



Biodiversiteit in de Zuidwestelijke Delta

J.H.J. Schaminée, J.A.M. Janssen, R. Kwak, G.J.J.M. Litjens, J.P.M. Mulder, B. Roels, S.R. Smith, B. Walles,
A. van Winden, H.V. Winter & T. Ysebaert



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Biodiversiteit in de Zuidwestelijke Delta

J.H.J. Schaminée¹, J.A.M. Janssen¹, R. Kwak², G.J.J.M. Litjens³, J.P.M. Mulder⁴, B. Roels⁵, S.R. Smith⁶, B. Walles⁶, A. van Winden³, H.V. Winter⁶ & T. Ysebaert⁶

bijdrage aan de ornithologische analyse leverden J.W. Vergeer en A. van Kleunen (SOVON) en F.A. Arts, S.J. Lilipaly en M.S.J. Hoekstein (Delta Project Management) met betrekking tot teksten, en E. van der Winden (SOVON) en K.D. van Straalen en M. Sluijter (Delta Project Management) met betrekking tot de database analyse; P. Veldt van Bureau Stroming verzorgde een aantal figuren.

1 Wageningen Environmental Research

2 Vogelbescherming Nederland

3 Bureau Stroming

4 Mulder Coastal Consultancy

5 Wereld Natuur Fonds

6 Wageningen Marine Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research, in samenwerking met Wageningen Marine Research, Mulder Coastal Consultancy en Vogelbescherming Nederland, in opdracht van en gefinancierd door het Wereld Natuur Fonds.

Wageningen Environmental Research

Wageningen, februari 2019

Gereviewd door:

Dr. Nina A.C. Smits, Teamleider VBL

Akkoord voor publicatie:

Dr. Nina A.C. Smits, Teamleider VBL

Rapport 2942

ISSN 1566-7197


J.H.J. Schaminée, J.A.M. Janssen, R. Kwak, G.J.J.M. Litjens, J.P.M. Mulder, B. Roels, S.R. Smith, B. Walles, A. van Winden, H.V. Winter & T. Ysebaert, 2019. *Biodiversiteit in de Zuidwestelijke Delta*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2942. 332 blz.; 150 fig.; 0 tab.; 254 ref.

Referaat NL: *Biodiversiteit in de Zuidwestelijke Delta* geeft een met feiten onderbouwd referentiebeeld van de natuur in de Zuidwestelijke Delta in de periode voorafgaande aan de Deltawerken, en de trends die zijn opgetreden na de afsluitingen. Dit beeld wordt geschetst aan de hand van vogels, zeezoogdieren, trekvisser, mariene bodemfauna, vaatplanten en vegetatie, alsmede voor de belangrijkste processen die zich hier in historische en meer recente tijden hebben voltrokken. We concluderen dat slechts een enkele soort in de loop van de voorbije eeuw geheel is verdwenen; grosso modo geldt zelfs dat er soorten zijn bijgekomen. Wat erbij komt, is evenwel meer van hetzelfde. Ten aanzien van het leefgebied van estuariene flora en fauna zien we een sterke of totale afname van de getijdendynamiek, een teloorgang van veel zoet-zout overgangen en een wegvallen van onderlinge verbindingen tussen de waterbekkens. Bedijkingen en inpolderingen zijn al eeuwen verantwoordelijk voor het verdwijnen van intergetijdengebied. Voor de toekomst van de Zuidwestelijke Delta zijn dynamiek en beschikbaarheid van sediment allesbepalende factoren. Alleen door suppletie kan een structureel zandtekort teniet worden gedaan.

Referaat UK: *Biodiversiteit in de Zuidwestelijke Delta* offers an evidence-based, historic reference for nature in the South-western Delta of the Netherlands, in the period before the Delta Works. It describes the trends over the last century in bird populations, sea mammals, anadrome fishes, marine benthos, vascular plants and plant communities, as well as the major underlying processes. It is concluded that hardly any species has disappeared, whereas quite a number of new species have arrived. However, the new-comers are generalists, while indicators of the estuarine environment are under stress. Important changes are: a decline in estuarine habitat for plants and animals, a large decrease of tidal dynamics, a disappearance of gradients between saline and freshwater environment, and a severe loss of connectivity between the different water bodies. The construction polders over time has caused a direct loss of intertidal habitat. For a sustainable future the availability of sediment and estuarine dynamics are prerequisites.

Trefwoorden: Delta, estuarium, biodiversiteit, mariene bodemfauna, zeezoogdieren, vogels, vaatplanten, plantengemeenschappen, zandsuppletie, inpoldering.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/475540> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2019 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Inhoud

	Verantwoording	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding en doelstelling	7
	1.2 Werkwijze en opbouw rapportage	8
	1.3 Studiegebied	8
2	Beschrijving van de Zuidwestelijke Delta	10
	2.1 Algemene karakterisering	10
	2.1.1 Inleiding	10
	2.1.2 Kenmerken van estuaria	12
	2.1.3 Ontwikkelingen 1900-1950	13
	2.1.4 Ontwikkelingen 1950-1990	15
	2.1.5 Ontwikkelingen 1990-heden	18
	2.2 Landschappen van de Zuidwestelijke Delta	19
	2.2.1 Open zee en voordelta	19
	2.2.2 Zeearmen en zoetwatergetijdengebied	22
	2.2.3 Strand en duinen	40
	2.2.4 Inlagen, kreekrestanten en polders	43
	2.3 Milieuomstandigheden in de Delta	45
	2.4 Wettelijke regelgeving	45
3	Bronnen en analyse	47
	3.1 Civieltechnische ingrepen en hydromorfologische effecten	47
	3.2 Flora en vegetatie	49
	3.2.1 Flora	49
	3.2.2 Vegetatie	51
	3.3 Vogels	53
	3.4 Mariene fauna	54
	3.4.1 Zeezoogdieren	54
	3.4.2 Trekvissen	55
	3.4.3 Macrozoöbenthos (bodemdieren)	55
4	Biodiversiteit per deelgebied	56
	4.1 Open zee en Voordelta	56
	4.1.1 Mariene fauna	56
	4.1.2 Vogels	57
	4.2 Zeearmen en zoetwatergetijdengebied	60
	4.2.1 Zeearmen open	60
	4.2.2 Zeearmen gesloten zout	88
	4.2.3 Zeearmen gesloten zoet	107
	4.3 Zoetwatergetijdengebied	144
	4.3.1 Flora en vegetatie	145
	4.3.2 Vogels	147
	4.4 Strand en duinen	151
	4.4.1 Flora en vegetatie	151
	4.4.2 Vogels	152
	4.5 Inlagen, kreekrestanten en polders	155
	4.5.1 Flora en vegetatie	155
	4.5.2 Vogels	156

