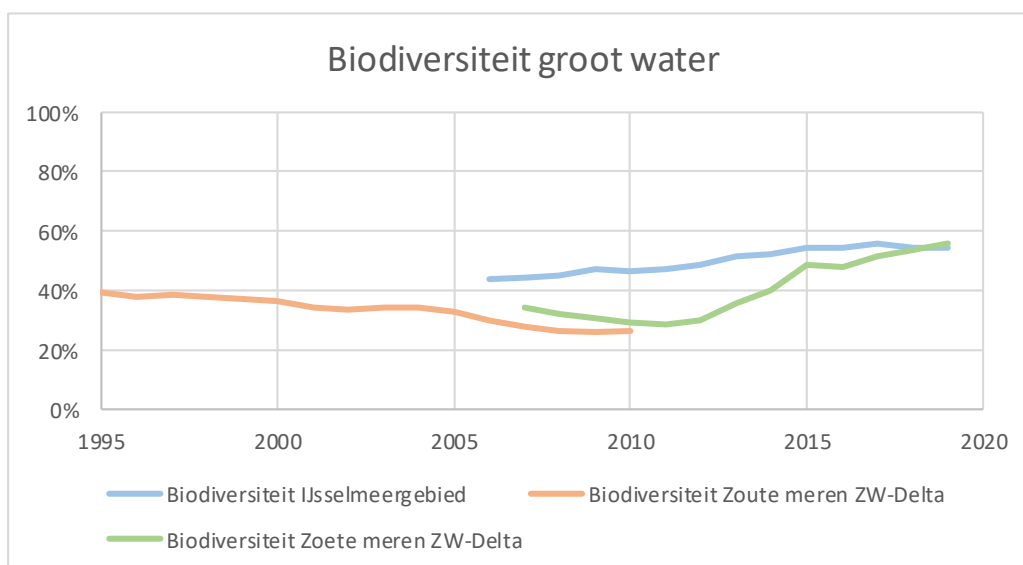
Figuur 2.1. De opbouw van de Indicator Biodiversiteit uit deelindicatoren.

Het resultaat van de eerste versie van de Indicator Biodiversiteit voor deze wateren is voor het IJsselmeergebied uitgewerkt vanaf 2007 en voor de Zuidwestelijke Delta met verschillende perioden voor de Grevelingen en het Veerse Meer van 1992 tot en met 2010 en de Volkerak en het Zoommeer vanaf 2007 (Figuur 2.2). Deze perioden zijn gebaseerd op de beschikbare data voor een goede analyse.

Deze indicator is voor het watergedeelte samengesteld uit drie soortgroepen per waterlichaam: waterplanten, macrofauna en vissen. Deze soortgroepen zijn gekozen vanwege de beschikbaarheid van langjarige meetnetten. Allereerst wordt ingegaan op het begrip gewenste kwaliteit, vervolgens wordt per soortgroep de indicatoren

biodiversiteit gegeven, eerst voor het IJsselmeergebied en daarna voor het Veerse Meer en de Grevelingen. Tenslotte worden de rekenregels toegepast voor de aggregatie naar groot water. De rekenregels zijn in detail uitgewerkt in bijlage A.

Bij de beschrijving van elke indicator is aangegeven wat het schaalniveau is en waarom dat schaalniveau is gekozen en of er gebruik is gemaakt van kenmerkende soorten. Indien er van voldoende jaren informatie beschikbaar is, wordt het 3-jarig voortschrijdend gemiddelde getoond om jaar-op-jaar variatie te beperken. Ontbrekende, tussenliggende jaren zijn geïnterpoleerd op basis van het voorgaande en volgende jaar. In enkele gevallen zijn ontbrekende jaren aan het begin of einde van de tijdreeks geëxtrapoleerd om de biodiversiteit van het meer te kunnen berekenen.



Figuur 2.2. De biodiversiteit van het IJsselmeergebied en de zoute en zoete meren van de Zuidwestelijke Delta.

2.2

Bepalen doel: van aantal soorten naar gewenste kwaliteit

In het dashboard worden alle indicatoren weergegeven als een percentage ten opzichte van een doel, de gewenste kwaliteit die op 100% is gesteld (zie ook deel I). Dit doel van 100%, "wanneer is het goed?", is zo veel mogelijk gebaseerd op de vastgestelde doelen voor KRW en Natura 2000. Voor de overige indicatoren, waaronder biodiversiteit en voedselweb, is de 100% bepaald om representatief te zijn voor een goed functionerend ecosysteem, maar niet het maximaal haalbare referentiebeeld. Als de kwaliteit van het ecosysteem sterk verbeterd, kunnen er ook waarden boven de 100% bereikt worden.

Voor de Indicator Biodiversiteit is de 100 % bepaald als "het maximale aantal (soorten) op basis van de huidige monitoring in dit water of in vergelijkbare wateren". Dit noemen we de **gewenste kwaliteit**. Vervolgens wordt het percentage waargenomen soorten berekend ten opzichte van dit gewenste aantal soorten. Deze methode is gekozen zodat het aansluit bij de monitoring (daarmee is het een interne referentie) en dat de indicator slechter scoort als er een achteruitgang in de biodiversiteit is. Een achteruitgang van de biodiversiteit is namelijk ook in het beleid niet gewenst. In de KRW, VHR en Convention on

Biological Diversity (CBD) is de doelstelling dat er geen verdere achteruitgang van de biodiversiteit plaats vindt (CBD 2010, EC 1979, 1992, 2000).

Daarbij is "in dit water of in vergelijkbare wateren" de grote zoete wateren, zoals het IJsselmeergebied, het Zoommeer en het Volkerak. Het Veerse Meer en het Grevelingenmeer zijn daarbij apart genomen omdat deze duidelijk niet vergelijkbaar zijn als zout water met de zoete wateren. Ook de zoute wateren met getijdewerking, Oosterschelde, Westerschelde, Waddenzee en Eems-Dollard zullen een andere gewenste kwaliteit hebben dan de stilstaande wateren, zeker omdat daar het intergetijdengebied belangrijk is.

Om het maximale aantal soorten als ijkpunt te gebruiken voor de gewenste kwaliteit zijn langjarige tijdreeksen van meerdere wateren belangrijk. Daarmee was de gewenste kwaliteit de afgelopen jaren al in bepaalde (deel)gebieden bereikt, of is nu bereikt. Het is daarom geen historische referentie of onmogelijk te realiseren referentie. Indien bij een volgende analyse over enkele jaren het aantal soorten toeneemt kan de kwaliteit boven de 100% komen, maar er kan ook worden besloten om het gewenste aantal aan te passen. Aangezien exoten ook onderdeel vormen van het aantal soorten, is dat mogelijk.

Door de indicator te berekenen als percentage van het gewenste aantal soorten, wordt de indicator relatief gemaakt en kan er vervolgens gemiddeld worden per waterlichaam en groot water. Voor de waternatuur is dit gewenste aantal nog niet vastgesteld. Het gewenste aantal hangt ook af van de schaal, bijvoorbeeld per meetpunt (soortendichtheid) dan wel voor het gehele meer (soortenrijkdom) is dit aantal verschillend. Voor de landnatuur is een systematiek beschikbaar om het aantal waargenomen soorten om te rekenen naar een oordeel natuurkwaliteit (Sanders et al., 2015, 2017).

2.3 Waterplanten

2.3.1 *Waterplanten in het IJsselmeergebied*

In het IJsselmeergebied zijn waterplanten een belangrijk onderdeel van het ecosysteem. Bij de biodiversiteit van waterplanten zijn twee aspecten van belang: het aantal soorten en de bedekking van de soorten. Deze twee aspecten zijn eerst afzonderlijk uitgewerkt tot een indicator en daarna gecombineerd tot de Indicator Biodiversiteit Waterplanten. Het aantal soorten en de bedekking van waterplanten is gebaseerd op de resultaten van de KRW-monitoring (Boerkamp, 2021). Deze monitoring is gericht op dat gedeelte van de wateren met een diepte van minder dan 3 meter (Tabel 2.1).

De deelindicator soorten waterplanten is geëvalueerd aan de hand van het aantal doelsoorten van het Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL, [Index Natuur en Landschap - BIJ12](#)). Het SNL heeft lijsten opgesteld van kenmerkende soorten per natuurtype. De relevante natuurtypen voor het IJsselmeergebied zijn: 'N04.01, Kranswierwater', 'N04.02, Zoete plas' en 'N04.04, afgesloten zeearm'. De soorten van N04.04 komen ook in N04.02 voor. Deze kenmerkende soorten zijn samengevoegd tot een lijst. In totaal kunnen er 54 soorten voorkomen. Overigens is er een grote overlap tussen de soortenlijst van de KRW en de kenmerkende soorten van SNL. Het maximale aantal waargenomen SNL soorten in de zoete meren is 14, wat gebruikt is voor het gewenste aantal. Het totaal aantal waargenomen soorten bij de monitoring is 29.

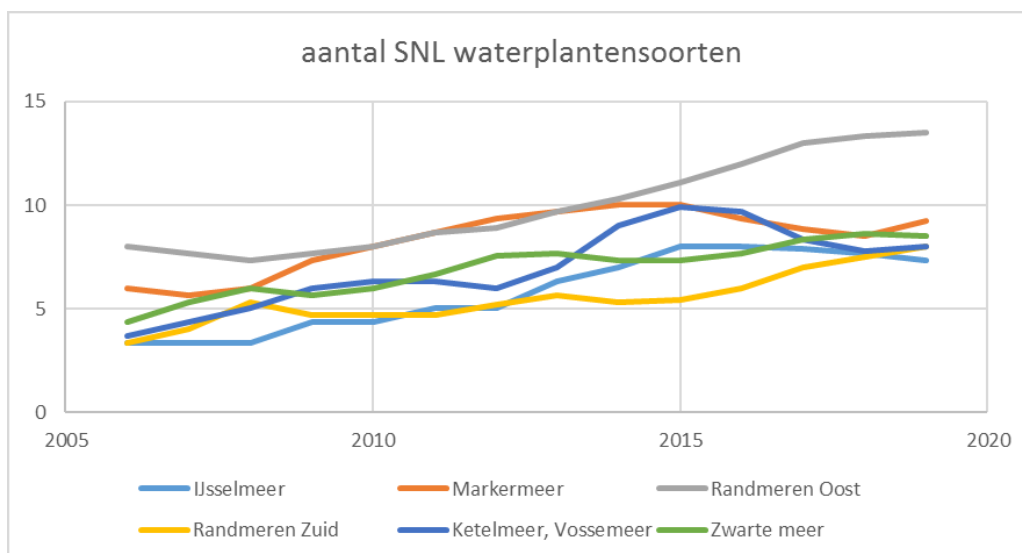
De deelindicator bedekkingspercentage waterplanten is gebaseerd op het percentage van het areaal water tot 3 meter diep waar ondergedoken waterplanten voorkomen. In deze meren zijn de ondergedoken waterplanten de belangrijkste groep waterplanten; drijvende waterplanten worden nauwelijks waargenomen. De maximale waargenomen bedekking is 76% in de Randmeren Oost, dat is gebruikt voor het gewenste percentage bedekking.

Het aantal SNL-soorten is het hoogst in de Randmeren-Oost, voor de andere meren is het aantal soorten vrijwel gelijk (Figuur 2.3). Bij alle meren is een toename te zien in de periode 2007 – 2019. De arealen met ondergedoken waterplanten nemen toe bij de Randmeren en het Markermeer (Figuur 2.4). Bij het IJsselmeer is slechts een klein deel van het ondiepe water begroeid met ondergedoken waterplanten. Aangezien slechts 12% van het meer ondiep is, en hierbij slechts 6 tot 10% bedekt is met waterplanten, is dat een heel klein oppervlakte van het meer met waterplanten.

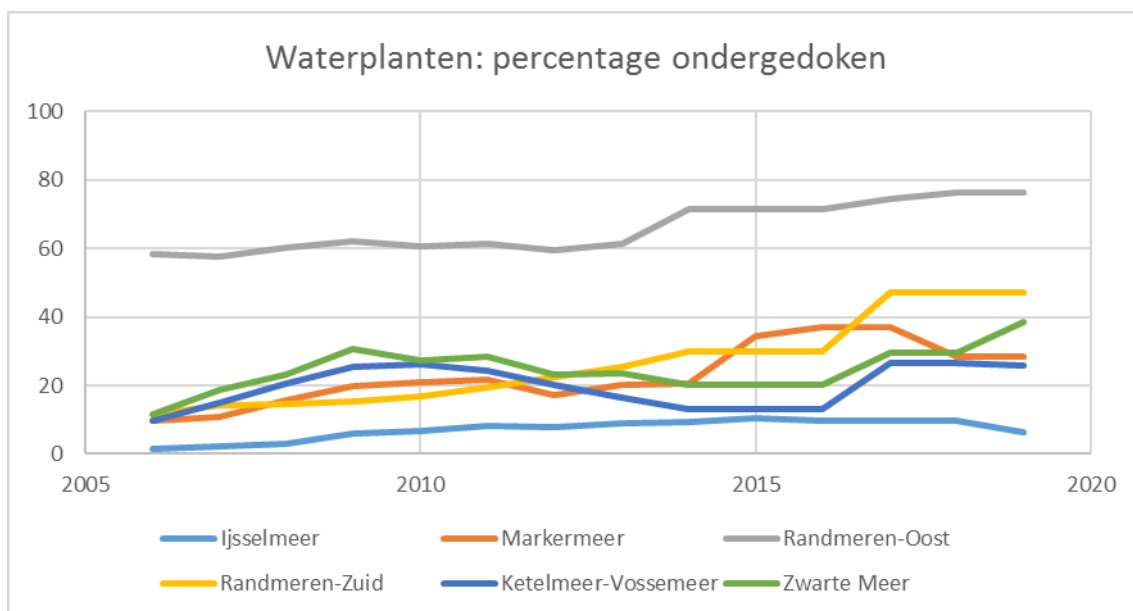
Beide deelindicatoren worden eerst omgerekend naar een percentage t.o.v. de gewenste kwaliteit en vervolgens gemiddeld tot een Indicator Biodiversiteit Waterplanten (Figuur 2.5).

Tabel 2.1. De oppervlakte en de arealen ondergedoken waterplanten.

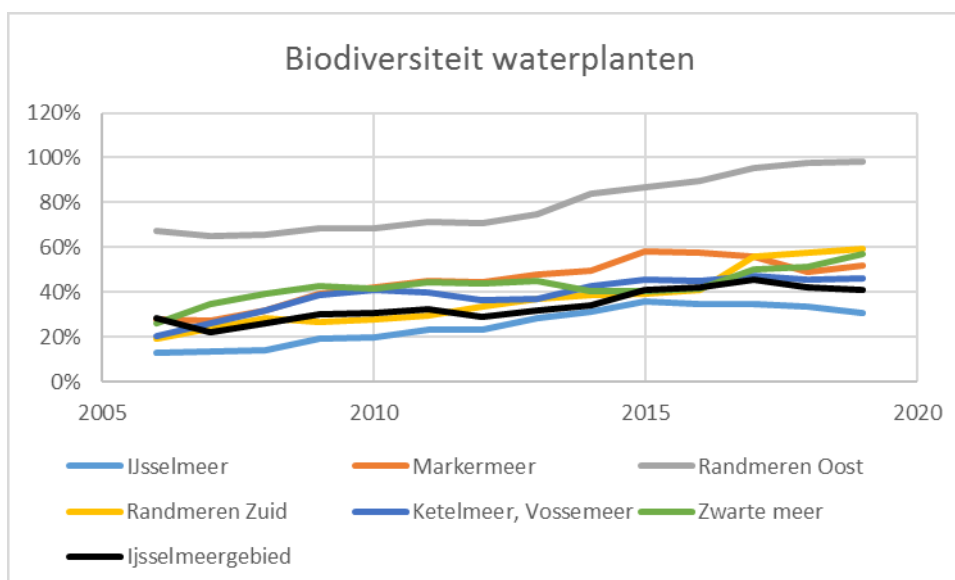
	oppervlakte (km ²)	areaal 0-3m (km ²)	% v.h. areaal	bedekking % (2019)
IJsselmeer	1129	131	12	6
Markermeer	693	139	20	28
Randmeren-Oost	60	47	79	76
Randmeren-Zuid	40	27	68	47
Ketelmeer	36	12	35	26
Zwarte Meer	17	14	83	39
Totaal	1976	371	19	29



Figuur 2.3. Het aantal waargenomen planten- en kranswiersoorten uit de SNL lijst, weergegeven als 3-jarig voortschrijdend gemiddelde. Het gewenste aantal is op 14 soorten gesteld.



Figuur 2.4. Het percentage van het areaal 0-3 meter diep begroeid met ondergedoken waterplanten. De gewenste kwaliteit is op 76% gesteld.



Figuur 2.5. De Indicator Biodiversiteit Waterplanten in het IJsselmeergebied gebaseerd op het aantal soorten en de bedekkingspercentages.

Van de waterplanten zijn de gegevens ook op het niveau van de permanente kwadraten (PQ's) beschikbaar. Omdat het aantal soorten op het niveau van PQ's erg laag is, is niet op het niveau van de PQ's geanalyseerd (alfa-biodiversiteit) maar op het niveau van waterlichamen (gamma-biodiversiteit). De waterplanten worden alleen bemonsterd op locaties tot 3 meter diep, daardoor zijn de verschillen tussen de meren niet te verklaren door verschillen in diepte. De meren zijn onderling ook goed vergelijkbaar doordat het aantal PQ's per meer vergelijkbaar is.

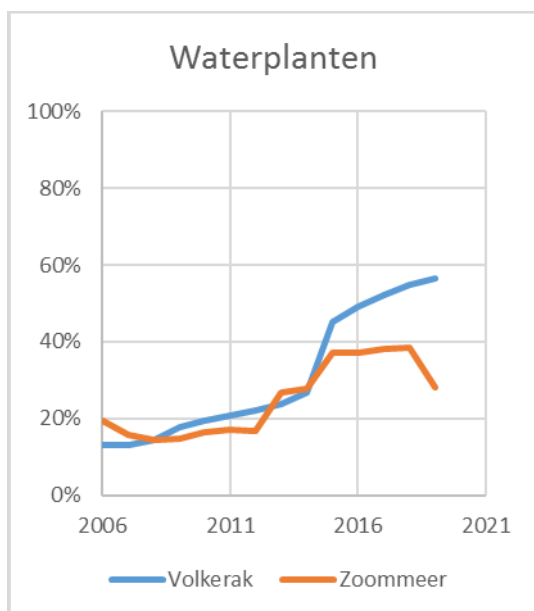
2.3.2

Waterplanten in de Zuidwestelijke Delta

In het Grevelingenmeer en het Veerse meer zijn waterplanten tegenwoordig afwezig. Voorheen kwamen hier grote arealen met zeegras voor en in de KRW-indicator waterplanten zijn doelen geformuleerd voor zeegras (van der Molen, 2018). In deze analyse zijn de zeegrasvelden meegenomen met een kwaliteit van 0%.

In deze meren zijn wieren een belangrijke functionele groep en evenals waterplanten primaire producenten. Ook in het IJsselmeergebied worden de kranswieren mee genomen bij de waterplanten. Vanuit biodiversiteit zou het ontbreken van wieren wel op te nemen zijn maar de wieren niet op te nemen, echter door het ontbreken van deze informatie zijn alleen de zeegrasvelden beschouwd.

In de Volkerak en het Zoommeer zijn waterplanten op dezelfde wijze uitgewerkt als bij het IJsselmeergebied. Daarbij is in de periode 2007-2019 sprake van een toename in de kwaliteit (Figuur 2.6). De kwaliteit is in 2019 57% in de Volkerak en 28% in het Zoommeer, in beide meren is dit gebaseerd op 160 PQ's.



Figuur 2.6. De Indicator Biodiversiteit Waterplanten in de Volkerak en het Zoommeer op basis van de hoogste aantallen in de Randmeren-Oost.