5	Synthese: ontwikkelingen in de bio-diversiteit van de Zuidwestelijke Delta	158
5.1	Achteruitgang van estuariene habitats	159
5.2	Veranderingen in biodiversiteit	160
5.3	Toekomstperspectief	163
	Literatuur	166
Bijlage 1	Database plantensoorten	182
Bijlage 2	Database plantengemeenschappen	186
Bijlage 3	Factsheets Plantengemeenschappen	191
Bijlage 4	Factsheets Vogels	252
Bijlage 5	Ontwikkelingen in vogelpopulaties	267
Bijlage 6	Factsheets Zeezoogdieren	271
Bijlage 7	Factsheets macrobenthos	275
Bijlage 8	Verspreiding van bodemdieren in een zout-zoet gradiënt	279
Bijlage 9	Vissoorten in estuaria	281
Bijlage 10	Soortensamenstelling van de visgemeenschap op basis van monitoringsgegevens	284
Bijlage 11	Factsheets trekvissen	293
Bijlage 12	Migreerbaarheid van de Zuidwestelijke Delta voor trekvissen	306
Bijlage 13	Samenvattende grafieken Overige vissen	310
Bijlage 14	Effecten van veranderingen in polderareaal, vaargeulonderhoud, havenwerken en deltawerken	319

Verantwoording

Rapport: 2942

Projectnummer: 5200043447

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van onze eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het heeft beoordeeld,

functie: Teamleider VBL

naam: Dr. Nina A.C. Smits

datum: 04-04-2019

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Dr. Nina A.C. Smits

datum: 04-04-2019

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doelstelling

Het Wereld Natuur Fonds (WNF) heeft voor de Zuidwestelijke Delta de ambitie om te komen tot een mooier en veiliger deltagebied, dat fungeert als een natuurlijke buffer voor de mogelijke gevolgen van klimaatverandering, met volop kansen voor economische ontwikkelingen en voor de sterk bedreigde natuur. Hierbij is het streven om natuurlijke landschapsvormende processen te herstellen, waar dat kan, en techniek toe te passen, waar dat moet. In de Zuidwestelijke Delta betekent dit het herstel van de getijdendynamiek door zeearmen te openen, de sedimentbalans op orde te brengen en de gebieden weer met elkaar in verbinding te brengen. De Zuidwestelijke Delta bestond vroeger uit een stelsel van eilanden en vijf zeearmen, respectievelijk Rijn-Maasmond, Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde-Veerse Meer en Westerschelde, die de rivieren Rijn, Maas en Schelde met de Noordzee verbonden. Voor een integrale analyse is het zaak deze zeearmen te positioneren ten opzichte van de open zee aan de ene kant en het benedenriviereengebied met de zoetwatergetijdensystemen aan de andere kant. Na de watersnoodramp van 1953 werden (vanaf het eind van de jaren vijftig) de deltawerken aangelegd, met als gevolg dat de zeearmen in verschillende mate werden afgesloten, van elkaar, van de rivieren en van de Noordzee. Tegelijkertijd vindt een reeks grootschalige uitbreidingen plaats van de Rotterdamse haven en een sterke intensivering van het geulenonderhoud in de Westerschelde. Deze ontwikkelingen gevoegd bij de grootschalige inpolderingen in de voorafgaande eeuw, brachten grote ecologische en landschappelijke veranderingen met zich mee, die op grote schaal doorwerkten en doorwerken in de biodiversiteit en de soortensamenstelling van het gebied.

Het Wereld Natuur Fonds wil graag meer inzicht verkrijgen in welke veranderingen er hebben plaatsgevonden en een beter beeld van de biodiversiteit en soortensamenstelling in de Zuidwestelijke Delta vóór de aanleg van de Deltawerken. Voor zover op dat moment reeds voorhanden zijn de in dit kader verzamelde gegevens gebruikt in het tweede *Living Planet Report* dat het Wereld Natuur Fonds in 2017 voor Nederland heeft uitgebracht. Hierbij ging het om het berekenen en het op een aansprekende manier weergeven van de actuele staat van de biodiversiteit in Nederland door het analyseren van de beschikbare data over de populatiegrootte van verschillende soorten. Waren in het eerste *Living Planet Report* (2015) de Wadden en Delta nog buiten beschouwing gelaten, nu vormden zij de focus van de rapportage. Meetreeksen sinds 1980/1990 worden gebruikt voor de *Living Planet Index*. Omdat er in de Delta in de tweede helft van de vorige eeuw met de uitvoering van de deltawerken een grote kunstmatige systeemverandering heeft plaatsgevonden, bracht de *Living Planet Index* niet de grote verandering in natuurwaarden in beeld, aangezien de grootste klap al eerder was uitgedeeld. Met de data over de biodiversiteit van de 'Historische Delta' in handen wordt deze context nu aangebracht. De resultaten tonen een dynamische delta met een enorme rijkdom aan soorten, zowel in aantallen als diversiteit.

Wageningen Environmental Research (Alterra) is als hoofdpoddrachtnemer door het Wereld Natuur Fonds gevraagd om de inwinning en analyses van de gegevens over de toestand van de natuurwaarden in het gebied te coördineren. Wageningen Environmental Research leverde zelf de gegevens aan over plantensoorten en plantengemeenschappen (habitattypen). Vogelbescherming Nederland leverde gegevens over de trends van trek- en broedvogels. Wageningen Marine Research bracht gegevens over de ontwikkeling van mariene fauna in de Zuidwestelijke Delta bijeen, specifiek voor zeezoogdieren, trekvissen en mariene macrobenthos. Omdat voor een goede duiding van de gegevens een overzicht van de vele civieltechnische ingrepen in het Deltagebied en hun invloed op de geomorfologie, de hydrodynamica en de hydrologie van groot belang is, heeft Mulder Coastal Consultancy (in de persoon van Jan Mulder, voorheen werkzaam bij Deltares) op dit vlak de nodige kennis en inzichten te verstrekken.

1.2 Werkwijze en opbouw rapportage

Het moge duidelijk zijn dat voor een goede duiding van de onderzoeksresultaten een beschrijving van het gebied met een beschouwing van de belangrijkste processen die zich hier in historische en meer recente tijden hebben voltrokken, niet mag ontbreken. Dit alles komt in Hoofdstuk 2 aan bod, waarbij tevens wordt ingegaan op de doorwerking van de menselijke ingrepen in het gebied.

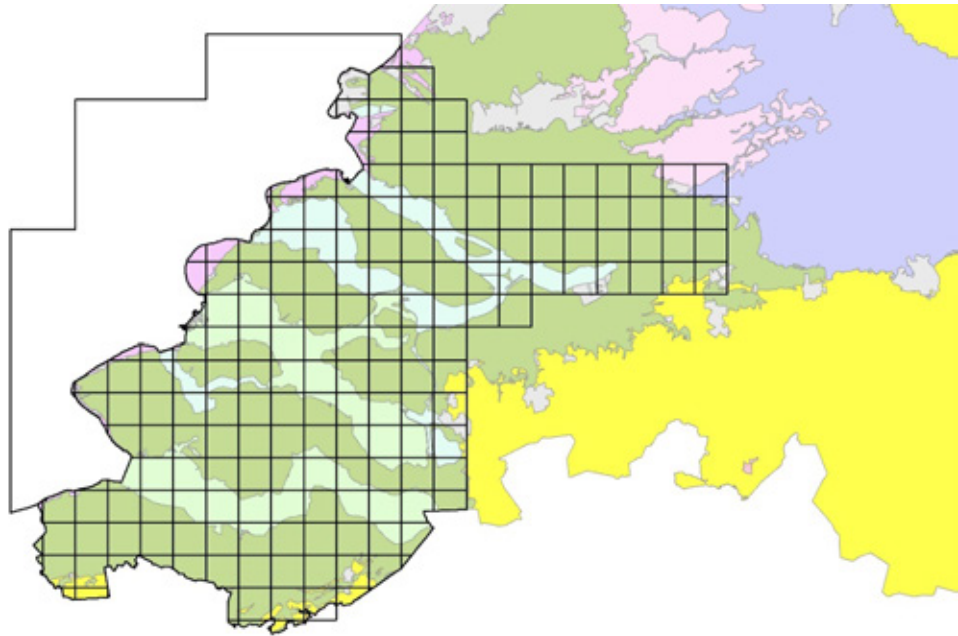
Om wille van een objectief en feitelijk onderbouwd referentiebeeld van de natuur in de Zuidwestelijke Delta in de periode voorafgaand aan de deltawerken heeft een gedetailleerde analyse van de bijeengebrachte gegevens plaatsgevonden volgens wetenschappelijke standaards. Voor de civieltechnische en geohydromorfologische aspecten en voor de verschillende soortengroepen (plantensoorten voor wat betreft de flora, respectievelijk vogels, zeezoogdieren, trekvissen en macrobenthos voor wat betreft de fauna) en plantengemeenschappen (vegetatie) staan zeer verschillende databronnen ter beschikking, die ieder hun eigen analysetechnieken behoeven. In het ene geval gaat het om nauwkeurige verspreidingsgegevens per soort, in een ander geval om niet meer dan globale informatie (soms alleen per soortengroep), terwijl ook de perioden waarop de brongegevens betrekking hebben sterk uiteenlopen. Besloten is aan dit onderwerp (bronnen en analyse) een afzonderlijk hoofdstuk te wijden (Hoofdstuk 3), waarbij de verschillende soortengroepen een voor een de revue passeren.

Voor de bespreking van de resultaten is gekozen voor een beschrijving van de biodiversiteit per deelgebied, respectievelijk open zee en Voordelta, zeearmen en zoetwatergetijdengebied, strand en duinen, en inlagen, kreekrestanten en polders (Hoofdstuk 4). Per deelgebied komen de afzonderlijke soortengroepen en plantengemeenschappen aan bod: flora en vegetatie, mariene fauna en vogels. Bij de zeearmen wordt een beschouwing gegeven over de stand van zaken in de afzonderlijke waterbekkens. De gegevens worden samengevat en geïntegreerd in Hoofdstuk 5, waarin ook een toekomstvisie wordt gepresenteerd over waar in de Zuidwestelijke Delta de beste kansen liggen voor natuurherstel van gehele soortengroepen of van specifieke niches binnen het delta-ecosysteem. Conclusies op hoofdlijnen komt rechtstreeks voort uit de data-analyse.

In de Bijlagen (1 t/m 14) presenteren we de basisgegevens van de afzonderlijke onderzoeken, zo mogelijk per soortengroep (incl. plantengemeenschappen), biotoop en deelgebied. Een aansprekende vorm daarbij is de presentatie in de vorm van fact sheets, waarbij voor elke individuele soort of plantengemeenschap de voorhanden zijnde kennis wordt samengevat. Deze bijlagen vormen het fundament voor de analyse in de voorgaande hoofdstukken, alsmede in de uitwerking daarvan in een beoogde publicatie voor een breder publiek.

1.3 Studiegebied

De gehanteerde begrenzing van de Zuidwestelijke Delta staat weergegeven in Figuur 1.1. Behalve de gehele provincie Zeeland omvat het gebied ook een klein gedeelte van oostelijk Noord-Brabant en het zuiden van Zuid-Holland, inclusief de Zuid-Hollandse eilanden en het zoetwatergetijdengebied van de Oude Maas en Biesbosch. Het raster komt op het land overeen met het raster in atlasblokken van 5x5 km, zodat dat voor veel verspreidingsatlassen in zwang is; op zee hanteren we een 10x10 km raster.



Figuur 1.1 Begrenzing van de Zuidwestelijke Delta, die Zeeland en delen van Zuid-Holland en Noord-Brabant omvat. Op het land wordt een raster rooster van 5x5 km aangehouden, omdat veel van de basisgegevens in die vorm en op dat schaalniveau beschikbaar zijn; op zee wordt een raster rooster van 10x10 km aangehouden.

2 Beschrijving van de Zuidwestelijke Delta

2.1 Algemene karakterisering

2.1.1 Inleiding

De Zuidwestelijke Delta is het mondingsgebied van de rivieren Rijn, Maas en Schelde. Het omvat het noordelijke deel van Zeeuws-Vlaanderen, de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, het westelijke deel van Noord-Brabant en het zuidelijk deel van Zuid-Holland. Tegenwoordig bevinden zich in de Zuidwestelijke Delta de volgende wateren: Rijn-Maasmond (bestaand uit Oude Maas, Nieuwe Maas, Scheur en Nieuwe Waterweg), Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch, Grevelingen, Volkerakmeer en Zoommeer, Oosterschelde, Veerse Meer en Markiezaatmeer, en Westerschelde (zie Figuur 2.5 en 2.7). Het is een dynamisch gebied dat al eeuwenlang gekenmerkt wordt door grote veranderingen. De afgelopen honderd jaar vormen daarop geen uitzondering. In dit hoofdstuk schetsen we een beeld van hoe de Zuidwestelijke Delta gedurende de laatste eeuw is veranderd door de dynamische ontwikkelingen gedurende verschillende perioden. De ijkpunten daarbij zijn het begin van de 20ste eeuw (1900; Figuur 2.1), net voor het begin van de bouw van de deltawerken (1950; Figuur 2.2), na de realisatie van de deltawerken (1990; Figuur 2.3) en de huidige situatie (2016; Figuur 2.4).