2.3.3

Waterplanten samenvattend

- Soorten: kenmerkende soorten SNL.
- Ruimtelijk niveau: waterlichaam, soortenrijkdom, gamma-biodiversiteit.
- Gebaseerd op aantal kenmerkende soorten en bedekkingspercentages waterplanten.
- Bij Grevelingenmeer en het Veerse Meer wordt uitgegaan van 0% door ontbreken van zeegras.
- Stijgende trend in alle zoete wateren maar groot verschil tussen Randmeren-Oost en IJsselmeer.

2.3.4 *Verder onderzoek waterplanten*

- Het aantal soorten is een grove maat voor een groot waterlichaam welke waarschijnlijk ongevoelig is voor de PAGW-maatregelen. Een ruimtelijke differentiatie binnen het waterlichaam zou hierin verbetering brengen.
- De vegetatiegegevens van de Natura 2000 monitoring is niet gebruikt voor deze analyse. Onderzocht kan worden hoe deze gegevens kunnen worden gebruikt voor deze indicator.
- De soortenlijst van SNL is nog niet definitief vastgesteld, de kennis van de grote wateren zou hierin kunnen worden ingebracht zodat de definitieve lijst ook toepasbaar is voor de grote wateren.
- Voor het Grevelingen ontbreekt de informatie over wieren, wellicht is het mogelijk om deze soortgroep op een andere wijze te betrekken in de indicator. Uitbreiding van de monitoring of een eenmalig onderzoek naar het voorkomen en de biodiversiteit van wieren is belangrijk. In de huidige analyse is alleen zeegras met 0% bedekking gebruikt.

2.4 **Macrofauna**

2.4.1 *Gevolgde aanpak macrofauna*

Van de macrofaunamonitoring zijn langjarige meetnetten beschikbaar met ruimtelijk goed verspreide meetpunten in het IJsselmeergebied, het Grevelingenmeer, het Veerse Meer, de Volkerak en het Zoommeer (Figuur 2.7, 2.8, 2.9). Deze analyse is op het niveau van meetpunten gedaan; op dat niveau zijn voldoende soorten waargenomen en dat biedt de mogelijkheid om deelgebieden te werken.

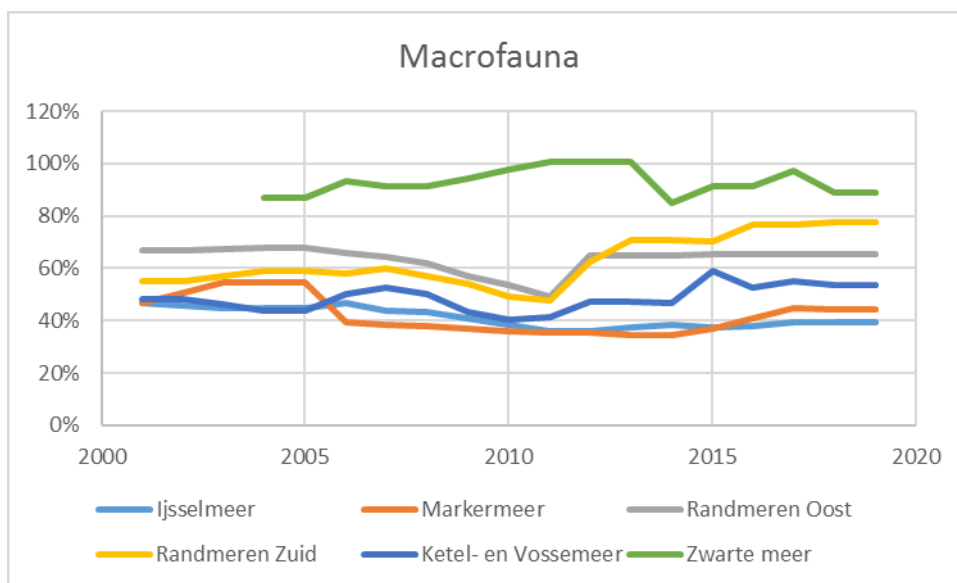
Bij deze monitoringsgegevens zijn de organismen gedetermineerd tot het niveau van soorten, genera of tot hogere taxonomische niveaus. Een derde deel van de monitoringsresultaten betreffen determinaties op genus of hoger taxonomisch niveau en twee derde determinaties op soortniveau. In het kader van dit onderzoek was het niet mogelijk om dit onderscheid uit te zoeken. Wel is uitgezocht of de indicator een andere boodschap geeft door te kijken naar alle waarnemingen, alle waarnemingen opgeschaald naar generaniveau of door alleen de determinaties op soortniveau te selecteren. Deze drie verschillende methoden gaven vrijwel dezelfde resultaten. Daarom zijn deze resultaten gebaseerd op het aantal soorten, de waarnemingen op het niveau van genera en hoger zijn niet meegenomen.

Voor de macrofauna zijn geen lijsten met kenmerkende soorten beschikbaar voor het Grevelingenmeer en het Veerse Meer. In de KRW-beoordeling zijn wel lijsten met indicatortaxa opgesteld voor het IJsselmeergebied (watertype M14 en M21, bijlage 8, van der Molen et al., 2018) en hierbij is ook een protocol uitgewerkt voor het omgaan met verschillend determinatieniveaus. Deze gegevens waren echter niet beschikbaar binnen dit project en niet uitgewerkt voor de lange tijdreeks. Voor het prototype is voor beide wateren op dezelfde wijze gewerkt met het totale aantal soorten.

2.4.2 *Macrofauna in het IJsselmeergebied*

Het aantal meetpunten is voor het IJsselmeer 17, Ketel- en Vossemeer 11, Markermeer 14, Randmeren Oost 10, Randmeren Zuid 11 en Zwarte meer tussen 1 en 5. De resultaten zijn het gemiddelde van de meetpunten per waterlichaam. Bij de meeste meren is het aantal locaties vergelijkbaar ondanks de verschillen in grootte, alleen bij het Zwarte Meer zijn maar weinig locaties bemonsterd. Locaties met slechts een beperkte tijdreeks zijn verwijderd.

Binnen het IJsselmeergebied heeft het Zwarte Meer het hoogste aantal soorten (Figuur 2.7). Dit kan komen doordat daar slechts 4 locaties zijn bemonsterd; in het geval dat deze meetpunten een relatief hoog aantal soorten hebben, is de gemiddelde kwaliteit goed. De trend van het aantal soorten in het IJsselmeergebied laat een stabiel beeld zien, alleen het Markermeer heeft een licht dalende trend.

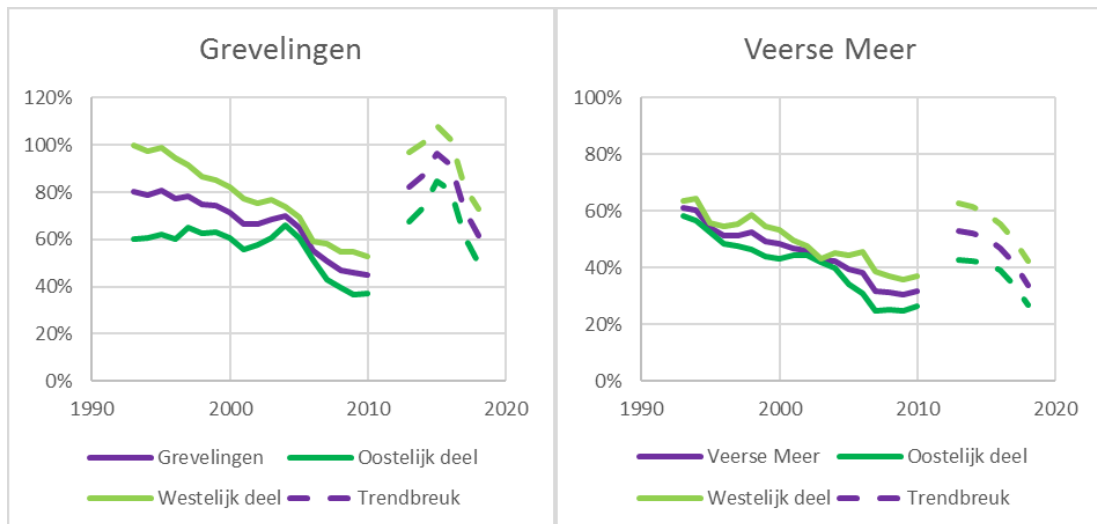


Figuur 2.7. De Indicator Biodiversiteit Macrofauna op basis van het aantal macrofauna soorten in het IJsselmeergebied weergegeven als 3-jarig voortschrijdend gemiddelde. De gewenste kwaliteit is gebaseerd op 38 soorten, het hoogste aantal waargenomen in het Zwartemeer.

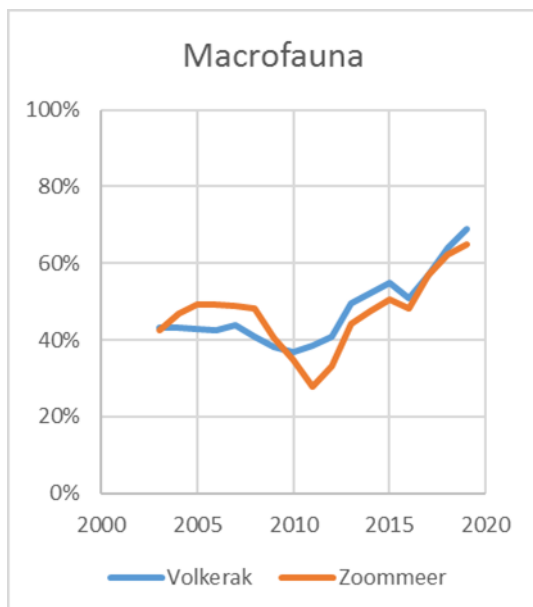
2.4.3 Macrofauna in de Zuidwestelijke delta

Het aantal meetpunten is voor het Volkerak en het Zoommeer respectievelijk 11 en 6, maar hiervan zijn respectievelijk 9 en 3 locaties gebruikt omdat de andere te incidenteel waren bemonsterd. Bij het Grevelingenmeer en het Veerse Meer is na 2010 op een veel gedetailleerder niveau gedetermineerd of is een andere bemonsteringsmethode gehanteerd, waardoor het aantal soorten of genera sterk toeneemt (Figuur 2.8). Hierdoor is er sprake van een trendbreuk. Binnen dit project was het niet mogelijk en ontbrak de kennis om dit probleem op te lossen.

Bij het Grevelingenmeer zijn 60 meetlocaties verdeeld in 2 groepen van elk 30 locaties, een oostelijke en een westelijke groep meetpunten. De beoogde PAGW-maatregel voor het Grevelingenmeer betreft de invoering van meer getijde en meer doorstroming naar de Oosterschelde. De verwachting is dat deze maatregel een positief effect heeft op de waterkwaliteit in het gehele meer, maar juist meer in de oostelijke helft dan in de westelijke helft. Daarvoor zijn bij het Grevelingenmeer de macrofaunaresultaten zowel voor het gehele meer als voor de oostelijke en westelijke helft weergegeven. Ook bij het Veerse Meer zijn de meetpunten te scheiden in een oostelijke en westelijke helft, maar het verschil is hier beperkt.



Figuur 2.8. De Indicator Biodiversiteit Macrofauna van het Grevelingenmeer en het Veerse meer voor het gehele meer, en uitgesplitst naar de oostelijke en de westelijke helft van elk meer. In 2013 en later zijn er veel nieuwe soorten bij gekomen, waardoor de resultaten niet te vergelijken zijn met de periode ervoor. Vanwege de trendbreuk zijn hier de jaarcijfers gepresenteerd. De gewenste kwaliteit is gesteld op 17 soorten. Hierbij zijn de jaarcijfers weergegeven en niet het 3-jarig voortschrijdend gemiddelde om de verschillen tussen de eerste en tweede periode beter te laten zien.



Figuur 2.9. De Indicator Biodiversiteit Macrofauna op basis van het aantal macrofauna soorten in het Volkerak en Zoommeer als 3-jarig voortschrijdend gemiddelde. De gewenste kwaliteit is gebaseerd op 38 soorten, het hoogste aantal waargenomen in het Zwarte Meer.

In het Grevelingenmeer en het Veerse Meer is een neergaande trend geweest van 1992 tot en met 2010, deze trend is ook significant (trendspotter; Visser, 2004). Vanwege het verschil in determinatieniveau zijn de latere jaren hier niet bij betrokken. Gedurende de hele periode heeft de oostelijke helft van het Grevelingenmeer een lagere kwaliteit dan de westelijke helft. Dit duidt op een positief effect van de uitwisseling met de Noordzee, maar kan ook door andere oorzaken komen. Het Veerse Meer heeft duidelijk een lager aantal soorten dan het Grevelingen.

2.4.4 *Macrofauna samenvattend*

- Soorten: gebaseerd op alle waarnemingen op soortniveau.
- Ruimtelijk niveau: meetpunten, soortendichtheid, alfa-biodiversiteit.
- In Grevelingenmeer en Veerse Meer een duidelijk neergaande trend, het Grevelingenmeer heeft een hoger aantal soorten dan het Veerse Meer.
- Bij het Grevelingenmeer heeft de westelijke helft een hogere kwaliteit dan de oostelijke helft. Bij het IJsselmeergebied een vrij stabiel beeld.

2.4.5 *Verder onderzoek macrofauna*

In de KRW-beoordeling is een methode uitgewerkt voor het probleem van waarnemingen op soorten en hogere taxonomische niveaus. Dat zijn tussenresultaten in de KRW-beoordeling. Deze resultaten waren niet beschikbaar voor de hele tijdsperiode. De determinatieverschillen in de laatste jaren van de monitoring in de Zuidwestelijke Delta kunnen door specialisten worden uitgewerkt tot een niveau. Daarmee zou de trend over de hele periode kunnen worden berekend voor het Grevelingenmeer en het Veerse Meer. De combinatie van deze twee verbeteringen zou een zeer bruikbare dataset voor een heel lange periode opleveren.

De resultaten zijn alleen bij het Grevelingenmeer en het Veerse Meer uitgesplitst naar twee deelgebieden. Bij het IJsselmeergebied kunnen ook deelgebieden worden onderscheiden, met name de oever en ondiepe zones zijn belangrijk omdat daar verschillende maatregelen op zijn gericht.

De verdeling van de meetpunten over de diepte en type bodem is belangrijk voor het aantal soorten. Dit kan verder worden onderzocht, daarmee zou de stap naar bèta-diversiteit kunnen worden gezet, de ruimtelijke verschillen in welke soorten voorkomen tussen de meetpunten langs een gradiënt. Hierbij is het belangrijk of overal dezelfde soorten voorkomen, of dat er een differentiatie is tussen soorten op diepte of substraat.

De monitoring van de zoute wateren betreft de monitoring van het zachte substraat. In het zoute water is de biodiversiteit van het harde substraat zeer groot. Op de banken van Japanse oesters leven tal van soorten zoals krabben, zakpijpen, anemonen, garnalen en vissen. Al deze soorten worden niet bemonsterd. Deze variatie in biodiversiteit heeft een grote aantrekkingskracht op duikende recreanten. Zij rapporteren dat deze variatie sterk is afgenomen (van der Mast, 2021). Het voorkomen van deze levensgemeenschap wordt erg beperkt door de slechte waterkwaliteit, beneden de 10 meter komt deze levensgemeenschap niet voor in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer. Deze levensgemeenschap wordt niet gemonitord of geïnventariseerd op het aantal soorten. Gegevens over het hard substraat zijn verzameld door Stichting Anemoon en Stichting Zeeschelp (M. Dubbeldam, presentatie kennisdag Zuidwestelijke delta, 25 september 2019), maar deze gegevens waren niet beschikbaar; tevens is niet bekend of de gegevens geschikt zijn voor het maken van biodiversiteitsindicatoren.

2.5 **Vissen**

Voor de vissen in de zoete wateren is gebruik gemaakt van de gegevens van WMR op het niveau van waterlichamen (WMR Open Data, 2021).

2.5.1 *Vissen in het IJsselmeergebied*

Bij de monitoring van de vissen in het IJsselmeergebied worden meerdere vistuigen toegepast afhankelijk van het waterlichaam en het doel van de monitoring (Tabel 2.2). Deze vistuigen bemonsteren ook specifieke groepen vissen. Ook zijn de eenheden anders, per hectare voor het open water en per kilometer voor de oever.

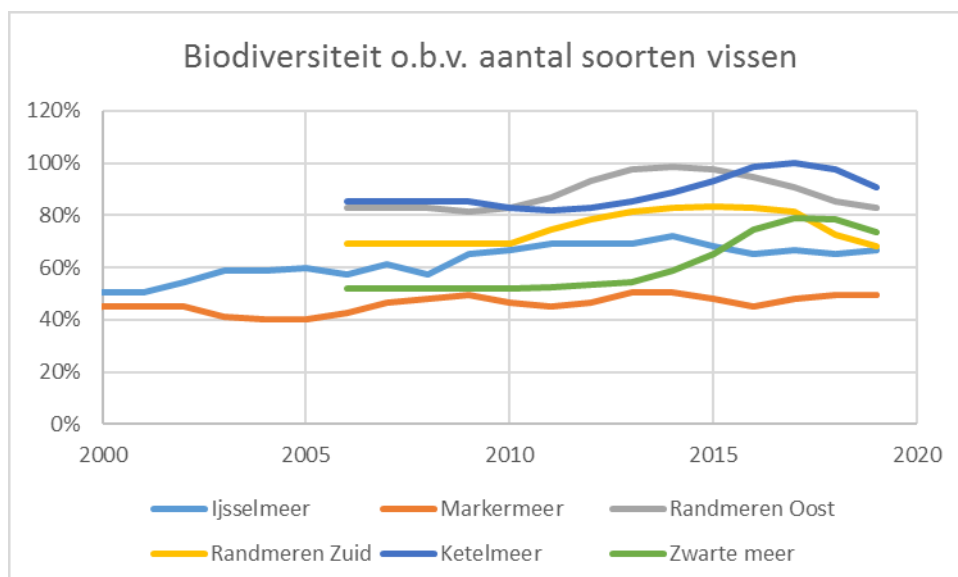
Tot en met 2012 werd de kuil gebruikt, daarna de boomkor. Omdat deze twee vergelijkbaar zijn kunnen ze worden samengenomen. Sommige vistuigen zijn maar incidenteel toegepast zoals het kieuwnet en de pulsdraad. Het meetprogramma is niet stabiel geweest gedurende de afgelopen decennia, sommige meetprogramma's zijn gedurende vele jaren constant, terwijl andere meetprogramma's een incidenteel karakter hebben. In veel gevallen wordt eens per drie jaar bemonsterd. In die gevallen zijn de tussenliggende jaren geïnterpoleerd voor het maken van tijdsreeksen.

Tabel 2.2. Typen vistuigen voor de monitoring van vissen in het IJsselmeergebied.

Tuig	Habitat	Eenheid	Waar
Boomkor	Open water	kg/ha, n/ha	IJsselmeer, Markermeer
Kuil	Open water	kg/ha, n/ha	IJsselmeer, Markermeer
Elektrokor	Open water	kg/ha, n/ha	IJsselmeer, Markermeer
Stortkuil	Open water, >1,5 m diep	kg/ha, n/ha	Randmeren-Z, Randmeren-O., Ketelmeer, Zwarte Meer
Wonderkuil	Open water, <1,5 m diep	kg/ha, n/ha	Randmeren-O.
Elektroschepnet	Oever	kg/km, n/km	IJsselmeer, Markermeer, Randmeren-Z, Randmeren-O., Ketelmeer, Zwarte Meer
Zegen	Zandoever	kg/ha, n/ha	IJsselmeer, Markermeer
Fuik		kg/fuiketmaal	IJsselmeer
Kieuwnet		kg/netnacht	
Pulsdraad			

Vanwege de verschillen in vistuig is in eerste instantie gekozen voor het aantal soorten in het open water (Figuur 2.10). De vistuigen van het open water zijn hierbij samen genomen: boomkor, kuil en elektrokor voor IJsselmeer en Markermeer en wonderkuil en stortkuil voor de andere meren. De andere bemonsteringen zijn vooralsnog niet gebruikt.