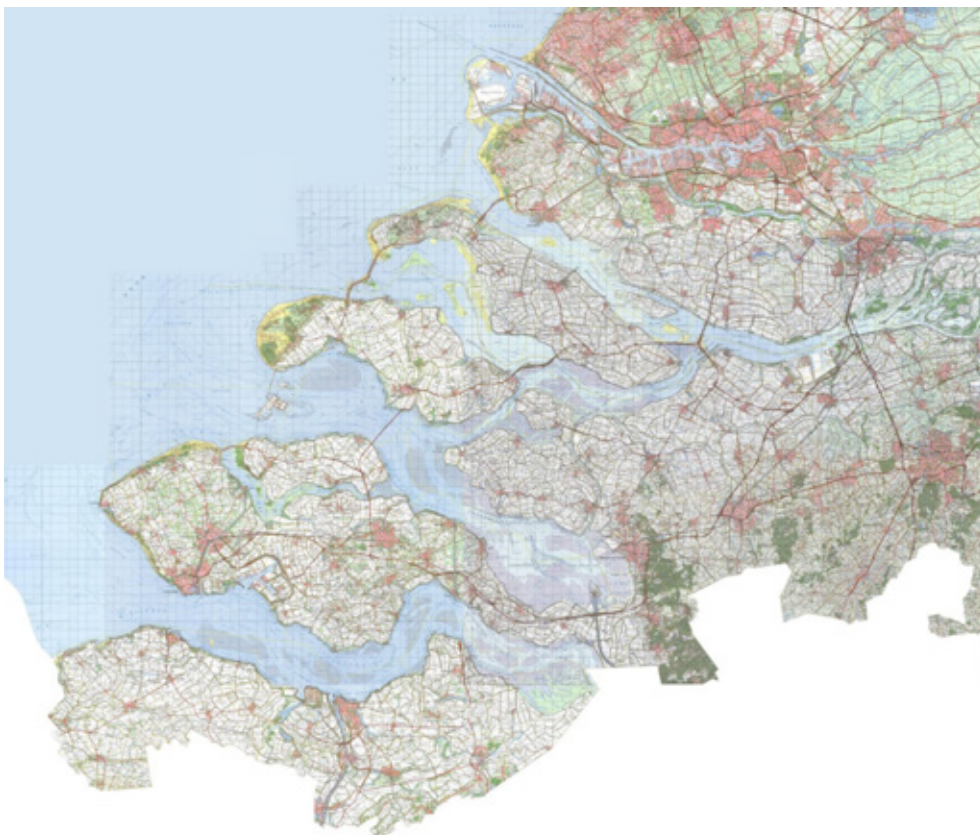
Na een korte, algemene karakterisering van estuaria en van de ontwikkelingen in de afzonderlijke perioden volgt in dit hoofdstuk per watersysteem een beschrijving van de belangrijkste civieltechnische ingrepen en van de belangrijkste hydrologische en morfologische ontwikkelingen vanaf 1900. Hierbij wordt uitgegaan van de oorspronkelijke vijf zeearmen die de rivieren met de Noordzee verbonden.



Figuur 2.1 Topografische kaart van de Zuidwestelijke Delta in 1900.



Figuur 2.2 Topografische kaart van de Zuidwestelijke Delta in 1950.



Figuur 2.3 Topografische kaart van de Zuidwestelijke Delta in 1990.



Figuur 2.4 Topografische kaart van de Zuidwestelijke Delta in 2016.

2.1.2 Kenmerken van estuaria

Estuaria vormen een schakel tussen rivieren en de zee, waarlangs aanhoudend water en sediment worden getransporteerd. Kenmerkend voor estuaria is een grote dynamiek als gevolg van de voortdurende wisselwerking tussen getij, golven, rivierafvoer, beschikbaarheid en transport van sediment en voedingsstoffen, en menging van zoet rivierwater en zout zeewater. De ligging van de mengzone en de mate van verticale menging zijn sterk afhankelijk van getij, golfslag en wind enerzijds en hoeveelheid zoetwateraanvoer anderzijds (Ysebaert et al. 2013). Variaties in diezelfde sturende factoren leiden tot wijzigingen in de transportcapaciteit voor sediment, met als gevolg een steeds weer veranderende morfologie. Dit alles leidt tot een zeer gevarieerd landschap met veranderlijke overgangen van zout naar zoet, van diep naar ondiep, van zandig naar slikkig en van hoog naar laag, waardoor er een grote verscheidenheid aan plantensoorten, diersoorten en biotopen (schorren, platen, slikken en watervlakten) voorkomt (<https://www.ecomare.nl/>).

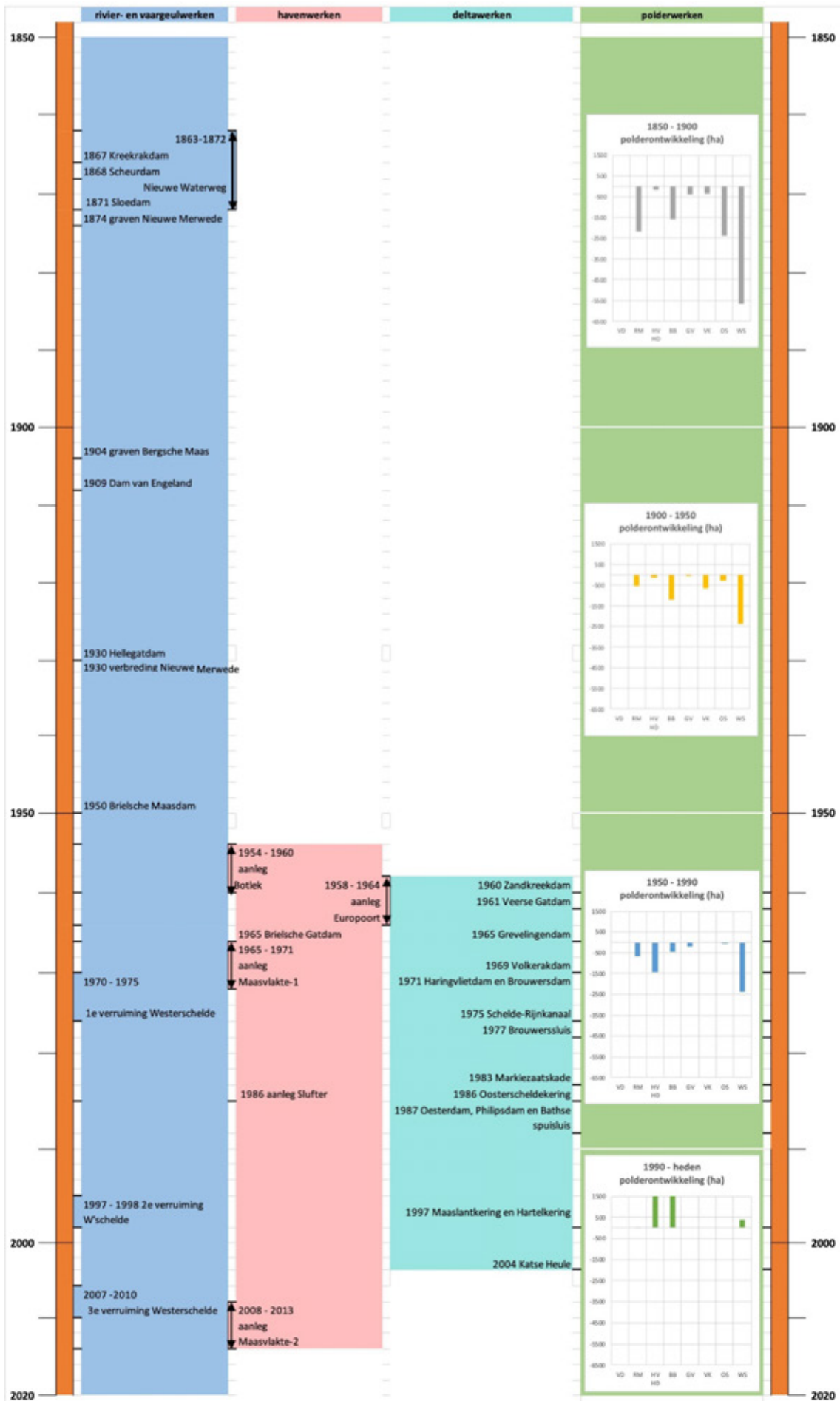
Op basis van de periodieke overspoeling wordt doorgaans een driedeling gehanteerd in sublitoraal (permanent water), intertidaal (delen van het systeem die periodiek droogvallen, waarbij onderscheid wordt gemaakt in onbegroeide en begroeide delen) en terrestrische delen. De sublitorale en intertidale systemen komen uitvoerig aan bod bij de bespreking van de afzonderlijke zeearmen (Par. 2.2.2). In dezelfde paragraaf komt ook de afzonderlijke positie aan bod van het zoetwatergetijdengebied dat de overgang vormt tussen de benedenrivieren en het feitelijke estuarium, dat continu onder invloed staat van de zee. Daaraan voorafgaand komen de voornamelijk sublitoraal te bestempelen open zee en Voordelta aan bod (Par. 2.2.1). De supratidale en terrestrische systemen worden in afzonderlijke paragrafen behandeld: strand en duinen (Par. 2.2.3), respectievelijk inlagen, kreekrestanten en polders (Par. 2.2.4).

2.1.3 Ontwikkelingen 1900-1950

In het begin van de 20ste eeuw bestaat de Zuidwestelijke Delta uit vijf zeearmen: de Rijn-Maasmond (toen nog bestaand uit de Brielsche Maas en de Nieuwe Waterweg), het Haringvliet, de Grevelingen, de Oosterschelde en de Westerschelde (toen ook wel de Honte genoemd), die de rivieren Rijn, Maas en Schelde met de Noordzee verbinden (Ysebaert et al. 2013; Figuur 2.5). De mens doet in deze periode vooral zijn invloed gelden door het bedijken en inpolderen van schorren en slikken (zie Figuur 2.6). Na de inpolderingsgolf, waarbij in de 19de eeuw zo'n 25.000 ha wordt bedijkt, volgt in de eerste helft van de 20ste eeuw nog eens 5.000 ha. Ook zijn dan de effecten nog voelbaar van een aantal belangrijke ingrepen uit de voorgaande eeuw, zoals de afdamming van het Kreekrak (1867) en het Sloe (1871), waardoor Oosterschelde en Westerschelde van elkaar worden gescheiden, de afdamming van het Scheur (1868) en aanleg van de Nieuwe Waterweg (1872), waardoor de Rijn-Maasmond in een noordelijke en zuidelijke tak worden gescheiden (Nieuwe Waterweg en Brielsche Maas) en het graven van de Nieuwe Merwede (1874). In de eerste helft van de 20ste eeuw volgden het graven van de Bergsche Maas (1904), de verbreding van de Nieuwe Merwede (1930) en de aanleg van de Hellegatdam als stroomgeleider (1930), waardoor meer rivierwater door Hollandsch Diep en Haringvliet wordt geleid en de verhoudingen worden gewijzigd tussen de getijvolumes door Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde. Dit heeft effect op de morfologie (zie Par. 2.2.2.4) en de waterkwaliteit; het Haringvliet wordt relatief zoeter, de Grevelingen en Oosterschelde relatief zouter.



Figuur 2.5 De Zuidwestelijke Delta omvat het mondingsgebied van de rivieren Rijn, Maas en Schelde. Van noord naar zuid bevinden zich hier de volgende wateren: Rijn-Maasmond (met Oude Maas, Nieuwe Maas, Scheur en Nieuwe Waterweg; totale oppervlakte 11.500 ha), Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch (opp. 30.000 ha), Grevelingen, Volkerakmeer en Zoommeer (opp. 21.000 ha), Oosterschelde, Veerse Gat en Markiezaatmeer (opp. 40.500 ha) en Westerschelde (opp. 34.000 ha).



Figuur 2.6 Tijdslijn met de belangrijkste menselijke ingrepen vanaf 1850 tot heden, met een onderscheid in rivier- en vaargeulwerken, havenwerken, Deltawerken en polderwerken.

In kwalitatieve zin, gelet op het open estuariene karakter en de verbindingen tussen de vijf zeearmen, verschilde halverwege de 20ste eeuw de situatie van de Zuidwestelijke delta onderling niet veel van de situatie in 1900. In 1950 is de gehele Delta, ondanks de activiteiten van de mens, nog altijd te karakteriseren als een functionerend estuarien gebied. De watersystemen staan in open verbinding met elkaar (met uitzondering van de Westerschelde) en de rivieren monden direct uit in zee (zie Figuur 2.9a). Er is nog sprake van grootschalige natuurlijke dynamiek (Tosserams 2001).