De biodiversiteit is weergegeven aan de hand van het aantal soorten. Bij de vissen zijn lijsten met kenmerkende soorten opgesteld bij het Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL). Deze lijsten zijn nog in concept voor de grotere wateren en bevatten 24 soorten en daarmee maar weinig onderscheidend ten opzichte van het tellen van alle soorten. Derhalve is deze lijst niet gebruikt maar is getoetst op alle soorten.



Figuur 2.10. De Indicator Biodiversiteit Vissen is gebaseerd op het aantal vissoorten in de monitoring van het open water, weergegeven als 3-jarig voortschrijdend gemiddelde.

Om de resultaten van de vissen te vertalen naar een kwaliteit van het gehele meer zijn de resultaten eerst vertaald naar een kwaliteit. Hiervoor is het aantal waargenomen soorten uitgedrukt als percentage van het maximale aantal soorten in de langjarige meetreeks van het IJsselmeergebied, dit is 25 soorten.

Uit deze resultaten blijkt dat het open water van het Markermeer het minste aantal soorten, gevolgd door het IJsselmeer. Het Ketel- en Vossemeer hebben het hoogste aantal soorten.

In deze analyse wordt uitgegaan van het totale aantal soorten. In deze periode neemt het aantal exoten sterk toe. In het begin van de monitoring komen de volgende soorten niet voor in het IJsselmeer en Markermeer: blauwneus, donaubrasem, Kaukasische dwerggrondel, Kesslers grondel, marmergrondel, Pontische stroomgrondel, witvinriviergrondel en zwartbekgrondel. Tot 2010 komen deze soorten niet voor in het IJsselmeergebied, maar in de laatste jaren komen van deze groep gemiddeld 4 soorten voor, hetgeen 1/3 tot 1/4 van het aantal soorten is. Aangezien het aantal soorten vrijwel gelijk blijft, betekent dit een afname van het aantal oorspronkelijke soorten.

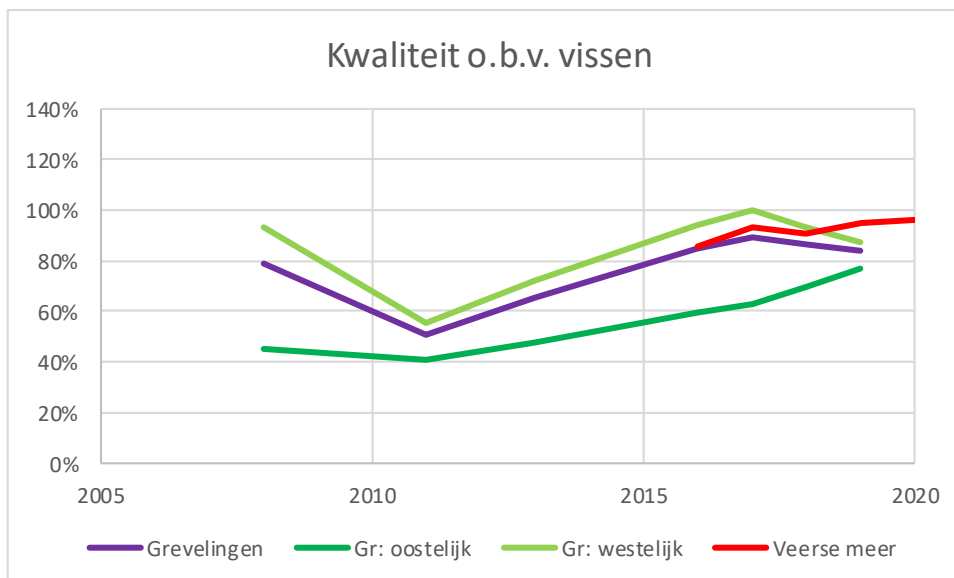
2.5.2 Vissen in Grevelingenmeer en Veerse Meer

Bij het Grevelingenmeer is alleen met de boomkor in de diepere delen bemonsterd. Bij het Veerse meer is ook in het ondiepe water bemonsterd.

Bij deze meren is het aantal soorten gebaseerd op het aantal soorten per bemonsteringslocatie (Figuur 2.11). De reden hiervoor is dat er daarmee een onderscheid tussen de oostelijke en westelijke helft mogelijk is, wat mogelijkheden biedt om de beoogde maatregel in het Grevelingenmeer te evalueren. Bij het IJsselmeergebied is vanwege de beschikbaarheid van de gegevens en de te verwachten tijd voor het analyseren van alle data gekozen voor de eenvoudige variant.

Bij de monitoring van vissen in het Grevelingen en het Veerse meer zijn maximaal gemiddeld 6,5 soorten aangetroffen per deelgebied, welk aantal wordt gebruikt als

streefwaarde. Ondanks het verschil met het IJsselmeergebied, is de methode tussen beide wateren consistent. Voor het hele Grevelingenmeer maakt dit overigens niet uit, het voordeel is de uitsplitsing naar twee deelgebieden.



Figuur 2.11. De Indicator Biodiversiteit Vissen is gebaseerd op het gemiddelde aantal soorten vissen per bemonstering uitgewerkt voor het oostelijke, westelijke en gehele Grevelingenmeer en het Veerse meer.

Bij het Grevelingen is het contrast tussen de oostelijke en de westelijke helft duidelijk, de westelijke helft die bij de opening van de Brouwerssluis ligt, heeft een veel hoger aantal soorten dan de oostelijke helft. Bij het Veerse Meer schommelt het aantal soorten tussen 4,5 en 5 per bemonsteringslocatie. Daarvan zijn echter de gegevens pas vanaf 2016 beschikbaar.

2.5.3

Vissen samenvattend

- Soorten: gebaseerd op alle soorten.
- Ruimtelijk niveau:
 - IJsselmeergebied: waterlichaam, soortenrijkdom, gamma-biodiversiteit.
 - Grevelingenmeer, Veerse meer: bemonsteringslocatie, soortendichtheid, alfa-biodiversiteit.

2.5.4

Verder onderzoek vissen

- De soortenrijkdom op basis van een heel waterlichaam is weinig zeggend en waarschijnlijk ook weinig gevoelig voor de te nemen PAGW-maatregelen. De autonome ontwikkelingen zoals de vestiging van exoten zijn belangrijker voor de veranderingen in biodiversiteit. Voor een biodiversiteitsindicator dient de combinatie van aantallen, gewichtsklasse en soorten verder te worden uitgewerkt.
- Een onderscheid in deelgebieden kan een nuttige verbetering zijn omdat sommige maatregelen alleen op deelgebieden werken en dat de verschillen in biodiversiteit daardoor meer expliciet worden.
- De lijst kenmerkende soorten van SNL is nu niet gebruikt omdat de huidige versie concept is. Bij het verbeteren van deze lijst kan de kennis van RWS voor de grote wateren worden ingebracht. Een voordeel van het gebruiken van kenmerkende soorten is dat de toename van exoten het verlies aan oorspronkelijke soorten niet compenseert. Voordeel van het werken met kenmerkende soorten is dat de exoten hier niet in meetellen.

- Na de afsluiting van het Grevelingenmeer is de biodiversiteit heel sterk achteruitgegaan. De toegepaste gewenste kwaliteit op basis van het aantal soorten uit deze monitoringsreeks geeft waarschijnlijk een veel te positief beeld weer. Een referentiewaarde op basis van een ander vergelijkbaar water zou daarom de voorkeur hebben. De gewenste kwaliteit zou dan hoger moeten liggen dan de waarde die op basis van de huidige meetreeks is vastgesteld.
- De resultaten van de monitoring van de oeverzone zijn in deze analyse niet mee genomen. De oeverzone is een klein maar belangrijk onderdeel van het ecosysteem. Dat zou verbeterd kunnen worden.

2.6 Landnatuur

2.6.1 *Beschrijving beschikbare indicator*

Bij de Grevelingen en het Veerse Meer zijn verschillende eilanden en buitendijkse gebieden met natuur. In dit verband wordt dit de landnatuur genoemd. Voor het IJsselmeergebied is het areaal landnatuur beperkt. Van de huidige dataset betreft de landnatuur een natuurgebied bij de Afsluitdijk aan de kant van Friesland en enkele kleine andere gebieden. Bij de gebruikte dataset waren nog geen gegevens beschikbaar van de Markerwadden. Vanwege dit kleine areaal wordt het in deze analyse niet uitgewerkt.

De beoordeling van de landnatuur is afkomstig van de Studie Natuurpact van het PBL (Hoek et al., 2020). In deze studie zijn de gegevens verzameld van de broedvogels door SOVON, vaatplanten door FLORON en vlinders door de Vlinderstichting (SOVON et al, 2020). De gegevens zijn beschikbaar als aantal waargenomen soorten, onderverdeeld naar de drie soortgroepen. Voor elk SNL natuurtype zijn lijsten met soorten opgesteld die kenmerkend zijn. Bijvoorbeeld N12.04, 'rijk, nat grasland', heeft de grootste oppervlakte binnen het Grevelingen (Tabel 2.3). Voor dit type zijn 41 plantensoorten en 12 vogelsoorten als kenmerkende soorten vastgesteld. Vlinders zijn alleen meegenomen voor SNL types N08.02 en N12.01. Van de 53 kenmerkende soorten in SNL-type N12.04 moeten er 32 soorten zijn aangetroffen voor een maximale kwaliteit, waarbij ook nog maximaal 2 rode lijsten soorten kunnen worden toegevoegd. Deze maximale kwaliteit wordt in de praktijk niet of hooguit een enkele keer in Nederland gehaald. Dat aantal van 32 soorten is per SNL type vastgesteld aan de hand van de verdelingen van het aantal soorten per SNL type en deze lijst wordt voor heel Nederland toegepast.

Op basis van het totale aantal waargenomen soorten per gridcel van 250*250 meter is een kwaliteit berekend (Figuur 2.12 en 2.13). Bij deze beoordeling wordt de natuurkwaliteit geschaald tussen 0 en 1, waarbij 1 een goede kwaliteit is die in Nederland mogelijk is. Dit komt overeen met de gewenste kwaliteit zoals die voor het dashboard voor de indicator biodiversiteit is gedefinieerd (waarbij de schaal van 0 – 1 of van 0 – 100% voor de interpretatie gelijk is).

De kwaliteit van de landnatuur verandert nauwelijks gedurende de onderzochte periode (Tabel 2.3). De Natura2000-soort groenknolorchis is opgenomen in de lijst met kenmerkende soorten van SNL type N08.03, open, natte duinen, en is daarmee van de kenmerkende soorten voor dit SNL natuurtype.

2.6.2 *Landnatuur samenvattend*

- Soorten: gebaseerd op kenmerkende soorten volgens de SNL-index.

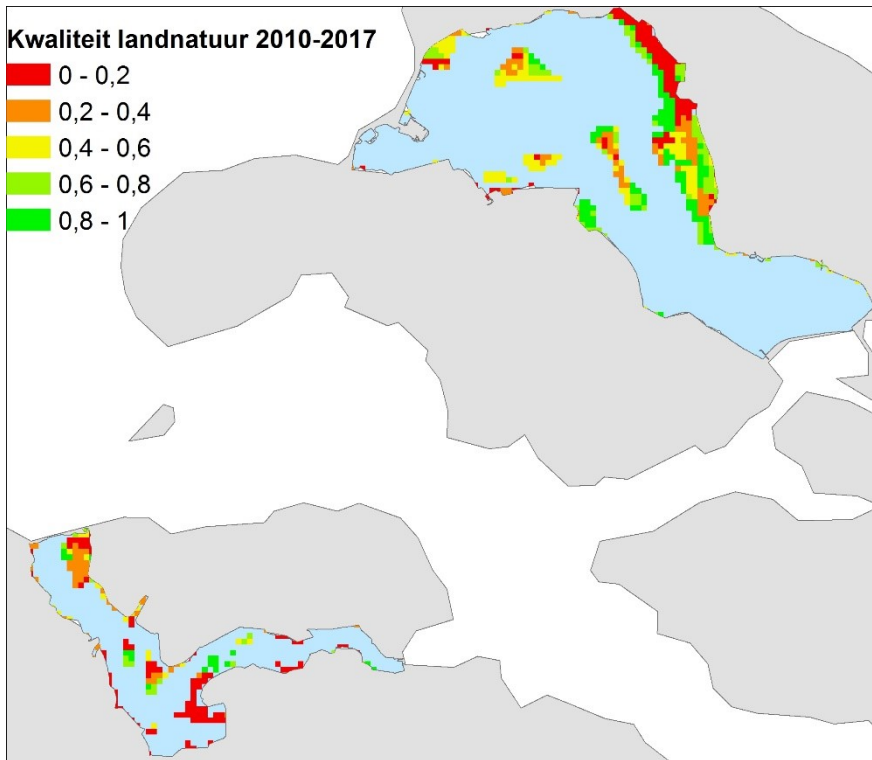
- Gewenst aantal: gebaseerd op SNL-methode, maar aangepast voor gewenste kwaliteit
- Ruimtelijk niveau: aantal kenmerkende soorten per 250*250 meter gridcel

2.6.3 Verder onderzoek landnatuur

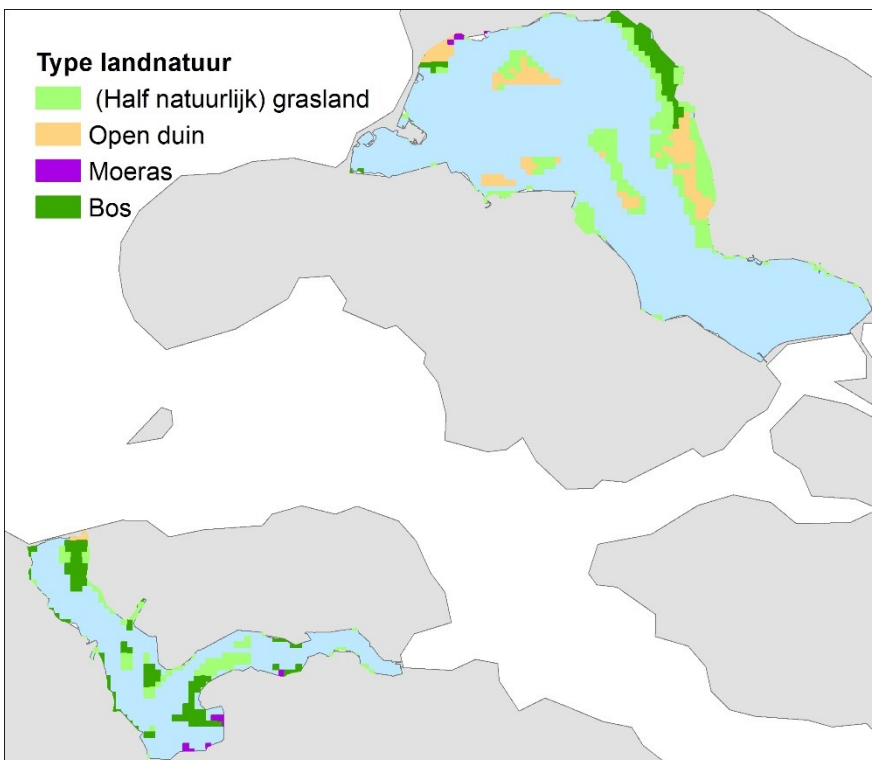
Deze gegevens zijn gebaseerd op een beschikbare, landelijke analyse. Voor een analyse van de Grevelingen en het Veerse Meer is de voorkeur om dit te doen met de monitoringsgegevens van de eilanden en buitendijkse gronden. Deze uitgebreide gegevens waren niet beschikbaar voor deze analyse.

Tabel 2.3. De SNL beheertypen in Grevelingen en Veerse Meer, het aantal soorten broedvogels, vlinders en planten voor 100%, de gewenste kwaliteit in 3 perioden (1994-2001, 2002-2009 en 2010-2017) en het areaal per type binnen de Grevelingen en het Veerse Meer.

Na- tuur- type	Natuurtype	Subtype	Indeling subtype	aantal soorten voor 100%	Areaal (ha)	kwal 94-01	kwal 02-09	Kwal 10-17
Landnatuur Grevelingen								
N05	Moeras	N05.01	Moeras	32	20	0.45	0.36	0.36
N08	Open duin	N08.02	Open duin	37	88	0.50	0.51	0.52
		N08.03	Vochtige duinvallei	41	655	0.43	0.38	0.47
N10	Vochtige Schraalgraslanden	N10.01	Nat schraalgrasland	27	1	0.60	0.65	0.65
		N10.02	Vochtig hooiland	20	12	0.50	0.51	0.54
N11	Droge Schraalgraslanden	N11.01	Droog schraalgrasland	39	2	0.29	0.33	0.32
N12	Rijke graslanden en akkers	N12.01	Bloemdijk	26	7	0.58	0.60	0.60
		N12.02	Kruiden en faunarijck grasl.	18	195	0.68	0.63	0.74
		N12.04	Zilt- en overstromingsgrasl.	32	597	0.87	0.82	0.86
		N12.06	Ruigteveld	11	347	0.35	0.24	0.27
N13	Vogelgrasland	N13.01	Vochtig weidevogelgrasland	14	6	0.85	0.49	0.31
N14	Vochtige bossen	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	48	338	0.10	0.07	0.10
N15	Droge bossen	N15.01	Duinbos	19	4	0.34	0.27	0.44
N16	Bossen met productiefunctie	N16.03	Droog bos met productie	13				
		N16.04	Vochtig bos met productie	12	4	0.21	0.29	0.29
Totaal Grevelingen					2276	0.51	0.46	0.51
Landnatuur Veerse Meer								
Natuur- type	Natuurtype	Subtype	Indeling subtype	aantal soorten voor 100%	Areaal	kwal 94-01	kwal 02-09	kwal 10-17
N05	Moeras	N05.01	Moeras	32	10	0.16	0.14	0.14
N08	Open duin	N08.02	Open duin	37	26	0.43	0.34	0.39
		N08.03	Vochtige duinvallei	41				
N10	Vochtige Schraalgraslanden	N10.01	Nat schraalgrasland	27				
		N10.02	Vochtig hooiland	20	69	0.52	0.53	0.55
N11	Droge Schraalgraslanden	N11.01	Droog schraalgrasland	39	35	0.22	0.22	0.25
N12	Rijke graslanden en akkers	N12.01	Bloemdijk	26	16	0.43	0.44	0.47
		N12.02	Kruiden en faunarijck grasl.	18	52	0.52	0.54	0.54
		N12.04	Zilt- en overstromingsgrasl.	32	129	0.82	0.82	0.79
		N12.06	Ruigteveld	11	7	0.24	0.22	0.32
N13	Vogelgrasland	N13.01	Vochtig weidevogelgrasland	14				
N14	Vochtige bossen	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	48	271	0.14	0.14	0.14
N15	Droge bossen	N15.01	Duinbos	19	15	0.26	0.14	0.18
N16	Bossen met productiefunctie	N16.03	Droog bos met productie	13	10	0.15	0.08	0.05
		N16.04	Vochtig bos met productie	12	14	0.39	0.32	0.33
Totaal Veerse Meer					654	0.38	0.37	0.37



Figuur 2.12. De kwaliteit van de landnatuur op basis van broedvogels dagvlinders en planten t.o.v. het gewenste niveau.

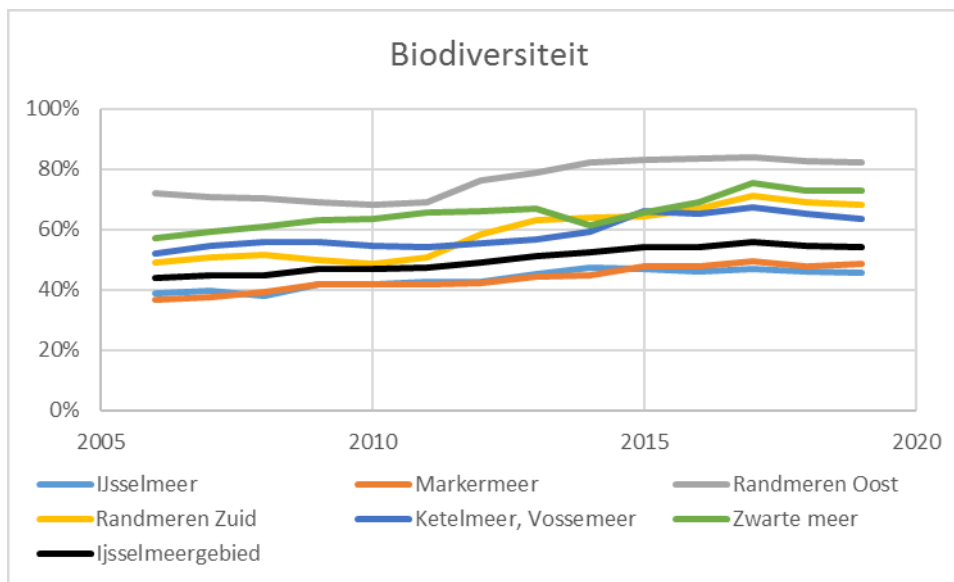


Figuur 2.13. Het type landnatuur.

2.7 Toepassen rekenregels biodiversiteit van waterlichaam en gebied

2.7.1 IJsselmeergebied

Voor de Indicator Biodiversiteit wordt voor elk waterlichaam het gemiddelde genomen van de indicatorwaarde voor waterplanten, macrofauna en vissen (Figuur 2.14).



Figuur 2.14. De gemiddelde kwaliteit van de biodiversiteit op basis van waterplanten, macrofauna en vissen, de 3 soortgroepen weergegeven als 3-jarig voortschrijdend gemiddelde.

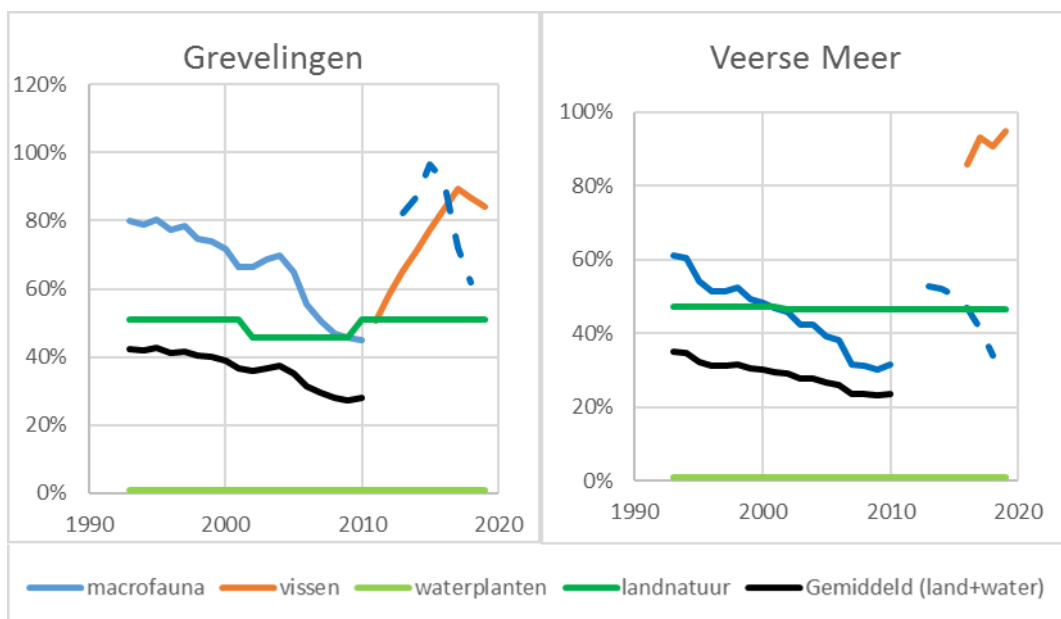
Bij deze Indicator Biodiversiteit zijn de resultaten per soortgroep gemiddeld. De waterplanten, macrofauna en vissen hebben elk een eigen ruimtelijke basis. De waterplanten hebben betrekking op het gedeelte minder dan 3 meter diep. De macrofauna waarnemingen op het gehele meer en de vissen waarnemingen op het open water. Daarmee is bij benadering voor elk deel van het gehele meer de evaluatie gebaseerd op ten minste 2 soortgroepen.

Voor de Indicator Biodiversiteit voor het IJsselmeergebied zijn de indicatorwaarden van de 6 meren gemiddeld, waarbij de oppervlakte van de meren is meegenomen in de middeling. Daarbij is de vierkantswortel van de oppervlakte als weegfactor gebruikt. Door gebruik te maken van de vierkantswortel van de oppervlakte zijn de grootste meren wel het belangrijkste maar tellen ook de kleinere meren mee in de Indicator Biodiversiteit voor het gebied.

2.7.2 Zuidwestelijke Delta

Van de Zuidwestelijke delta zijn 4 meren uitgewerkt, 2 zoute meren en 2 zoete meren. Allereerst wordt behandeld hoe de Indicator Biodiversiteit per meer wordt berekend en vervolgens hoe de Indicator Biodiversiteit voor het gebied wordt berekend; door de verschillen in periode met monitoringsresultaten wordt dit voor de zoute en zoete wateren apart behandeld.

De gemiddelde kwaliteit van de biodiversiteit van de zoute meren wordt bepaald door macrofauna, vissen en waterplanten voor het waterdeel en de landnatuur voor het landgedeelte. De verhouding voor beide meren is ongeveer 80% water en 20% land (Topografische kaart TOP10NL). Vervolgens is hiervan het 3-jarig voortschrijdend gemiddelde berekend. De macrofauna data van na 2010 is daarbij niet meegenomen vanwege de trendbreuk (Figuur 2.15).



Figuur 2.15. De Indicator Biodiversiteit voor het Grevelingen en het Veerse meer. De zwarte lijn is de gemiddelde kwaliteit, dit is het 3-jarig voortschrijdend gemiddelde. De gestippelde blauwe lijn is de macrofauna kwaliteit na 2010, die is vanwege grote verschillen tussen de jaren en met de voorgaande tijdreeks niet gebruikt voor de kwaliteit.

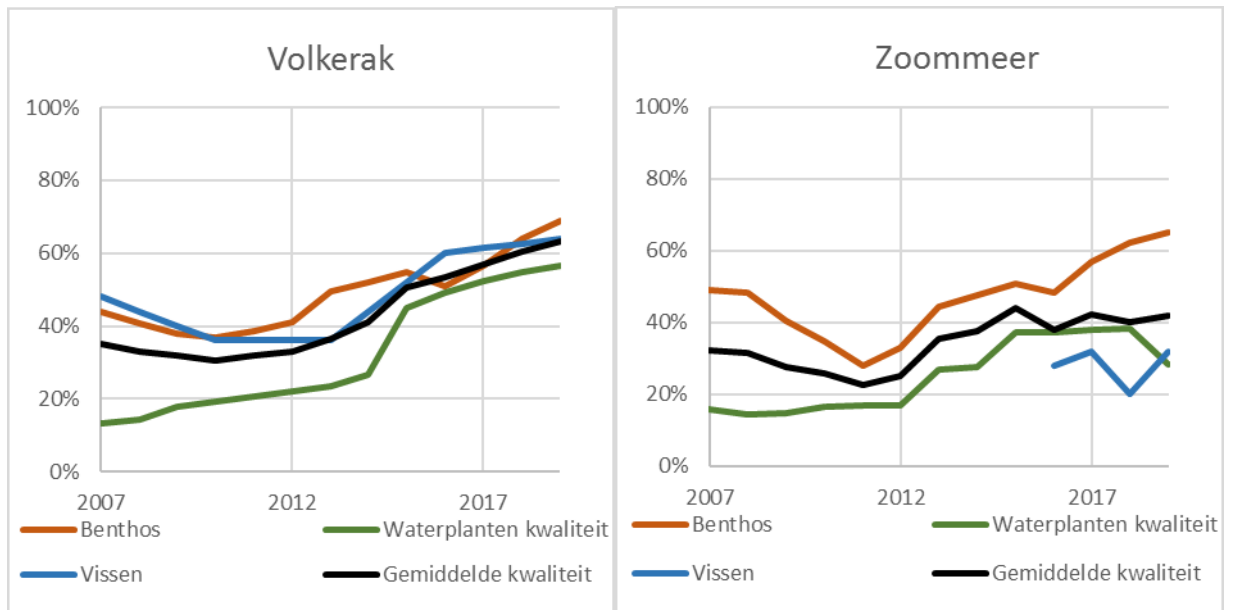
Met de huidige monitoringsgegevens is de trend voor de laatste jaren van de zoute meren niet te geven. Daarbij gaat het om:

- De trendbreuk bij de macrofaunamonitoring, wellicht kunnen macrofauna-experts hiervoor een oplossing bieden om toch een langjarige trendreeks te maken;
- De vissenmonitoring in de Grevelingen is beperkt tot de vaargeul, wat slechts 10% van het areaal is.
- Uitbreiding van de monitoring met wieren en hard substraat zoals de Japanse oesterbanken en de biodiversiteit die daarop leeft.

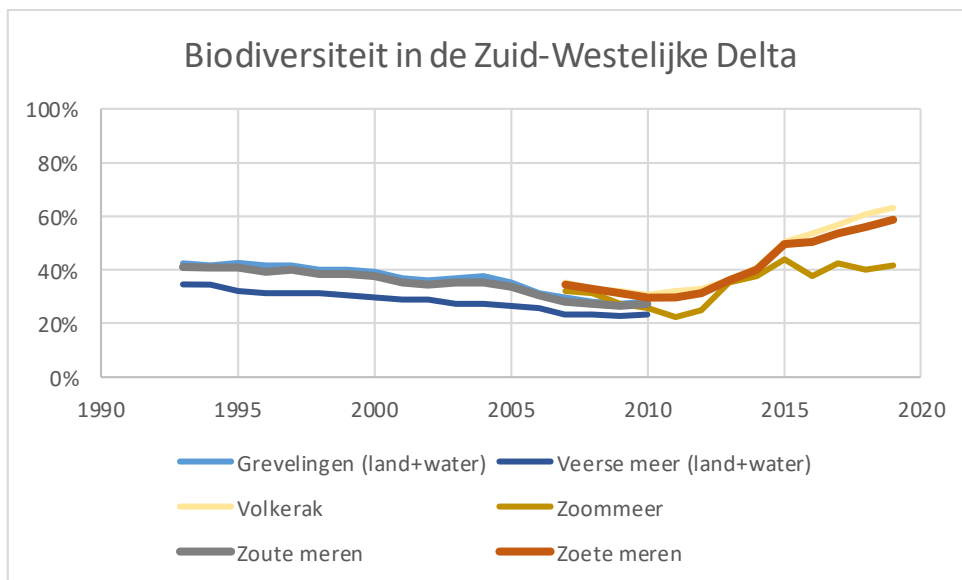
Het grote probleem van de Grevelingen en het Veerse Meer is de achteruitgang van de biodiversiteit door lage zuurstofgehalte en hoge organische stofgehalte, waardoor beneden de 8 meter een sterke achteruitgang is. Dat is door sportduikers duidelijk te zien (van der Mast, 2021). Bij de biologische monitoring is dat echter niet te achterhalen. De macrofaunamonitoring laat wel een lager aantal soorten zien op grotere diepte, maar in hoeverre dat natuurlijk is, is niet duidelijk. Ook is de macrofaunamonitoring in het voorjaar en het najaar, waardoor de zomersterfte waarschijnlijk niet wordt waargenomen. Juist in de zomer is er grote sterfte (Didden et al., 2019). De macrofaunamonitoring van 2020 laat wel een grote achteruitgang zien in de diepere delen.

Bij de zoete meren Volkerak en Zoommeer wordt de kwaliteit van het meer bepaald door de kwaliteit van vissen, macrofauna en waterplanten te middelen (Figuur 2.16).

Bij het berekenen van de biodiversiteit van dit groot water is het probleem van twee perioden: de eerste periode bevat informatie over de zoute meren, de tweede over de zoete meren. Daarom worden hiervoor de biodiversiteit voor de zoute meren en voor de zoete meren apart berekend (Figuur 2.17). De wijze van berekening gaat op identieke wijze als bij het IJsselmeergebied met als weegfactor voor de meren de vierkantswortel van het oppervlakte.



Figuur 2.16. De Indicator Biodiversiteit van het Volkerak en het Zoommeer op basis van de monitoring van waterplanten, macrofauna en vissen. De methode is identiek aan de methode van het IJsselmeergebied.



Figuur 2.17. Indicator Biodiversiteit in de Zuidwestelijke delta.

3 Indicator Functioneren voedselweb

3.1 Gevolgde aanpak Indicator Functioneren voedselweb

De Indicator Functioneren voedselweb is gebaseerd op de biomassa van de op en in het water foeragerende vogels. Hiervoor is gebruik gemaakt van alle foeragerende watervogels, zodat er een compleet beeld van het gehele watersysteem wordt gegeven.

In deze analyse is uitgegaan van de vogels die foerageren op het meer. Vogels die het meer gebruiken voor slapen, rusten of alleen broeden, zijn niet meegeteld. De foeragerende vogels zijn zowel de wintervogels als de broedvogels. De vogelwaarnemingen waren beschikbaar als seizoenwaarnemingen en het aantal broedparen (data Sovon). De broedparen vogels zijn omgerekend naar het aantal vogels door de paren te vermenigvuldigen met 1,25 (2,5 voor het aantal vogels en delen door twee voor de helft van het jaar). Beide groepen zijn bij elkaar opgeteld. Voor elke soort is uitgezocht wat het belangrijkste voedsel is. Sommige soorten vogels foerageren zowel op bodemdieren als op waterplanten. In dat geval is een verdeling tussen beide voedselgroepen toegepast. Voor het voedselweb zijn de volgende groepen relevant:

- Visetende vogels zijn de reigers, sterns, futen, zaagbekken, aalscholver, nonnetje en visarend.
- Waterplantenetende vogels zijn de zwanen, krooneend, nijlgans, en voor een gedeelte van het menu meerkoet, pijlstaart, slobbeend en wilde eend.
- Bodemdieretende vogels zijn kuifeend, tafeleend, brilduiker, strandlopers en bergeend en voor een gedeelte van het menu de meerkoet, pijlstaart, slobbeend, waterhoen en wilde eend.

Een bijzonder geval is de koloniebroedende grote sterns op de Grevelingen. Deze foerageren grotendeels op de Voordelta en in beperkte mate in de Grevelingen. In deze analyse is uitgegaan van 10% van de broedende grote sterns in de Grevelingen.

Vervolgens werden de aantallen vogels omgerekend naar de biomassa vogels. Van elke soort is uitgezocht hoe zwaar de vogels zijn. Daarmee is een totale biomassa vis-etende, waterplanten-etende en bodemdier-etende vogels per meer bekend.

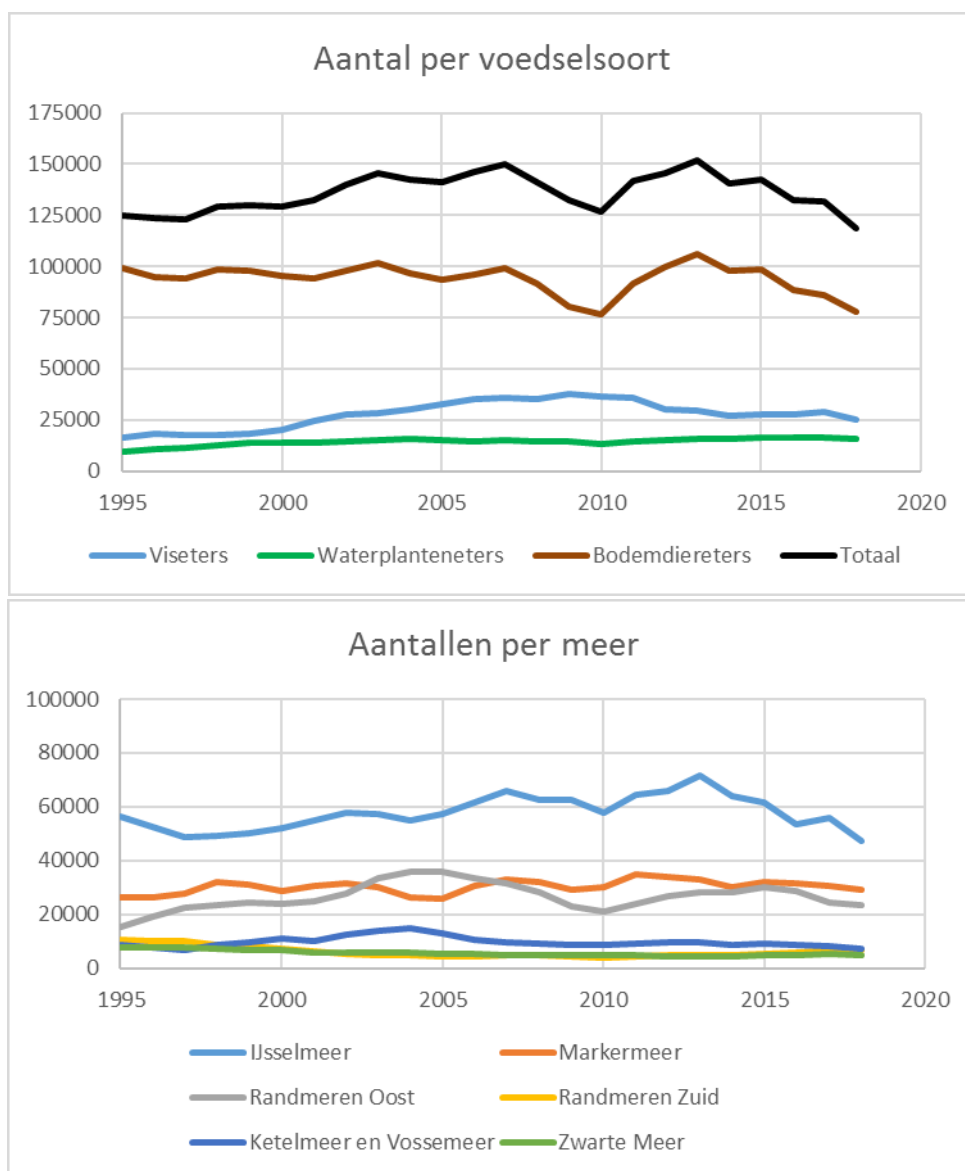
De volgende stap is om de biomassa van de voedselgroepen te vertalen naar de biomassa per vierkante kilometer wateroppervlak van het meer. Om de indicator niet te ingewikkeld te maken is voor elk meer het gehele oppervlakte genomen, alhoewel dat niet voor elke groep relevant is. De verschillen tussen de meren worden bij de waterplanten-etende en de bodemdier-etende vogels daarom door een belangrijk deel bepaald door de bathymetrie en in mindere mate door de ecologische situatie. Aangezien de meeste PAGW-projecten ingrijpen op de bathymetrie, door aanleg van ondiep water en moeraszones, zal dit ook weer in de Indicator Functioneren voedselweb tot uitdrukking komen.

Voor de vergelijking tussen de meren wordt een gewenste kwaliteit bepaald op basis van de maximale biomassa van elke soortgroep van foeragerende vogels per vierkante kilometer.