In kwantitatieve zin bestaan wel duidelijke verschillen tussen de situatie in 1900 en 1950. Met name gaat het dan om afnamen in het areaal aan buitendijks habitat, als gevolg van inpolderingen. De veranderingen in komberging die dit met zich meebrengt, leiden in de zeearmen tot een gewijzigde getijdoordringing en tot aanpassing van de morfologie, een proces dat tientallen jaren in beslag neemt. Wat het laatste betreft zijn minstens zo belangrijk de veranderingen in getijvolume van Haringvliet, Grevelingen en met name de Oosterschelde als gevolg van de eerdergenoemde afdamming, doorgraving en stroomlijning in het benedenrivierengebied. Het getijvolume van de Oosterschelde groeit, ten koste van Haringvliet en Grevelingen (zie Par. 2.2.2.4). Belangrijk onderdeel van de grootschalige dynamiek waarvan omstreeks 1950 nog sprake is, vormen dan ook de naijnde, morfologische aanpassingen die hier het gevolg van zijn: in de Oosterschelde is in 1950 nog steeds sprake van het verdiepen van de geulen en het verhogen van de platen, terwijl de buitendelta in omvang groeit.

2.1.4 Ontwikkelingen 1950-1990

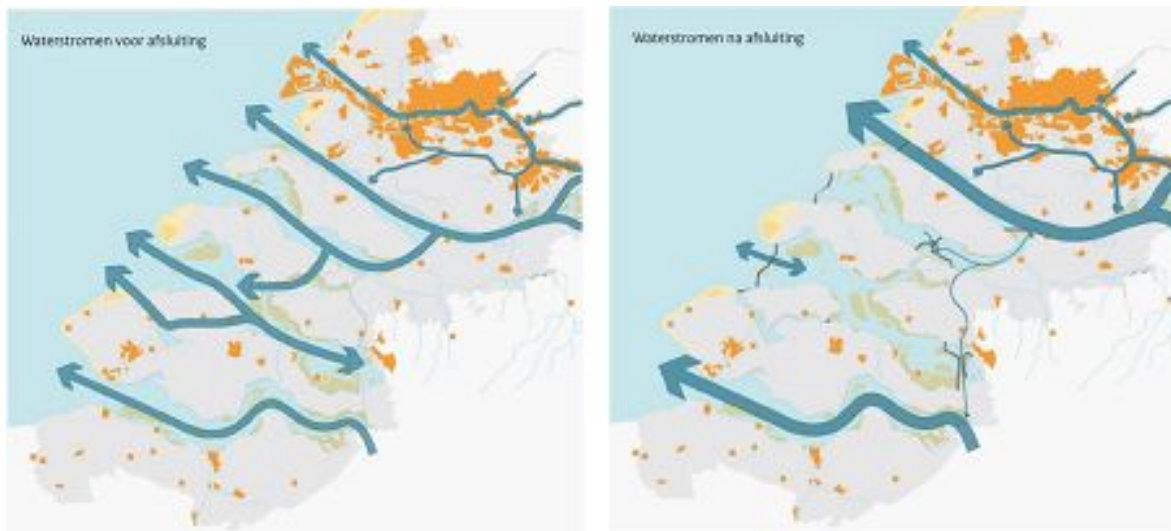
Deze periode wordt bij uitstek gekenmerkt door de Deltawerken. Daarnaast doen zich in de Rijnmond, Maasmond en Voordelta de uitbreidingswerkzaamheden gelden van de Rotterdamse haven, terwijl in de Westerschelde sprake is van een intensivering van de baggerinspanning en in alle bekkens samen ook nog eens in totaal een kleine 4.000 ha wordt ingepolderd (Figuur 2.6). In de zestiger en zeventiger jaren leidt een sterke toename van industriële lozingen en van het gebruik van gewasbescherming in de landbouw, naast een ongebreidelde lozing van stedelijk rioolafvalwater tot ernstige verontreiniging van de rivieren Rijn, Maas en Schelde. De waterkwaliteit in de Westerschelde en de noordelijke deltawateren in deze jaren was dan ook zeer slecht. Vanaf het begin van de jaren tachtig komt hierin geleidelijk verbetering door de bouw van rioolwaterzuiveringen en de sanering van de rivieren, zoals onder andere vastgelegd in het Rijn Actie Programma in 1987.¹

Het groeiende bewustzijn van natuur en milieu komt ook tot uiting in de laatste fase van de Deltawerken. In het midden van de jaren zeventig leidt dat de keuze voor een open stormvloedkering in de Oosterschelde in plaats van een dam, terwijl in de Biesbosch het inzicht doorbreekt dat ongebreideld inpolderen en het steeds maar weer onttrekken van uiterwaarden aan de rivier zijn tol gaat eisen.

Het begint in 1950 allemaal met de afdamming van de Brielsche Maas (Brielsche Maasdam), ter bestrijding van de toenemende verzilting in het gebied. Hiermee verdwijnt veel intergetijdegebied voorgoed en ontstaat het zoetwaterreservoir van het Brielsche Meer.