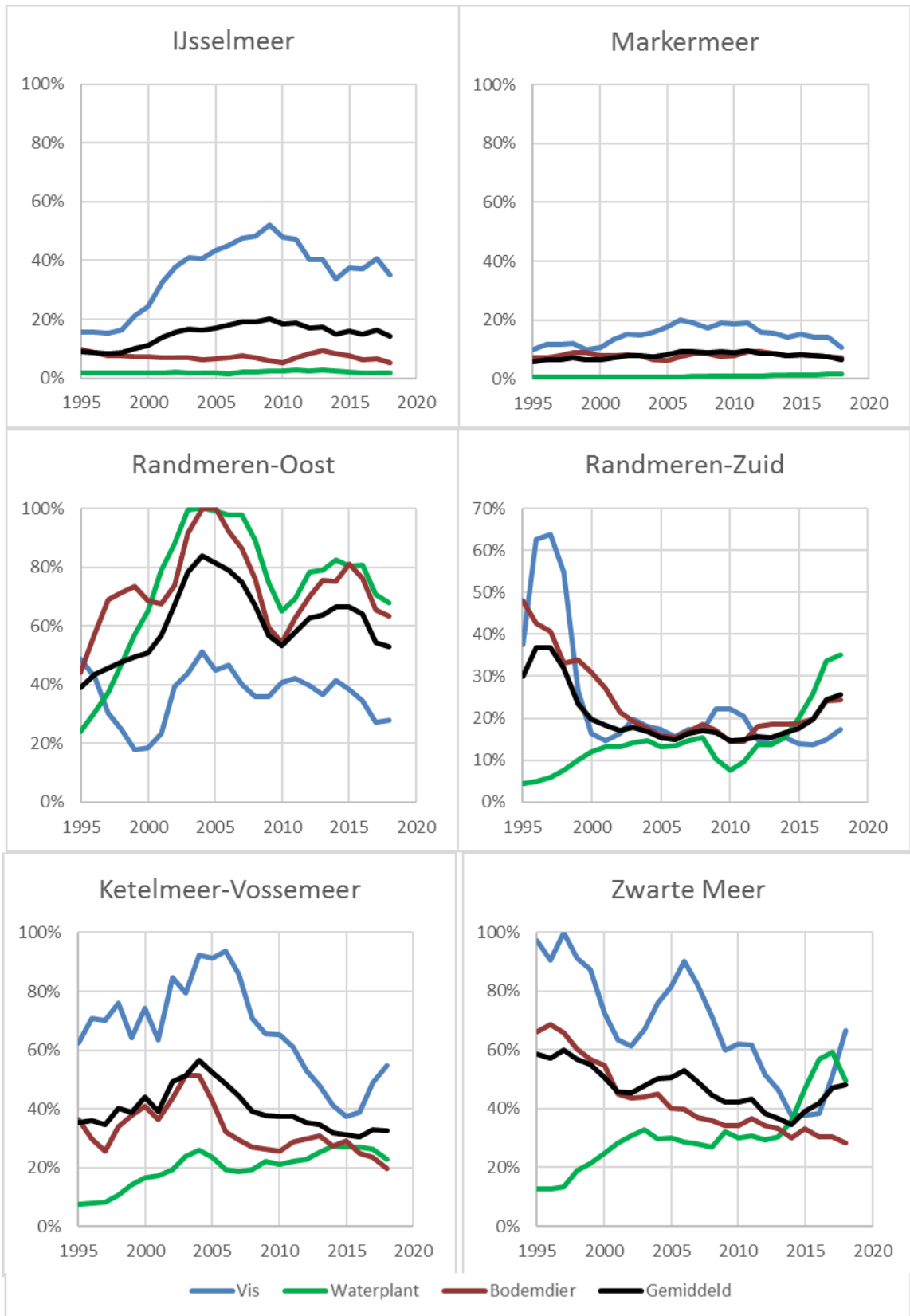
3.2 IJsselmeergebied

Bij het IJsselmeergebied gaat het om grote aantallen vogels, voor het gehele gebied gaat het om 125.000 tot 150.000 vogels (Figuur 3.1). De bodemdier-etende vogels zijn daarbij de grootste groep en de waterplanten-etende vogels de kleinste. Maar omgerekend naar biomassa is dat anders omdat bij de waterplanten-etende vogels ook veel zwanen zijn, die natuurlijk veel zwaarder zijn.

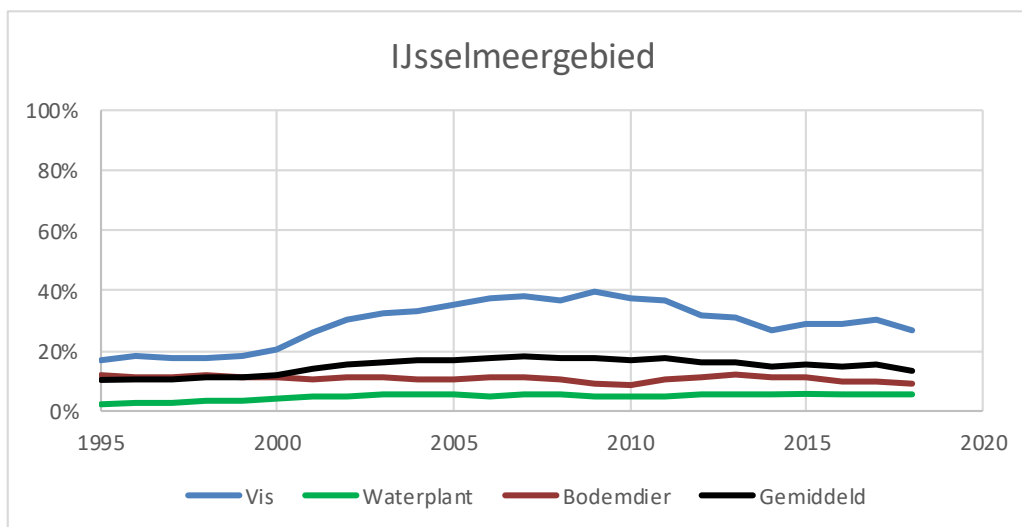
Bij de zoete meren is de hoogste biomassa vis-etende vogels bij het Zwarte Meer, dit is 113 kg vogel/km². De hoogste biomassa per oppervlakte bij waterplanten-etende vogels en bij bodemdier-etende vogels is bij de Randmeren Oost, deze is respectievelijk 744 en 347 kg vogel/km² (Figuur 3.2). Deze waarden zijn gebruikt voor het berekenen van de indicatorwaarde (Figuur 3.3).



Figuur 3.1. De aantallen vogels per voedselbron (boven) en per meer (onder).



Figuur 3.2. Foeragerende vogels uitgedrukt in biomassa per vierkante kilometer relatief ten opzichte van de hoogste waarde in de zoete meren.



Figuur 3.3. De biomassa foeragerende vogels per vierkante kilometer meer voor het hele IJsselmeergebied.

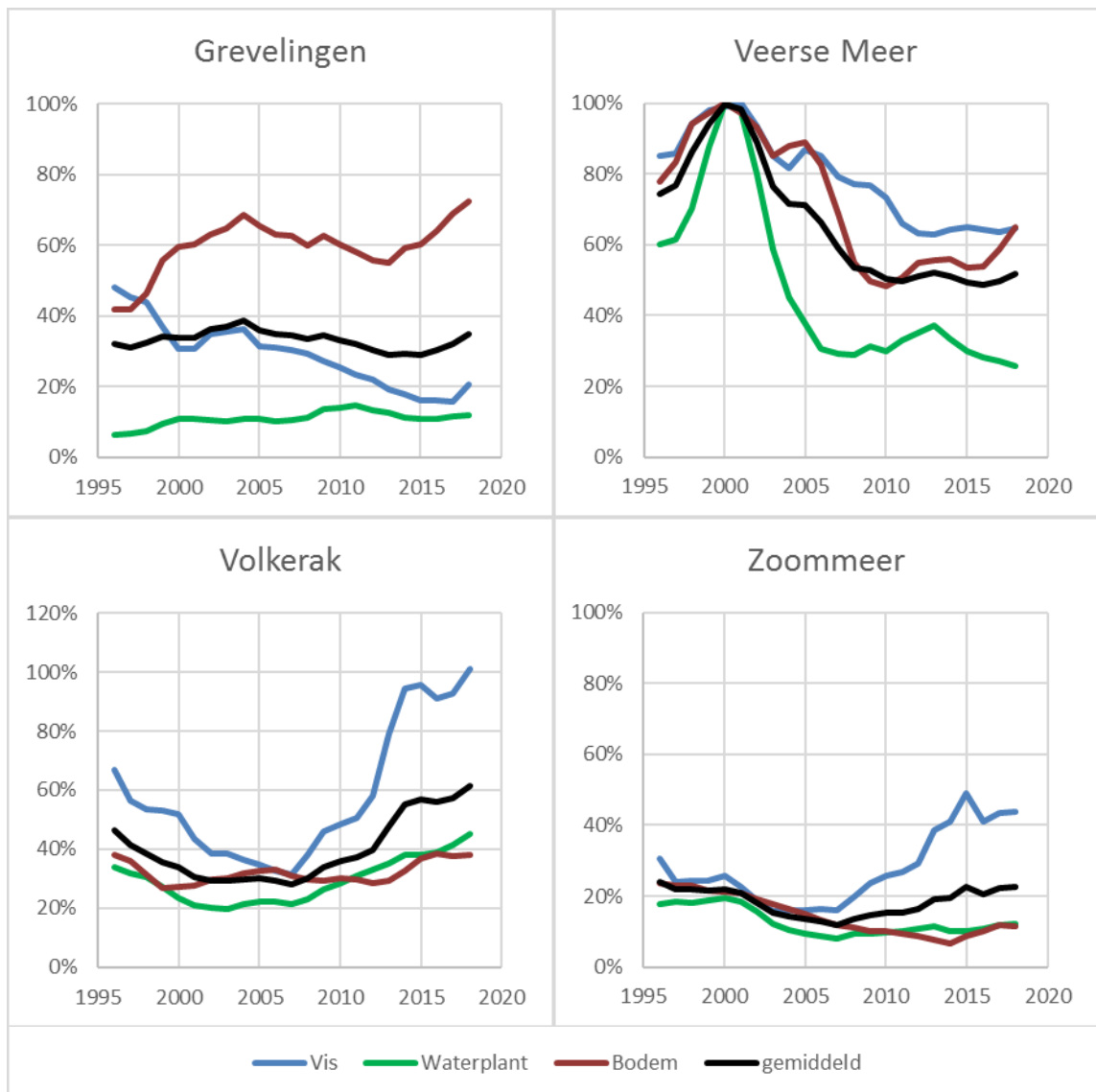
De hoogste biomassa visetende vogels zijn in het Ketelmeer en Vossemeer en in het Zwarte Meer. Bij het IJsselmeer is het ook redelijk hoog. Het Markermeer heeft de laagste biomassa aan visetende vogels. Voor het hele gebied wordt de hoogste stand bereikt in 2008 waarna het langzaam daalde.

Bij de mosseletende vogels is het belangrijkste meer het Markermeer. Voor het gehele IJsselmeergebied zijn de waterplantenetters de kleinste groep met 13% van de vogels, maar dat zijn wel vaak de grote, zware vogels zoals zwanen en ganzen. De viseters komen daarna met tussen de 21% en 25% van het aantal vogels. De mosseleters en bodemdiereters nemen elk een derde deel van de vogelstand in. De maximale aantallen vogels werden in de periode 2003-2013 bereikt. De laatste jaren is het aantal vogels afgenomen van 150.000 tot 118.000.

Voor de waterplant-etende vogels is de hoogste waarde bij de Randmeren-Oost. Bij de drie andere kleine meren stijgt deze groep vogels de laatste jaren. De stand bij het IJsselmeer en het Markermeer is erg laag. Een vergelijkbaar patroon is voor de bodemdier-etende vogels.

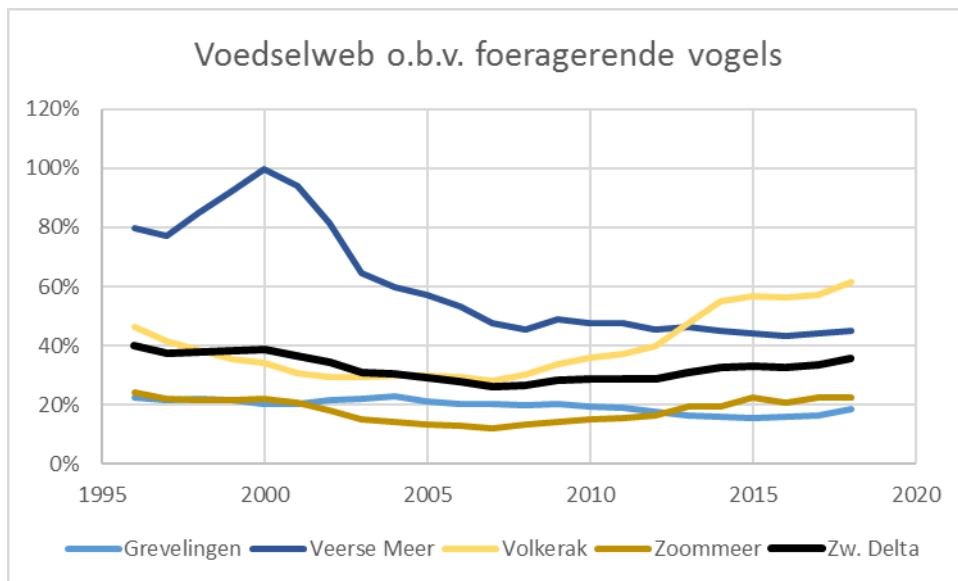
3.3 Zuidwestelijke Delta

Voor de meren van de Zuidwestelijke Delta wordt op dezelfde wijze gerekend, alleen voor de zoute meren wordt de gewenste kwaliteit gebaseerd op de maximale waarde binnen de twee zoute meren (Figuur 3.4). Dat zijn respectievelijk 173 kg vogel/km² voor vis-etende, 300 voor waterplanten-etende vogels en 89 voor bodemdier-etende vogels. De hoogste kwaliteit wordt gehaald in 2000, daarna is voor alle soortgroepen gedaald. Bij het Grevelingen is er een over-all daling van het aantal foeragerende vogels, maar vooral bij de vis-etende vogels sterk. Het samenvattende beeld is een achteruitgang bij het Veerse Meer en de Grevelingen en een stijging bij het Volkerak en het Zoommeer. In bijlage B wordt verder ingegaan op de verschillende aspecten van de foeragerende vogels.



Figuur 3.4. De Indicator Functioneren Voedselweb De biomassa per km² per soortgroep gerelateerd aan de maximale waarde van die soortgroep binnen de zoete of de zoute wateren.

De Indicator Functioneren voedselweb voor het groot water is gebaseerd op de ontwikkeling van het voedselweb in de 4 meren, zowel zoete als zoute meren. Het functioneren van het voedselweb vertoont een licht dalende lijn, deze wordt veroorzaakt door de daling van de zoute meren (Figuur 3.5). Bij de zoete meren is sinds 2005 een verbetering.



Figuur 3.5. Indicator Functioneren Voedselweb gebaseerd op de biomassa van vis-etende, waterplanten-etende en bodemdier-etende vogels in de vier onderzochte meren van de Zuidwestelijke Delta en voor het groot water.

4 Discussie

Bij deze analyses van de biodiversiteit en het voedselweb zijn tal van keuzen en selecties gemaakt om de veelheid aan data te aggregeren tot een eindindicator. Bij biodiversiteit spelen verschillende aspecten een rol, zoals de veranderingen in aantallen van specifieke soorten, het onderscheid in alfa-, beta en gamma-biodiversiteit en exoten.

4.1 Aantallen soorten en abundantie van soorten

In deze analyse is in de meeste gevallen gekeken naar de aantallen soorten, alleen bij de waterplanten in de zoete meren is ook naar de bedekkingspercentages gekeken. Aangezien het uitsterven van soorten een langzaam proces is, is dat een belangrijke keuze. Bij vissen en macrofauna was dit niet goed mogelijk omdat daarbij zowel biomassa of aantallen erg fluctueren in de tijd. Ook stellen ze bijzondere eisen aan de analyse, doordat sommige soorten heel zwaar zijn, bijvoorbeeld de Japanse oesters in vergelijking tot de andere soorten, of de vangst van een grote snoek bepalend is.

Indien deze waarden mee zouden worden genomen, dan is het ook noodzakelijk om een gewenst aantal of gewenste biomassa te hebben. Dat was in het kader van deze studie niet mogelijk. Het grote nadeel van deze beperking is dat de achteruitgang van de biodiversiteit pas in een laat stadium wordt opgemerkt.

4.2 Alfa-, beta- of gamma-biodiversiteit

Bij het voorkomen van soorten is de schaal erg belangrijk. In een groot gebied kunnen soorten nog makkelijk voorkomen, waardoor veranderingen moeilijk zijn waar te nemen. Maar dit hangt ook af van de monitoring. Bij de waterplanten komen per bemonsteringslocatie slechts enkele soorten voor, waardoor de voorkeur is gegeven aan het aantal soorten in het gehele gebied. Doordat het aantal bemonsteringslocaties bij de zoete meren vergelijkbaar was, konden de meren ook met elkaar worden vergeleken en waren de verschillen tussen de meren niet veroorzaakt door de grootte van het meer. Bij de vissen is alleen naar de bemonstering in het open water gekeken omdat de bemonsteringen van de oever vaak incidenteel of beperkt waren uitgevoerd. Ook was het in dit project niet mogelijk om de primaire data te analyseren.

Bij de macrofauna is wel naar de alfa-biodiversiteit gekeken. Het grote voordeel daarvan was dat de verschillen tussen deelgebieden duidelijk werden. De oostelijke helft met minder uitwisseling met de Noordzee had duidelijk een lagere biodiversiteit dan de westelijke helft.

4.3 Exoten

In deze analyse is geen onderscheid gemaakt tussen oorspronkelijke soorten en exoten. Bij exoten gaat het zowel om een verrijking van de biodiversiteit doordat soorten zich vestigen in een lege niche, een verarming doordat nieuwe soorten de oorspronkelijke soorten verdringen of om een verandering van het ecosysteem door structuurveranderingen, de zogenaamde ecosystem engineering species. Daarnaast zijn de veranderingen verschillend tussen soortgroepen en watersystemen (Tabel 4.1).

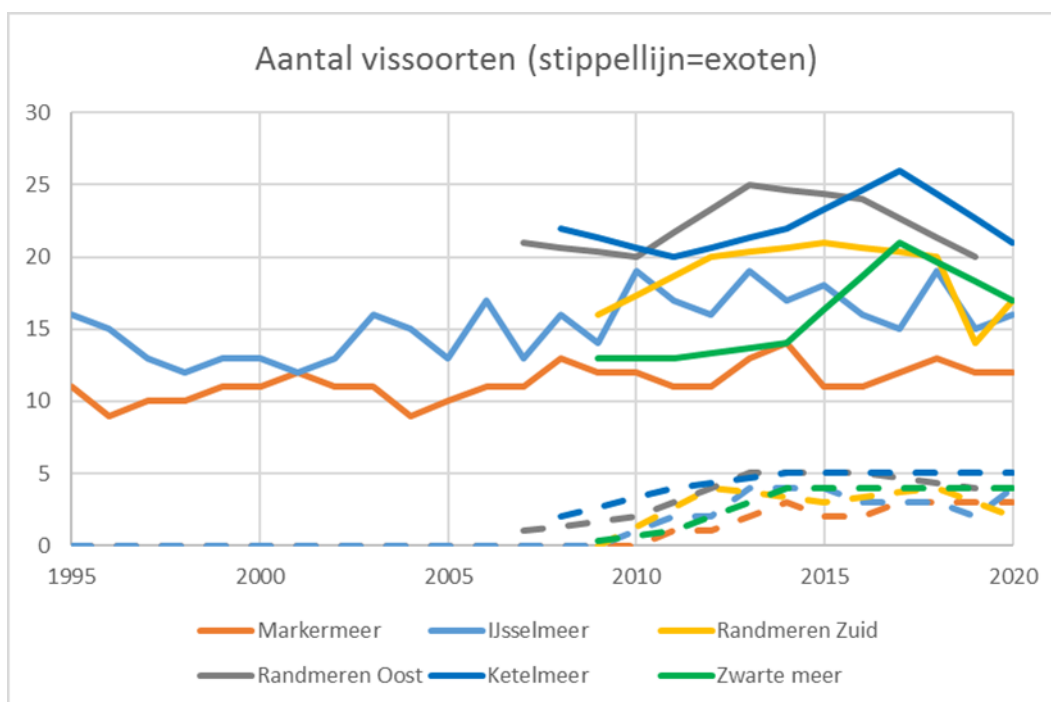
Bijvoorbeeld bij de Grevelingen zijn een kwart van het aantal macrofauna-soorten exoot, terwijl bij de vissen geen exoten voorkomen. Bij de waterplanten in het

IJsselmeergebied is het aantal exoten ook heel laag, met slechts één soort, terwijl het percentage exoten bij de vissen heel hoog is.

Bij het Grevelingen en het Veerse Meer is de vestiging van de Japanse oester, *Crassostrea gigas*, van belang. Deze zorgt voor een heel nieuw habitat waar tal van soorten op kunnen leven door de vorming van hard-substraat riffen. Bij de zoete meren is de driehoeksmossel, *Dreissena polymorpha*, van belang doordat deze soort een belangrijke rol heeft voor het filteren van water.

Tabel 4.1. Aantal soorten en aandeel exoten in de laatste 3 jaren van de tijdreeks. In het IJsselmeergebied kwam in 1990 slecht 1 exoot voor. De exoten zijn op basis van het soortenregister van Naturalis (<https://www.nederlandsesoorten.nl/exoten>), waarbij voor de vissen alle soorten zijn gecheckt.

	Macrofauna		Vissen		Waterplanten	
	soorten (n)	exoten (%)	soorten (n)	exoten (%)	soorten (n)	exoten (%)
IJsselmeer	73	15	17	18	15	0
Markermeer	77	17	12	24	16	0
Randmeren Zuid	124	10	17	18	21	5
Randmeren Oost	112	12	21	20	20	5
Ketel- en Vossemeer	59	19	23	22	19	0
Zwarte meer	83	16	18	22	29	3
Grevelingen	62	12	17	0		
Veerse meer	59	12	18	6		



Figuur 4.1. Aantal vissoorten in het IJsselmeergebied en het aantal soorten exoten in deze wateren.

Doordat in elke soortgroep en tussen de zoete en zoute meren het voorkomen van exoten en het effect op het ecosysteem zowel positief als negatief is, is in deze analyse geen onderscheid gemaakt tussen exoten en oorspronkelijke soorten. Wel opmerkelijk is dat het aantal percentage exoten in de tijd toe neemt bij de vissen en de macrofauna in het IJsselmeergebied, terwijl het aantal soorten niet toeneemt

(Figuur 4.1). Dit duidt op een verarmend effect door het verdwijnen van oorspronkelijke soorten.

4.4 Voedselweb

Het voedselweb is beperkt tot de biomassa van foeragerende watervogels. Het voordeel hiervan is dat deze soortgroep heel goed bekend is. Bij het Grevelingenmeer komen sinds kort ook zeehonden voor, ook van deze soort zijn de aantallen heel goed bekend. Deze soort is echter niet meegenomen in de analyse. De aantallen zeehonden zijn klein maar omgerekend naar biomassa gaat het om een behoorlijk aandeel in vergelijking met de foeragerende vogels. Ook de recente vestiging laat een sterke stijging van deze groep zien. Daarom is besloten om te beperken tot vogels.

Bij het voedselweb is de biomassa omgerekend naar de biomassa per vierkante kilometer meer. Hierdoor komt het IJsselmeer erg laag uit, terwijl andere meren die minder diep zijn, een veel hogere biomassa foeragerende vogels hebben. Een alternatief was om de soortgroepen te relateren aan de per soortgroep, relevante arealen. Bijvoorbeeld ondiep water voor waterplanten-etende vogels (Bijlage B).

4.5 Evaluatie van de monitoring

Deze analyse is gebaseerd op de beschikbare informatie uit de langjarige monitoring van de Rijkswateren. Ten aanzien van de monitoring zijn de volgende opmerkingen:

- Voor de Grevelingen en het Veerse Meer zijn voor de hele periode dezelfde monitoringslocaties gebruikt bij de macrofauna monitoring, maar de analyse laat zien dat er een structureel verschil is na 2010 ten opzichte van ervoor. De vraag is of deze perioden op elkaar kunnen aansluiten door gedetailleerd naar soortinformatie te kijken.
- Het Grevelingenmeer en het Veerse meer hebben een sterke achteruitgang vanaf 8 meter diep door zuurstofgebrek. Uit deze analyse is geen informatie gekomen die deze verandering in biodiversiteit onderschrijft. De macrofauna monitoring vindt plaats in het voorjaar en het najaar, terwijl de grootste problemen in de zomer zijn.
- Bij de zoute wateren waren geen monitoringsgegevens van de bijzondere fauna van het hard substraat beschikbaar. Ook het areaal met Japanse oesterbanken, die een belangrijk ecosysteem voor de biodiversiteit vormen, ontbraken.
- Bij de zoute wateren was geen informatie beschikbaar over de aanwezigheid en soortenrijkdom van de wieren. Terwijl bij de grote zoete meren bij de waterplanten opnames zowel de vaatplanten als de kranswieren worden beschouwd, is er bij de zoute meren alleen aandacht voor het niet-aanwezige zeegras.
- Zowel de hard-substraat en de wieren zijn belangrijke functionele groepen van de biodiversiteit in de zoute meren.
- Een uitbreiding van de monitoring van het Grevelingenmeer en het Veerse Meer is wenselijk. De doelen daarvoor zijn:
 - Informatie over de achteruitgang van de biodiversiteit langs een diepteprofiel.
 - De effecten op de levensgemeenschap van het hard substraat.
 - De soortensamenstelling en de bedekkingspercentages van de wieren.
- De monitoring is vaak beperkt tot eens per drie jaar, soms zelfs tot eens per zes jaar. Gezien de jaar-op-jaar variatie geeft dat vaak geen goed beeld.
- De monitoring van vissen in de zoete meren bestaat uit verschillende vistuigen met vaak een incidentele monitoring. Een structurelere monitoring van de ondiepe en oeverdelen ontbreekt vaak.

- Bij elke aanpassing van de monitoringstrategie is het van belang om de historie van de monitoring te continueren, en daar waar mogelijk uit te breiden.

Ondanks deze beperkingen zijn de resultaten voor de Indicatoren Biodiversiteit en Functioneren voedselweb in overeenstemming met de verwachtingen, zoals de achteruitgang van de zoute meren, de veranderingen in de zoete meren door de groei van waterplanten, en de verschillen tussen de zoete meren, waarbij het Markermeer een mindere kwaliteit heeft dan de Randmeren en het Zwarte Meer.

5 Conclusies

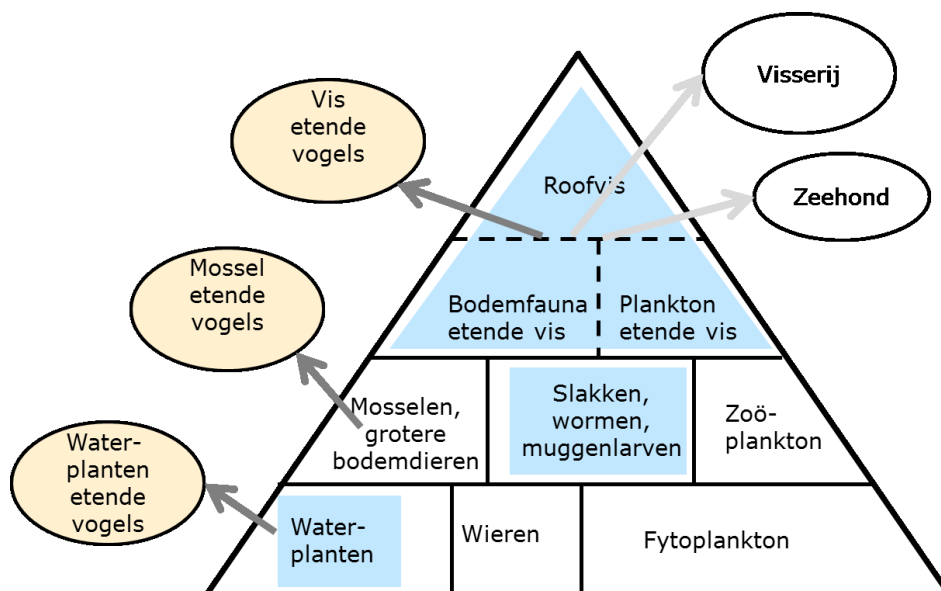
5.1 Indicatoren Biodiversiteit en Functioneren voedselweb

De Indicatoren Biodiversiteit en Functioneren voedselweb in dit prototype Dashboard zijn gebaseerd op langjarige meetreeksen van watervogels, macrofauna, waterplanten en vissen (Figuur 5.1). Daarmee is informatie van een deel van het ecosysteem opgenomen in de indicatoren.

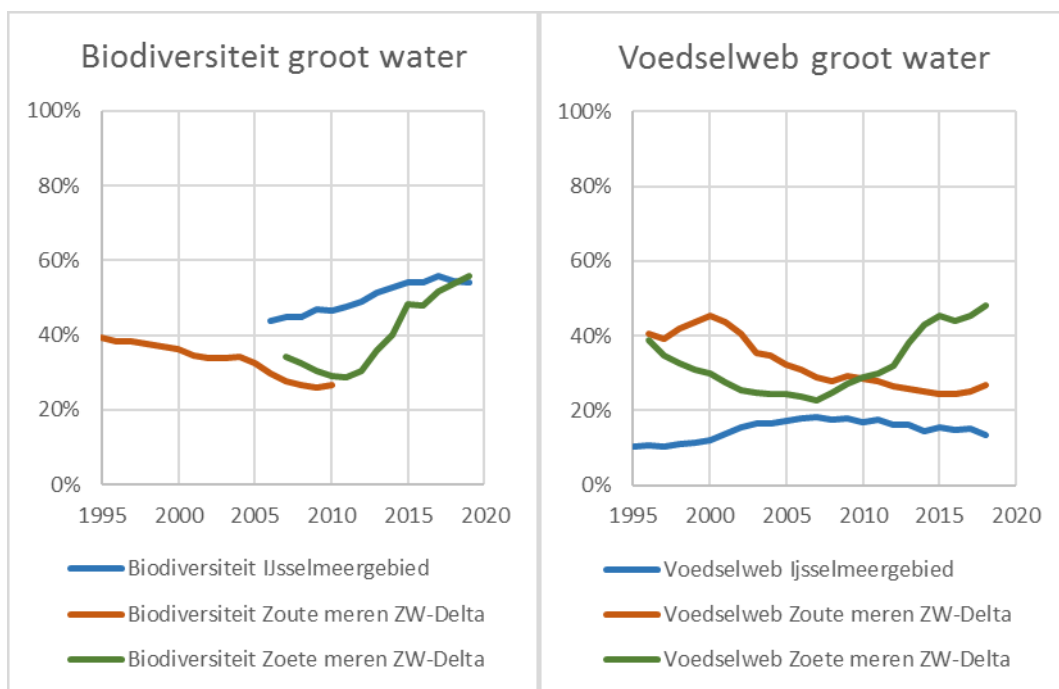
Deze indicatoren geven aan dat (Figuur 5.2):

- Het IJsselmeergebied een licht stijgende trend heeft t.a.v. de biodiversiteit maar een licht dalende trend t.a.v. het functioneren van het voedselweb.
- Het Grevelingenmeer en het Veerse Meer een neergaande lijn laten zien.
- Het Volkerak en het Zoommeer een stijgende lijn vanaf 2010.
- Tussen de zoete meren zijn grote verschillen, met de grootste verschillen tussen Markermeer en Randmeren-Oost.

Voor de interpretatie van deze grafieken zijn de onderliggende data per soortgroep en per watersysteem essentieel.



Figuur 5.1. De indicatoren Biodiversiteit (in blauw) en Functioneren Voedselweb (in lichtbruin) en hun positie binnen het voedselweb. Van de ongekleurde delen van het voedselweb was geen informatie beschikbaar of niet toegepast. Bij de zoute wateren is de landnatuur ook opgenomen in de biodiversiteitsanalyse. Informatie over de zeehonden is vooralsnog niet opgenomen in de Indicator Voedselweb.



Figuur 5.2. De Dashboard indicatoren Biodiversiteit (links) en Functioneren voedselweb voor het IJsselmeergebied en van de Zuidwestelijke Delta de zoute meren Grevelingen en Veerse Meer en de zoete meren Volkerak en Zoommeer.

5.2 Outcome deel Dashboard

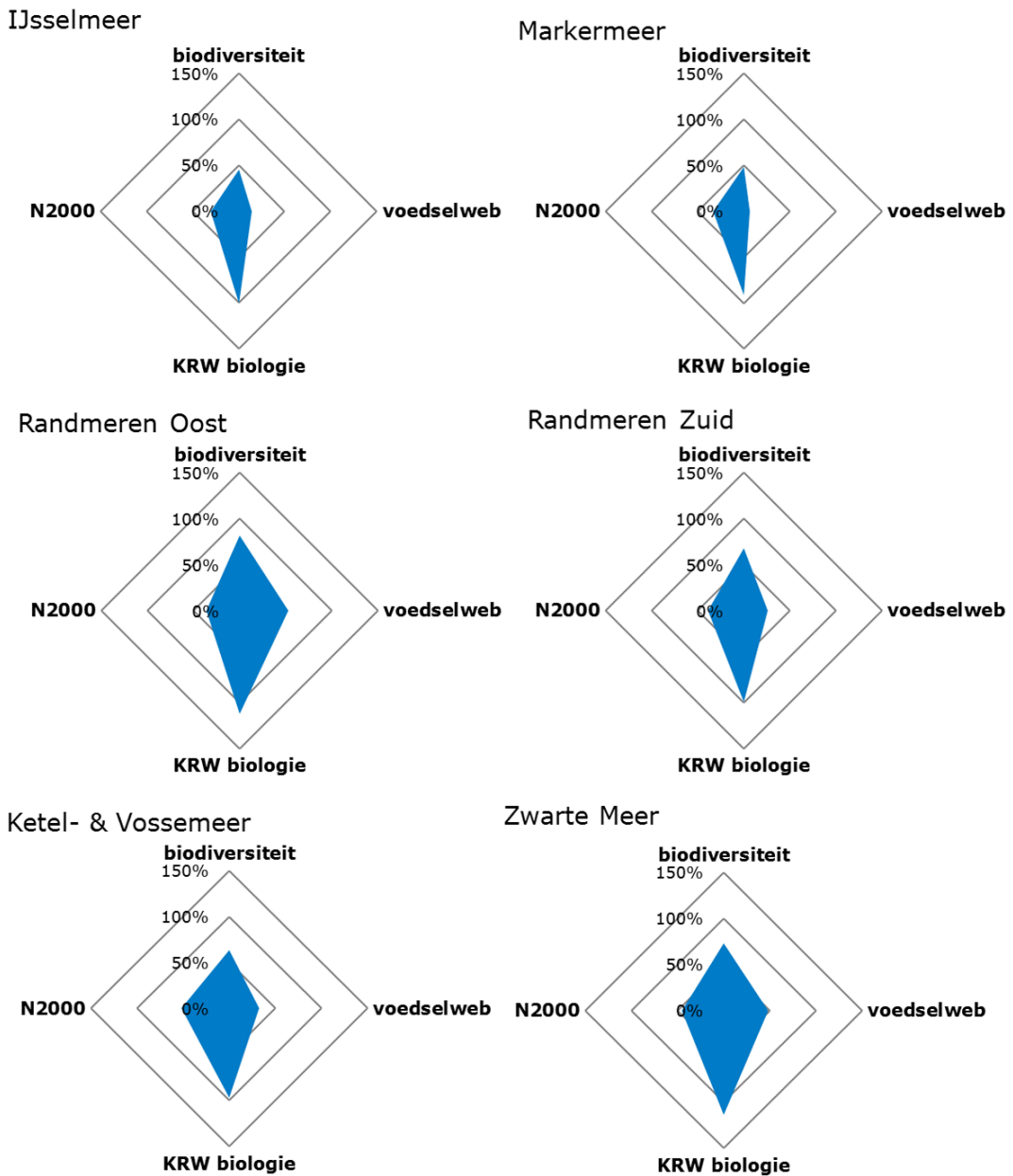
Het outcome deel van het Dashboard bestaat uit 4 indicatoren: biodiversiteit en voedselweb die hiervoor uitgebreid zijn toegelicht en Natura 2000 en KRW.

De indicatoren over de KRW-biologie is gebaseerd op de KRW-rapportage naar de EU en opgebouwd uit de biologische kwaliteitselementen fytoplankton, overige waterflora (waterplanten), macrofauna en vis. In de KRW-beoordeling wordt per waterlichaam en per kwaliteitselement een Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) bepaald. Deze EKR-waarden gebruiken we in de indicator KRW-biologie. Om fluctuaties uit te dempen berekenen we eerst het gemiddelde van de laatste drie meetjaren, dit gemiddelde wordt vervolgens weergegeven als percentage ten opzichte van het Goede Ecologische Potentieel (GEP). De vier percentages voor fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis worden vervolgens gemiddeld tot een indicatorwaarde voor het waterlichaam.

De indicator Natura 2000 is gebaseerd op de voortgang op de instandhoudingsdoelen per Natura 2000 gebied. Voor het prototype is gebruik gemaakt van de resultaten van de Quickscan Natura 2000-opgave Rijkswateren, met per Natura 2000 gebied het overzicht van de staat van instandhouding in 2019 van de habitatrichtlijndoelen. Voor de vogelrichtlijnsoorten is geen beeld per Natura 2000 gebied beschikbaar, omdat dit niet gerapporteerd hoeft te worden. Daarom is er gebruik gemaakt van het landelijk beeld van de staat van instandhouding, door SOVON opgesteld (waarbij dubbelingen in broedvogels en niet-broedvogels eruit zijn gehaald).

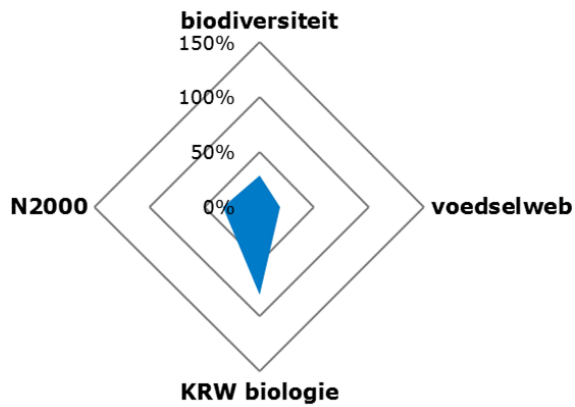
Per waterlichaam is vervolgens het aantal doelen (vogels, habitatrichtlijnsoorten en habitats) die de staat favourable (gunstig) hebben, uitgedrukt als percentage van het totale aantal doelen.

Met deze methode is het Outcome deel van het Dashboard opgesteld voor de meren van het IJsselmeergebied (Figuur 5.3), de vier meren van de Zuidwestelijke Delta (Figuur 5.4) en deze resultaten samengevat voor het IJsselmeergebied en de Zuidwestelijke Delta (Figuur 5.5).