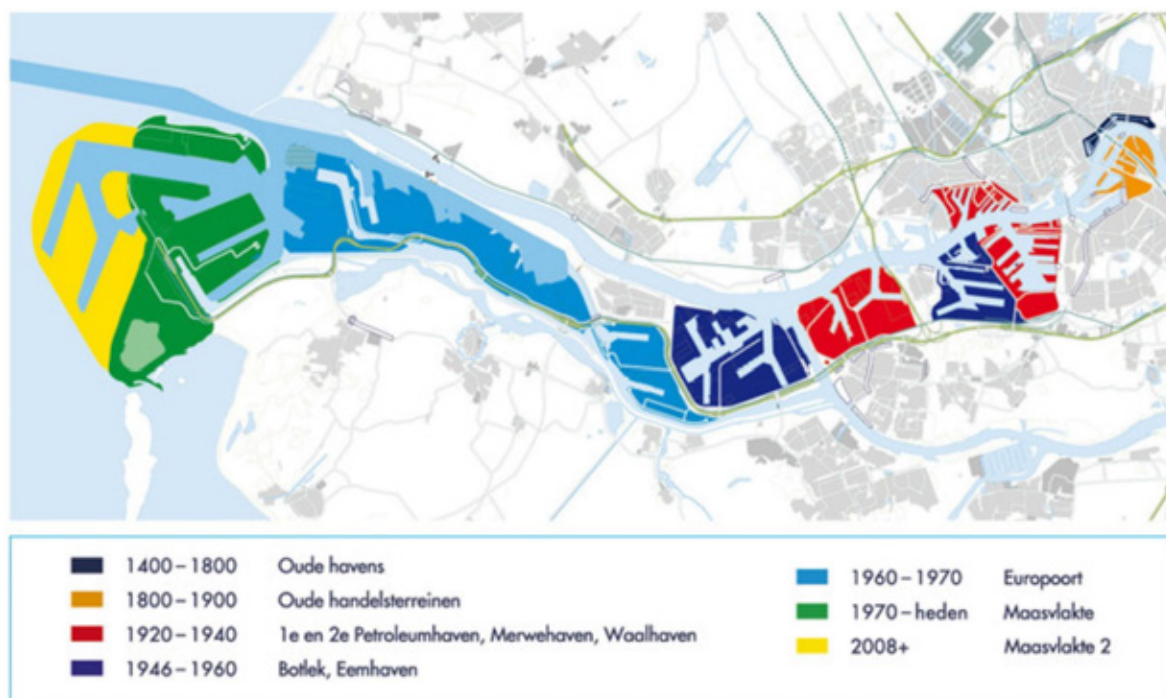
Na de watersnoodramp van 1953 wordt vanaf het eind van de jaren vijftig gewerkt aan de Deltawerken, het verdedigingssysteem ter bescherming tegen hoogwater van de zee voor de provincies Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant. De werkzaamheden resulteren uiteindelijk in de volgende waterstaatkundige werken: Zandkreekdam, Veerse Gatdam, Grevelingendam, Volkerakdam, Haringvlietdam, Brouwersdam, Brouwerssluis, Markiezaatskade, Oosterscheldekering, Oesterdam, Philipsdam, Bathse spuisluis, Maeslantkering, Hartelkering en Katse Heule (Figuur 2.7).

¹ <https://www.iksr.org/nl/internationale-samenwerking/rijn-2020/geschiedenis-1986-2000/>



Figuur 2.7 De bekken van de Zuidwestelijke Delta en de deltawerken met het jaar van voltooiing: 1 Grevelingendam 1965, 2 Volkerakdam 1969, 3 Haringvlietsluizen 1971, 4 Brouwersdam 1971, 5 Oosterdam 1987, 6 Markiezaatkade 1983, 7 Zandkreekdam 1960, 8 Philipsdam 1987, 9 Bathse Spuisluis 1987, 10 Oosterscheldekering 1986 en 11 Veerse Gatdam 1961 (Tangelder et al. 2013).

Tegelijkertijd vinden na de Tweede Wereldoorlog een aantal grote uitbreidingen plaats van de Rotterdamse haven met de achtereenvolgende ontwikkeling van de Botlek (1954-1960), de Europoort (1958-1964), de Maasvlakte-1 (1965-1971), baggerdepot de Slufter (1986) en de Maasvlakte-2 (2008-2013) (Figuur 2.8).

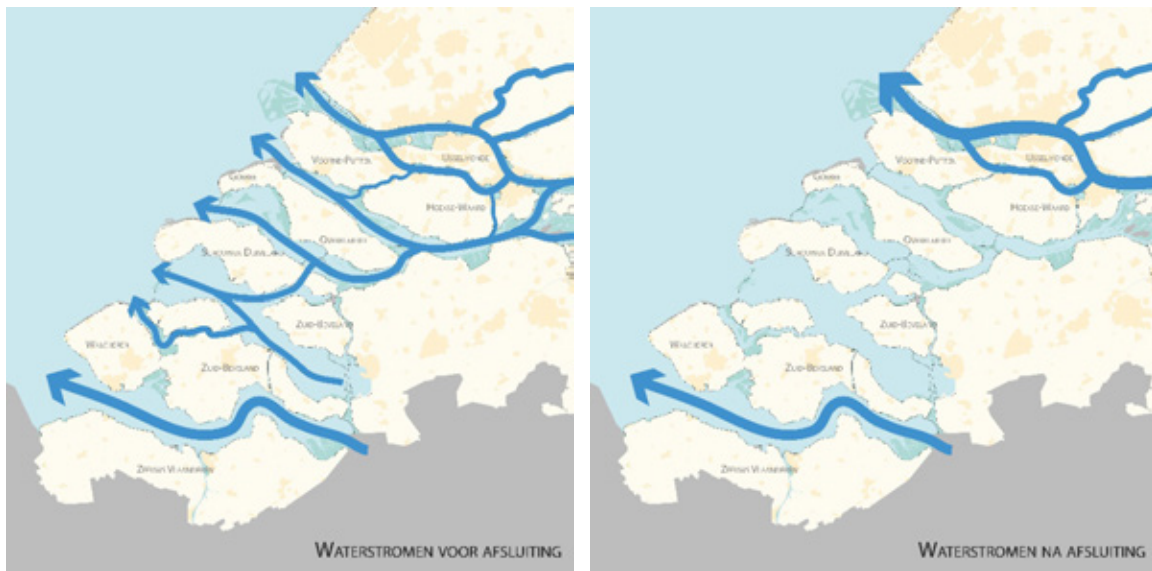


Figuur 2.8 Ontwikkeling van de Rotterdamse haven in de tijd (bron: www.maasvlakte2.com/nl/).

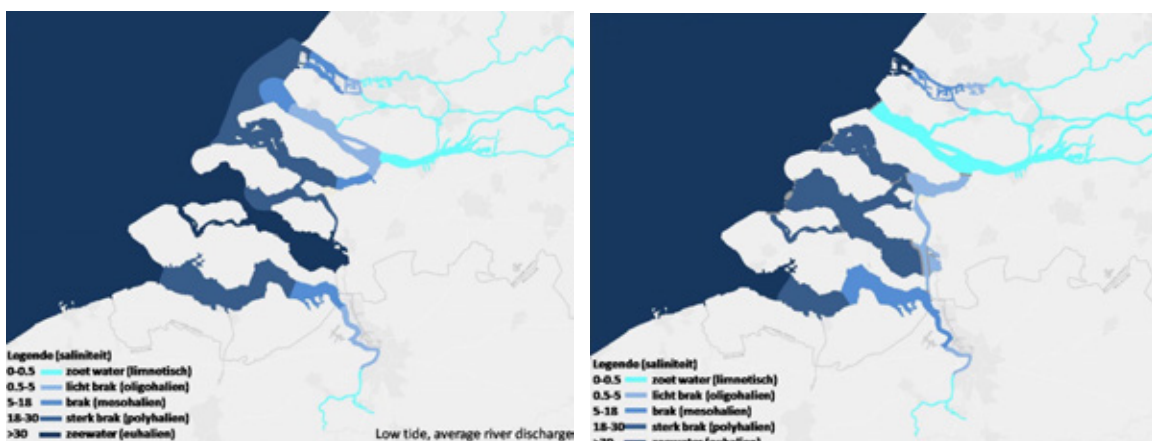
Al deze werken hebben ingrijpende systeemveranderingen teweeggebracht. Het directe effect is een totale verkorting van de kustlijn met 700 km en een drastische afname van het areaal aan estuarien habitat. Een totale oppervlakte van 89.000 ha, bestaande uit 44.600 ha diep water, 9.700 ha ondiep water, 18.800 ha zandplaten en slikken, 9.400 ha schorren en gorzen, 4.000 ha riet- en biezenvelden en 2.500 ha wilgengrienden is verloren of maakt niet langer deel uit van het estuarium (Paalvast