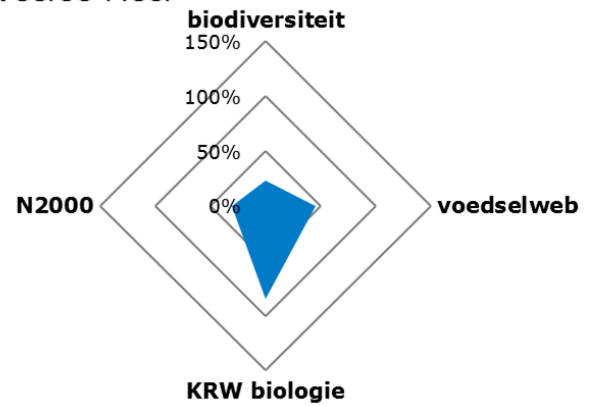


Figuur 5.3 De outcome indicatoren voor de meren van het IJsselmeergebied

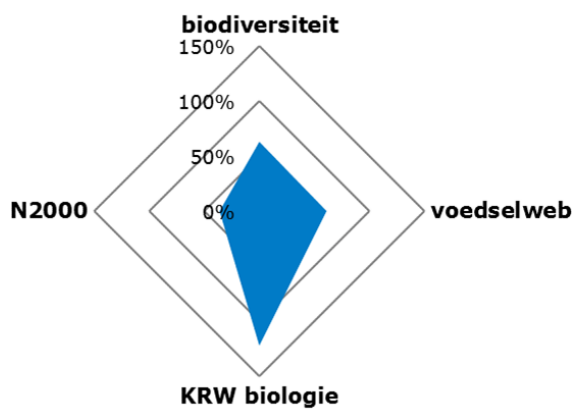
Grevelingen



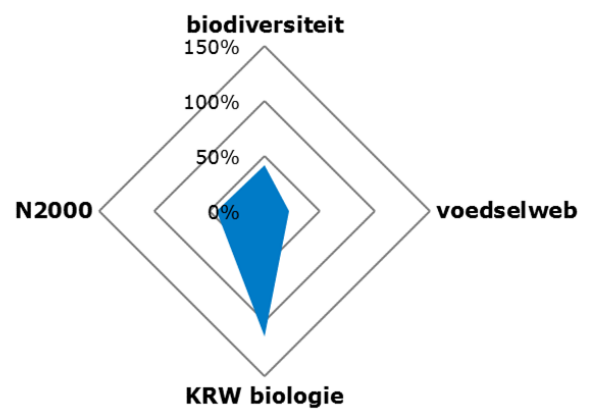
Veerse Meer



Volkerak

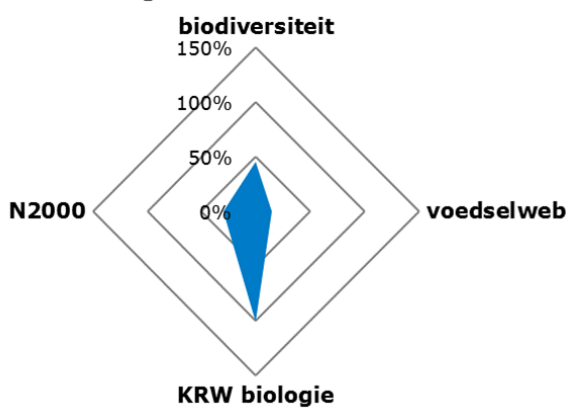


Zoommeer

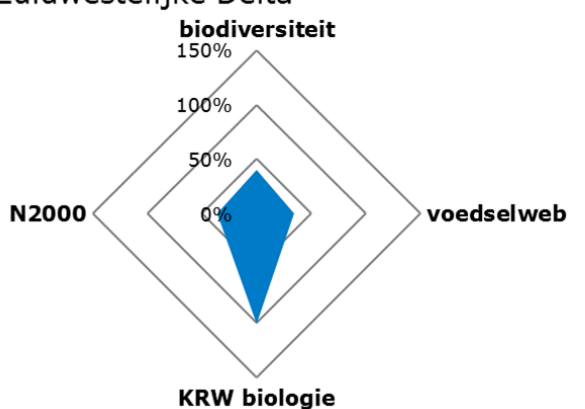


Figuur 5.4. De outcome indicatoren voor de 4 meren van de Zuidwestelijke Delta. De biodiversiteitsindicatoren van de Grevelingen en het Veerse Meer zijn van 2010, de andere indicatoren van recente datum.

IJsselmeergebied



Zuidwestelijke Delta



Figuur 5.5. De outcome indicatoren voor het IJsselmeergebied en de meren van de Zuidwestelijke Delta.

Literatuur deel II

Rapporten

Andringa, T., R. Velner, R. van Buren, J. de Jong, G. Geerling, R. Wortelboer. 2019. Productspecificaties Digitale Ecotopenkartering. RWS

Boerkamp, A.H.M. 2021. Water- en oeverplanten stagnante Rijkswateren, MWTLI meetjaar 2020 hoofd rapportage. ATKB 20200427/Rap03.

Botman, B., E. Koolmees, S. Mulder, M. Paas, J. Snijders. 2017. Aanvulling Natuureffectstudie en MER bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. HaskoningDHV, Amersfoort.

Bouma, H., D.J. de Jong, F. Twisk, K. Wolfstein. 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024, Middelburg.

CBD. 2010. COP 10 Decision X/2. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020. in Convention on Biological Diversity, editor., Nagoya, Japan.

Didderen, K., F. Driessen, J.H. Bergsma & W. Lengkeek. 2016. De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer IV. Zomer 2016 - Nulmeting effect Flakkeese spuisluis (T0). Bureau Waardenburg Rapportnr. 16-136. Bureau Waardenburg, Culemborg.

EC. 1979. Birds Directive. Council directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds. 79/409/EEC, EC, Brussels.

EC. 1992. Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild flore and fauna. EC, Brussels.

EC. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for community action in the field of water policy. European Community, Brussels.

EEA. 2007. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. European Environment Agency, Copenhagen.

de Haan, M., N. Schoffelen, S. Teurlincx, L. N. de Senerpont Domis. 2019. Voedselweb en productiviteit van het Markermeer. Markermeer productiviteit. Royal HaskoningDHV, NIOO, Projectnummer: BG2580.

Hoek, D.-J., van der, B. de Knecht & P. Giesen. 2020. Bijdrage van herstelmaatregelen aan verbeteren biodiversiteit in het Natuurnetwerk. Achtergrondrapport lerende evaluatie van het Natuurpact. PBL, Den Haag.

Hoekstein, M.S.J., Arts, F.A., S.J. Lilipaly, K.D. van Straalen, M. Sluijter & P. A. Wolf. 2020. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/2019. Rijkswaterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport BM 20.03. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2020-03. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.

Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88, 2427-2439

Lammens, E. & H. Hosper. 1998. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Trends, gradiënten en stuurbaarheid. RIZA rapport 98.003. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterzuivering, Lelystad.

Leewis, L., E.C.Verduin, J. Wanink. 2015. Macrozoöbenthosonderzoek in de zoute Rijkswateren, Jaar-rapportage MWTL 2013. Waterlichamen: Delta (Oosterschelde, Westerschelde, Greve-lingenmeer, Veerse Meer). Grontmij, rapportnr.: BMnr: 14:09, Amsterdam.

van Loon, W.M.G.M., A.R. Boon, A. Gittenberger, D.J.J. Walvoort, M. Lavaleye, G.C.A. Duineveld, A.J. Verschoor. 2015. Application of the Benthic Ecosystem Quality Index 2 to benthos in Dutch transitional and coastal waters. *Journal of Sea Research* 103, 1-13.

Maris, T., A. Bruens, L. van Duren, J. Vroom, H. Holzhauer, M. De Jonge, S. Van Damme, A. Nolte, K. Kuijper, M. Taal, C. Jeuken, J. Kromkamp & B. van Wesenbeeck, G. Van Ryckegem, E. Van denBergh, S. Wijnhoven en P. Meire. Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ en INBO. 2014. Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, update 2014. Deltares rapportnummer 1209394, Delft.

van der Mast, R., G Eg. 2021. Stille dood van het Veerse meer. Inventarisatie Zuurstofloosheid 2021-2021. Nederlandse Onderwatersport Bond, Veenendaal.

MER. 2019. Programmatische aanpak Ecologie Grote Wateren. Advies beoordelingskader doelbereik. Commissie voor de milieueffectrapportage, projectnr. 3355, Utrecht.

van der Molen, D. T., R. Pot, C. H. M. Evers, F.C.J. van Herpen & L. L. J. v. Nieuwerburgh. 2018. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027. Stowa 2018 49, Stowa, Amersfoort.

Mulder, I., V. Escaravage, M. Tangelder, T. Ysebaert. 2019. Ontwikkelingen van het macrozoöbenthos in het Grevelingenmeer 1992-2016. Wageningen University & Research rapport C021/19, Yerseke.

van der Pool, J., K. Troost, M. van Asch, C. van Zweeden, J. van Zwol & D. van den Ende. 2020. Schelpdieren in het Veerse meer en Grevelingenmeer in 2019. CVO rapport: 19.023. Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), IJmuiden.

van Rijssel, J.C., O.A. van Keeken, J.J. de Leeuw. 2019. Vismonitoring Zoete Rijkswateren en Overgangswateren t/m 2018. Deel 1: Toestand en trends. Wageningen Marine Research, rapport C109/19, IJmuiden.

Sanders, M.E., P. Schippers, J. Clement, G.W.W. Wamelink, 2015. Test methodiek beoordeling natuurkwaliteit van gebieden; Bevindingen bij de kwaliteitsbeoordeling van twee proefgebieden volgens de 'Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS'. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2642.

Sanders, M.E., P. Schippers, H.A.M. Meeuwssen. 2017. Effecten van gebiedsgrootte op de kwaliteitsbeoordeling van Natuurgebieden; Evaluatie begrenzing van

beoordelingsgebieden volgens de Werkwijze Monitoring en Beoordeling van het Natuurnetwerk. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2805.

Smaal A.C. & J.W.M. Wijsman. 2014. Minimum zuurstofgehalte voor bodemdieren in het Grevelingenmeer. Rapport C0xx/14, Imares Wageningen WUR, Yerseke.

SOVON, FLORON, De Vlinderstichting, provincies (beheertypenkaart). 2020. Bewerking WUR/PBL, Den Haag.

Visser, H. 2004. Estimation and detection of flexible trends. Atmospheric Environment 38, pag. 4135-4145.

van der Weijden, W. R. Leewis, P. Bol. 2007. Biological Homogenisation. Bio-invasions and their impacts on nature, the economy and public health.

Whittaker, R. J., K. J. Willis, R. Field. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. Journal of Biogeography, 28, 453-470.

WMR Open Data (2021). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren – Data mei 2021. Wageningen Marine Research – Wageningen UR. Available from: <https://wmropendata.wur.nl/>. Access date: jaar-maand-dag. Downloaded 09-04-2021

Websites

[Index Natuur en Landschap - BIJ12](#)

De lijst met kenmerkende soorten van de SNL systematiek
Downloaded 19-03-2021.

<https://www.deltaexpertise.nl/grevelingen/systeemrapportage/index.html>

Watersysteem rapportage Grevelingen

www.sovon.nl

Informatie over de watervogels

www.clo.nl/nl1440

Biodiversiteitsindicator Mean Species Abundance

www.clo.nl/nl1521

Indicator Rode Lijst.

www.clo.nl/nl2052

Indicator natuurwaarde (landnatuur en regionale wateren)

www.nederlandsesoorten.nl/content/over-het-soortenregister.

Naturalis. Nederlands soortenregister. Overzicht van de Nederlandse biodiversiteit. Downloaded 26-08-2021.

Bijlage A - Stappenplan uitwerking indicatoren

Per soortgroep wordt uitgelegd hoe de biodiversiteit werd berekend voor het Dashboard PAGW.

Macrofauna

Uitgangspunt voor de biodiversiteit van de macrofauna zijn de resultaten van de macrofauna monitoring van de onderzochte wateren van de MWTL monitoring. Daarbij zijn de directe onbewerkte resultaten van de monitoring gebruikt.

De volgende stappen zijn uitgevoerd:

- Verzamel alle databestanden in een excel bestand, of in meerdere bestanden per waterlichaam indien het anders te groot wordt.
- Selecteer alleen de resultaten die beschikbaar zijn op soortniveau, alle resultaten op genera of hoger taxonomisch niveau zijn niet gebruikt. Hiervoor is pragmatisch geselecteerd op 2 of meer namen in de kolom met soortnaam.
- Voer een controle uit op meetpunten die gedurende meerdere jaren zijn bemonsterd. Meetpunten die slechts eenmaal zijn bemonsterd worden verwijderd.
- Voer een controle uit op jaren waarin slechts een bemonstering is gedaan. Dat jaar wordt verwijderd uit de dataset.
- Voer een controle uit op de verspreiding van de resterende meetpunten of deze representatief zijn voor de beoordeling van de soortgroep per meer.
- Met de resterende dataset wordt de analyse uitgevoerd.
- Per meetpunt wordt het aantal waargenomen soorten bepaald.
- Dit aantal waargenomen soorten wordt gemiddeld tot een gemiddeld aantal soorten per jaar per waterlichaam. Bij de Grevelingen en het Veerse Meer is ook een gemiddelde voor de oostelijke en westelijke helft bepaald.
- Zie verder onder "Standaard verwerking van de drie soortgroepen".

Waterplanten

De Indicator Biodiversiteit Waterplanten is opgebouwd uit twee deelindicatoren. In deze analyse is uitgegaan van de beschikbare gegevens op het niveau van het waterlichaam. De reden hiervoor heeft te maken met de beschikbaarheid van de data, dat bij waterplanten vaak maar enkele soorten per bemonsteringslocatie worden gevonden en met de beschikbaarheid van bedekkingspercentages op het niveau van waterlichaam.

Daarbij zijn de volgende stappen doorlopen.

- Gebruik is gemaakt van het bestand: WATER- EN OEVERPLANTEN IN ZOETE RIJKSWATEREN, MWTL 2019, opgesteld door: H. Coops / Scirpus Ecologisch Advies, sinds 2020 bijgehouden door ATKB in opdracht van Rijkswaterstaat CIV.
- Bij het aantal soorten is gebruik gemaakt van de SNL soorten. Deze zijn gedownload van [Index Natuur en Landschap - BIJ12](#) op 19-03-2021.
- Per meer en per jaar is het aantal soorten wat aangetroffen is in het meer geteld.
- Zie verder onder "Standaard verwerking van de drie soortgroepen".
- De bedekkingspercentages zijn per meer en per jaar gebruikt en gebaseerd op de bedekking van emerse, drijvende en ondergedoken

- waterplanten, in de praktijk zijn alleen de ondergedoken waterplanten bepalend.
- Zie verder onder "Standaard verwerking van de drie soortgroepen".

De "deelmaatlat kwaliteit aantal soorten" en de "deelmaatlat kwaliteit bedekkingspercentages" zijn gemiddeld tot een kwaliteit van het meer. Alleen voor het Veerse Meer en het Grevelingenmeer is een eenvoudige systematiek toegepast met waarde 0 (nul) vanwege het ontbreken van waterplanten.

Vissen

De indicator Biodiversiteit Vissen is voor de zoete meren en de zoute meren op verschillende wijze uitgewerkt.

Voor de zoete meren is de analyse uitgevoerd op de waarden voor het hele meer:

- Daarvoor zijn de bestanden gedownload van de website van WMR: <https://wmropendata.wur.nl/prod/zoetwatervis>. Deze bevat de totalen in aantallen en biomassa per meer en per jaar en voor de verschillende vistuigen.
- Van alle meren zijn alleen de gegevens van het open water gebruikt: de boomkor, kuil en elektrokor voor IJsselmeer en Markermeer en wonderkuil en stortkuil voor de andere meren. De andere bemonsteringen zijn vooralsnog niet gebruikt.
- Van deze overzichten zijn alleen de vissen gebruikt, in het databestand zijn gegevens opgeslagen over zoetwaterkreeften en de wolhandkrab, deze zijn eruit gehaald.
- Synoniemen zijn verwijderd, zoals verschillende benamingen voor de paling en vissen die niet op soortniveau zijn gedetermineerd.
- Van deze soorten is het aantal soorten per waterlichaam en per jaar berekend.
- Zie verder onder "Standaard verwerking van de drie soortgroepen".

Voor de zoute meren waren de resultaten beschikbaar op monitoringslocatie:

- Door het geringe aantal locaties is deze analyse uitgevoerd op de gegevens van de monitoringslocaties, de alfa-biodiversiteit.
- Per monitoringslocatie is het aantal soorten bepaald.
- Daarvan is het gemiddelde per jaar per meer berekend, zowel voor het hele meer als voor de oostelijke en westelijke helft.
- Omdat bij de zoute meren maar weinig jaren monitoringsgegevens beschikbaar zijn en er veel jaren niet zijn bemonsterd, is hierbij geen voortschrijdend gemiddelde berekend.
- Het jaar met de hoogste aantallen is gebruikt om de aantallen om te rekenen naar een trend.
- Doordat slechts weinig jaren beschikbaar waren, is de tijdreeks te kort om te gebruiken voor de indicator biodiversiteit.

Standaard verwerking van de drie soortgroepen

Voor de drie soortgroepen is het stappenplan vrijwel gelijk. Ook voor de bedekkingspercentages waterplanten is dit op een gelijke wijze uitgevoerd als het aantal soorten. Deze stappen zijn:

- Het gemiddeld aantal soorten per waterlichaam per jaar wordt omgerekend naar een driejarig voortschrijdend gemiddelde om het effect van een incidentele hoge waarde te beperken.
- Dit driejarig voortschrijdend gemiddelde is gebaseerd op basis van de echte waarnemingen. Indien in een periode van drie jaar slechts een jaar bemonsterd was, is dat ene jaar gebruikt.
- Tussenliggende ontbrekende waarden zijn geïnterpoleerd. Indien de eerste of laatste jaren niet beschikbaar waren, zijn de eerste of laatste

waarden geëxtrapoleerd om een volledige tijdreeks te maken. Dat is nodig omdat anders de tijdreeks voor het bepalen van de kwaliteit van het meer steeds beperkter wordt. Deze stap beïnvloedt niet de gewenste kwaliteit en betreft slechts enkele jaren.

- In deze analyse zijn 2 groepen van meren: de grote zoete meren en de zoute meren. De zoete meren zijn de meren van het IJsselmeergebied, de Volkerak en het Zoommeer. De zoute meren zijn het Grevelingenmeer en het Veerse Meer.
- Binnen elke groep is de maximale waarde van het driejarig-voortschrijdend gemiddelde per waterlichaam bepaald. Deze maximale waarde is uitgangspunt geweest voor de gewenste kwaliteit.
- Voor elk meer is het driejarig-voortschrijdend, gemiddeld aantal soorten gedeeld op de gewenste kwaliteit om een kwaliteit biodiversiteit per soortgroep per meer te krijgen.
- Het resultaat is een trendlijn van elk meer met de kwaliteit van het driejarig-voortschrijdend gemiddelde per soortgroep. Het gebruikte jaartal hiervan is het gemiddelde van de drie jaren.

Berekenen Indicator Biodiversiteit voor waterlichaam en watersysteem

Voor het berekenen van de kwaliteit van het waterlichaam is bij de Grevelingen en het Veerse Meer ook de landnatuur meegenomen. Voor het berekenen van de landnatuur is gebruik gemaakt van de gegevens van de Studie Natuurpact van het PBL (Hoek et al., 2020). Daarvoor zijn de gegevens verzameld van de broedvogels door SOVON, vaatplanten door FLORON en vlinders door de Vlinderstichting (SOVON et al, 2020). De gegevens zijn beschikbaar als aantal waargenomen soorten per gridcel. In deze methodiek van beoordelen natuurkwaliteit is vastgesteld wat het gewenste aantal soorten is voor een goede kwaliteit. Op basis van de oppervlakte natuurtipe per gridcel is de kwaliteit voor de landnatuur berekend. Voor de Grevelingen en het Veerse Meer is de biodiversiteitindicator van het landdeel en van het waterdeel omgerekend naar een Indicator Biodiversiteit voor beide meren op basis van het oppervlakte gewogen gemiddelde. Bij de zoet wateren is niet naar het landgedeelte gekeken.

Voor de opschaling naar groot water zijn de 6 meren van het IJsselmeergebied samengenomen en de 4 onderzochte meren van de Zuidwestelijke Delta. Daarbij is de wortel van de oppervlakte genomen als weegfactor. Hiermee is een compromis bereikt tussen gewone middeling, waarbij het Zwarte Meer net zo belangrijk is als het IJsselmeer, en de oppervlakte-gewogen middeling waarbij het IJsselmeer en het Markermeer alles bepalen.

Foeragerende vogels in Indicator Functioneren voedselweb.

De Indicator Functioneren voedselweb is gebaseerd op de aantallen vogels die foerageren op en in het meer. Aantallen vogels zijn goed bekend en ook is het soort voedsel goed bekend. De volgende stappen zijn daarbij genomen:

- Bij watervogels wordt vaak gebruik gemaakt in een indeling in voedseltypen: visetende vogels, waterplanten etende vogels en bodemdier etende vogels. Deze indeling in voedseltypen is in overleg met deskundigen vastgelegd. Van de meeste soorten kon worden volstaan met één type voedsel, bij sommige soorten zijn twee typen voedsel toegekend met een verdeling daartussen.
- De noordse stern broedt op een eiland in de Grevelingen, maar foerageert grotendeels elders. Daarom is 10% van deze vogels meegeteld voor foerageren in de Grevelingen
- Van de broedvogels zijn de paren bekend. Deze zijn vermenigvuldigd met 2.5 voor het aantal vogels. Deze 2,5 is een schatting voor de bijdrage van de broedparen bij de jaartotalen.

- De vogels die niet foerageren maar bijvoorbeeld slapen of rusten zijn niet meegeteld.
- Van elke soort is uitgezocht wat het gemiddeld gewicht is, de aantallen zijn hiermee vermenigvuldigd.
- Per soortgroep, meer en jaar zijn de kilo's vogel opgeteld.
- Hiervan is weer een driejarig voortschrijdend gemiddelde berekend.
- Dit driejarig voortschrijdend gemiddelde per soortgroep en per meer is gedeeld door de oppervlakte van het meer, waarmee de kilo's vogel per vierkante kilometer meer is berekend.
- Per voedseltype is de hoogste waarde hiervan gebruikt voor de gewenste kwaliteit. Dat is 113 kg visetende vogel/km² gebaseerd op het Zwarte Meer in 1997, 744 kg waterplanten-etende vogel/km² gebaseerd op de Randmeren Oost in 2004 en 347 kg bodemdier-etende vogel/km² gebaseerd op de Randmeren Oost in 2005.
- Voor de Grevelingen en het Veerse Meer zijn de maximale waarde op deze 2 meren gebaseerd: 173 kg visetende vogel/km², 300 kg waterplanten-etende vogel/km² en 283 kg bodemdier-etende vogel/km², alle drie gebaseerd op het Veerse Meer.
- Deze drie kwaliteiten per meer en per jaar zijn gemiddeld tot een eindkwaliteit per meer en per jaar.
- Voor het gehele IJsselmeergebied is dezelfde analyse uitgevoerd op basis van het totale aantal vogels en de gehele oppervlakte omdat daar dezelfde maximale waarde wordt gebruikt voor de kwaliteit.
- Bij de vier meren van de Zuidwestelijke Delta wordt de beoordeling van de kwaliteit van het groot water bepaald door gewogen middeling van de vier kwaliteiten, waarbij de wortel van de oppervlakte als weegfactor is gebruikt.

Bijlage B – Vogels en relevant ecotoop

In de Indicator Functioneren voedselweb zijn de aantallen foeragerende vogels gerelateerd aan de oppervlakte van het meer. Dat aantal is primair afhankelijk van de fysieke kenmerken van het meer. De meren verschillen niet alleen in absolute grootte maar ook in de verdeling van de diepte-klassen. In het ondiepe water kunnen veel waterplanten-etende vogels foerageren, terwijl bodemdier-etende vogels tot 6 meter diep kunnen foerageren afhankelijk van de voedingswaarde van de aanwezige mossels. Om hier een gezamenlijke indicator voor te ontwikkelen is de relatie tussen de diepte van het meer en het voorkomen van de vogels bepaald.

Voor de diepte verdeling van de meren is gebruik gemaakt van de ecotopenkaart (Andringa et al., 2019), deze geeft de verdeling in 5 klassen weer voor elk meer (Tabel B.1), waarbij

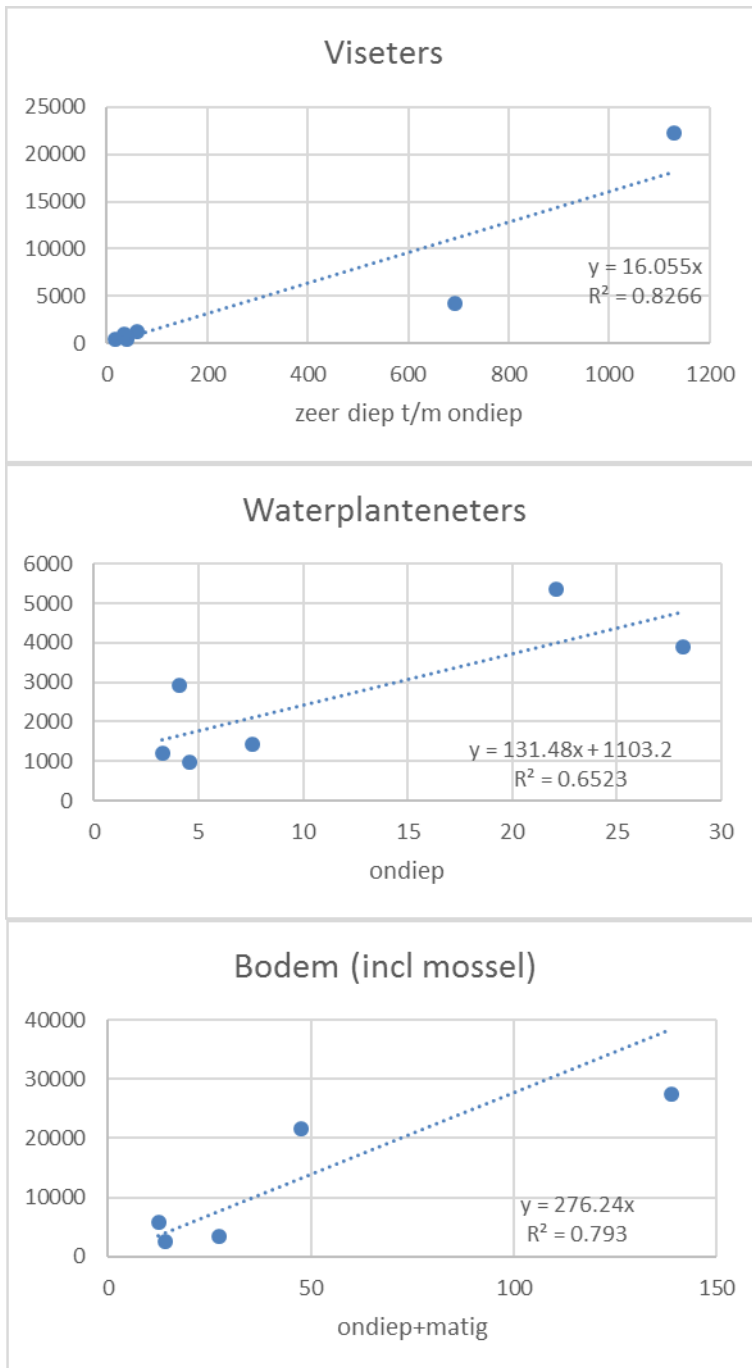
- Oevers: 1 tot -0,3 meter
- Ondiep water: -0,3 tot -1 meter
- Matig diep water: -1 tot -3 meter
- Diep water: -3 tot -5 meter
- Zeer diep water: -5 meter en dieper.

Tabel B.1. Arealen in verschillende diepte klassen (km²).

km ²	Zeer diep	Diep	Matig diep	Ondiep	Oever	Land	Totaal	Ondiep t/m diep	Matig + ondiep
IJsselmeer	333	666	102	28	27	4	1161	1129	131
Markermeer	15	540	136	3	12	8	712	693	139
Randmeren-Oost	4	8	25	22	7	9	77	60	47
Randmeren-Zuid	7	6	23	5	4	3	47	40	27
Ketelmeer	4	20	8	4	5	1	42	36	12
Zwartemeer	1	2	7	8	5	0	22	17	14
Totaal	364	1241	301	70	60	26	2062	1976	371

Voor elke voedselgroep is uitgezocht met welke diepteklasse of combinatie van diepteklassen de aantallen vogels het beste zijn gerelateerd. De relatie van de aantallen vogels en het areaal van de ecotopen met de hoogste R² is gekozen. Deze relaties zijn gebaseerd op het 3-jarig voortschrijdend gemiddelde van het aantal waargenomen vogels, waarbij de getallen van 2013 zijn gebruikt omdat die de hoogste waarde hadden.

De waterplantenetters zijn het best gerelateerd met ondiep water, tussen -0,3 en -1 meter (Figuur B1.1), de mosseleters en bodemdiereters met de som van de arealen ondiep en matig diep water, tussen -0,3 en -3 meter diep en de viseters met de som van het ondiepe tot en met zeer diepe water, het gehele meer.



Figuur B.1. De relatie tussen het aantal watervogels en het areaal (in km²) voor 3 groepen vogels.

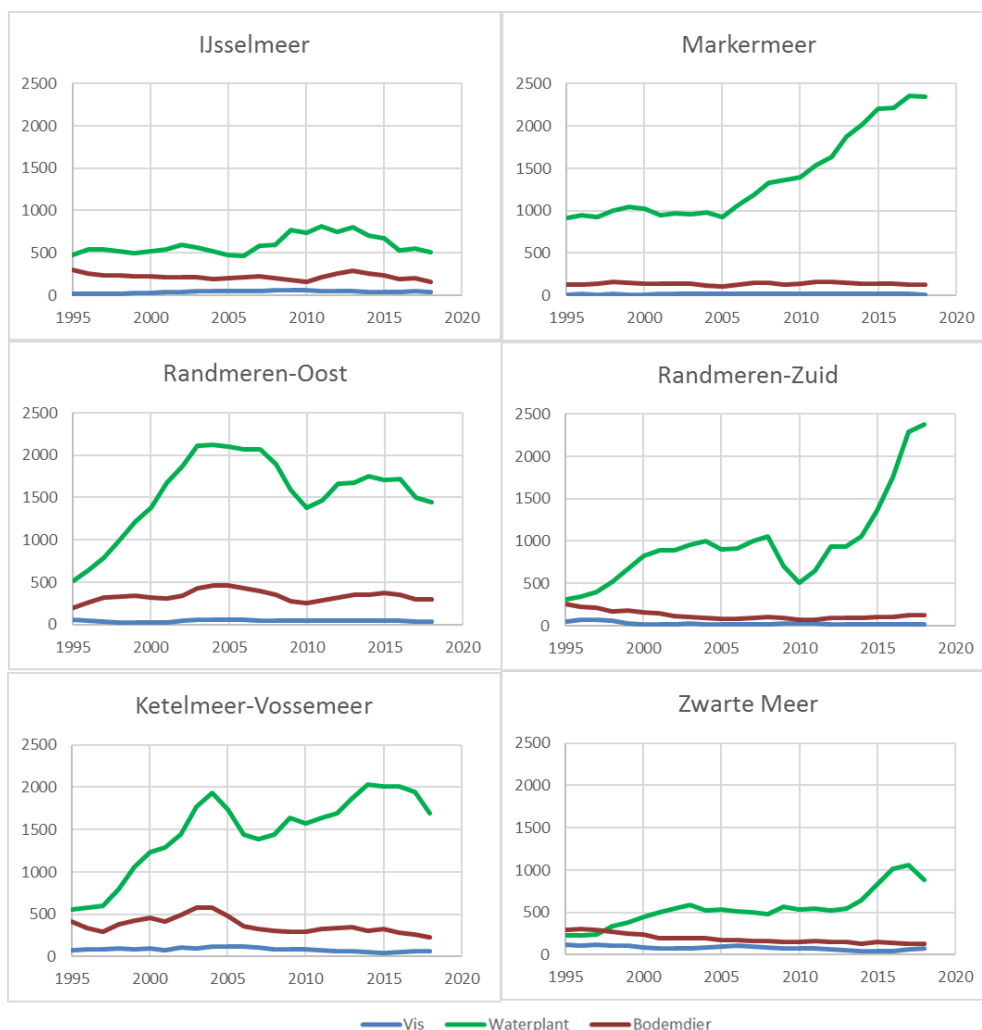
Voor elke groep watervogels is het areaal bepaald wat de beste relatie had met het voorkomen van de vogels.

Voor de viseters is dit het open water, de waterplantenetters het ondiepe water en de mosseleters en bodemdiereneters zijn het beste gerelateerd aan het areaal ondiep en matig diep water.

De vogelgegevens zijn van het 3-jarig voortschrijdend gemiddeld van 2012-2014, omdat in die jaren de hoogste aantallen watervogels werden bereikt.

Per oppervlakte biotoop varieert het aantal vogels. Op 1 km² open water komen 16 visetende vogels voor, op 1 km² ondiep en matig diep water 276 bodemdiereters voor en op 1 km² ondiep water 1235 waterplantenetende vogels.

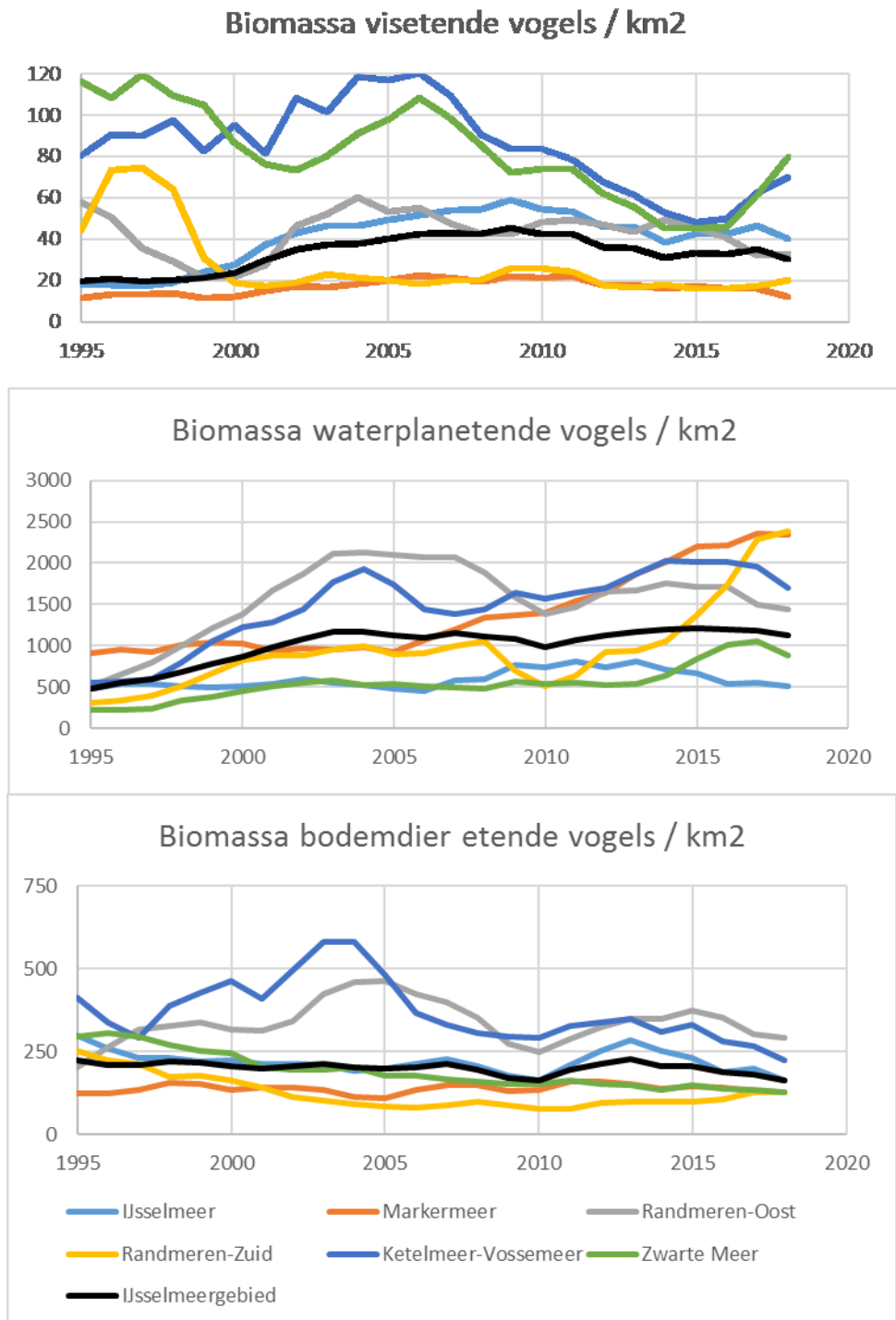
Op basis van deze arealen is de biomassa vogels per voedselgroep gerelateerd aan het beschikbare areaal (figuur B.2).



Figuur B.2 De biomassa van de soortgroepen vogels omgerekend naar het beschikbare areaal per soortgroep (Y-as: biomassa in kg/km²). Het beschikbare areaal is voor visetende vogels het gehele meer, voor waterplant etende vogels het gebied tot 1 meter diep en voor bodemdier etende vogels het gebied tussen 0,3 en 3 meter diep.

De visetende vogels komen in lage dichtheden voor en de plantenetende vogels in de hoogste dichtheid. De grote toename is bij de waterplant etende vogels. Voor elke soortgroep geeft dat weer een ander beeld (Figuur B.3).

Deze analyse laat zien dat er grote verschillen tussen de meren. Bij de visetende vogels verschilt het van 20 kg/km² voor het Markermeer tot 80 kg/km² bij het Zwarte Meer. Bij de planteneters is dat tussen de 500 kg/km² bij het IJsselmeer en 2380 kg/km² bij de Randmeren-Zuid. Bij de bodemdieren varieert het van 128 kg/km² bij het Markermeer en het Zwarte Meer en 290 kg/km² bij de Randmeren-Oost.



Figuur B.3 Biomassa van de foeragerende vogels per vierkante kilometer relevant areaal.

Bijlage C - Ontwikkeling stand zeehonden in Grevelingen

Vanaf 2006 komt de gewone zeehond voor in het Grevelingenmeer, oplopend tot bijna 60 nu (Tabel C.1). De grijze zeehond komt sinds 2012 sporadisch voor (Hoekstein et al., 2020). Dit zijn toppredatoren (zie figuur voedselweb) maar deze soorten komen pas sinds 2006 voor. Weliswaar zijn de aantallen laag, maar het zijn forse dieren en qua biomassa een relevant onderdeel. Zeehonden migreren tussen de zee en het Grevelingen en foerageren ook veel bij de Brouwersdam als er een open verbinding met zee is. Bij het Veerse Meer zijn ze nog nauwelijks waargenomen.

Deze soort is niet meegenomen in de Indicator Functioneren voedselweb. De reden daarvoor is dat dit een recente soort is waarvan geen gewenst aantal is te bepalen op deze korte tijdsperiode. Ook is de soort sterk in ontwikkeling en is niet precies bekend waar ze foerageren, maar wel dat hun foerageergebied ook in de Noordzee ligt.

Tabel C.1. Aantal gewone en grijze zeehonden en de biomassa aan deze zeehonden in de Grevelingen (Hoekstein et al., 2020).

zeehonden	gewone	grijze	biomassa
2006	1	0	85
2007	3	0	255
2008	5	0	425
2009	7	0	595
2010	8	1	883
2011	13	0	1204
2012	16	1	1568
2013	17	0	1544
2014	21	1	1954
2015	19	0	1695
2016	27	1	2435
2017	33	1	2995
2018	33	1	2948
2019	58	1	5169