2014). Met de Westerschelde en Nieuwe Waterweg als enig resterende, volledig open- en de Oosterschelde als gedeeltelijk open verbinding met de zee, is het totale estuariene oppervlak in de Zuidwestelijke Delta sinds 1950 met 53% afgenomen. De kustlijnverkorting beschermt het achterliggend land beter tegen het water van de zee, maar heeft het tegelijkertijd kwetsbaarder gemaakt voor water dat vanuit de rivieren op het gebied afstroomt.

Het indirecte effect van de delta- en havenwerken is een verandering in allerlei sturende processen. Er is een serie geheel of gedeeltelijk afgesloten zoetwater-, zoutwater- en brakwatermeren ontstaan, waarin de estuariene dynamiek grotendeels is verdwenen. De dynamische werking van eb en vloed is op veel plaatsen geheel afwezig of sterk verminderd, het dynamische evenwicht tussen opbouwende krachten van het getij en afbrekende krachten van de golven is verschoven naar de laatste, met overheersende erosie tot gevolg. Compartimentering heeft onderlinge verbindingen tussen waterbekkens verbroken (Figuur 2.9); de uitwisseling van water, sedimenten, nutriënten en diersoorten is sterk beperkt en overgangen tussen zoet en zout zijn bijna geheel verdwenen (Ysebaert et al. 2013; zie Figuur 2.10). Door afdamming en verzoeting zijn veel van de oorspronkelijke estuariene zoute en brakke natuurwaarden verloren gegaan. Een meer door de mens gereguleerde natuur is daarvoor in de plaats gekomen en er zijn nieuwe biotopen ontstaan met bijbehorende soorten en levensgemeenschappen, die deels nog in ontwikkeling zijn (Ysebaert et al. 2013).



Figuur 2.9 Weergave van de connectiviteit tussen de verschillende waterbekkens in de Zuidwestelijke delta vóór (a) en na (b) de deltawerken (Slabbers et al. 2014).



Figuur 2.10 Weergave van de zoet-brak-zout waterovergangen in de Zuidwestelijke delta vóór (a) en na (b) de deltawerken bij hoog tij en een gemiddelde rivierafvoer (Tangelder et al. 2018, aangepast naar Wolff 1973 en Ysebaert et al. 2013b).

De Westerschelde maakte vanwege het belang van een vrije doorvaart naar de haven van Antwerpen geen onderdeel uit van het Deltaplan. Datzelfde belang echter leidt in deze periode wel tot grote veranderingen in dit estuarium. Om de scheepvaart te dienen wordt vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw de baggerinspanning voor verdieping en onderhoud van de vaargeul sterk vergroot, met een factor twee tot drie. De stroomlijning van de vaargeul leidt tot een grotere getijdoordringing en een toename van de hoogwaterstanden en van het getijverschil. Feitelijk een versterking van de effecten die al in gang waren gezet door de vele inpolderingen langs de Westerschelde (zie Figuur 2.5 en Par. 2.2.2.5 Westerschelde).

2.1.5 Ontwikkelingen 1990-heden

De jongste periode wordt gekenmerkt door de afronding van de deltawerken, een verdere intensivering van de baggeractiviteit in de Westerschelde en een verdere uitbreiding van de Rotterdamse haven met de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Daartegenover staan ingrepen die een positieve invloed hebben op de ecologische kwaliteit van de Zuidwestelijke delta, met name de invoering van het zandsuppletiebeleid voor het handhaven van de kustlijn en een groeiende aandacht voor ecologisch herstel en bouwen met de natuur. Aanvankelijk werd er per jaar (vanaf 1990) zo'n 6-7 miljoen kubieke meter zand langs de Nederlandse kust gesuppleerd, maar sinds 2001 is dit volume verhoogd tot 12 miljoen kubieke meter (Stronkhorst et al. 2012).

In 1997 wordt met het gereedkomen van de Maeslantkering en de Hartelkering de keten gesloten die de zuidwestelijke delta 'deltaveilig' maakt. In dezelfde periode worden ten dienste van de doorvaart naar Antwerpen de scheepvaartgeulen in de Westerschelde voor een tweede maal verruimd. Tussen 2007 en 2008 herhaalt zich dit voor een derde maal. Om de Rotterdamse haven meer ruimte te bieden wordt tussen 2008 en 2013 de Tweede Maasvlakte aangelegd (Figuur 2.8). Dit betekent een uitbreiding van 2.000 ha, waarvoor circa 275 miljoen m³ zand wordt gebruikt.

Het inzicht dat een structureel zandtekort van het kuststelsel de drijvende kracht is achter de kustontwikkeling, leidt in 1990 tot de invoering van een nieuw kustbeleid: het handhaven van de kustlijn met behoud van de natuurlijke dynamiek door het suppleren van zand. Natuurontwikkeling en ecologisch herstel worden gaandeweg belangrijker. Dit uit zich in de negentiger jaren aanvankelijk door de aanleg van verschillende 'vogel'-eilandjes en natuurvriendelijke oevers in bijvoorbeeld Haringvliet en Volkerak. In de Oosterschelde vinden vanaf 2008 eerste experimenten plaats met zandsuppleties en oesterriffen als alternatieve methodes om plaat- en slikerosie tegen te gaan en door het scheppen en onderhouden van voorlanden, tegelijk een bijdrage te leveren aan benodigde dijkversterkingen.

Inpolderingen behoren – op een enkele uitzondering na, zoals in 1996 de Struikwaard – tot het verleden. De dijkdoorbraak van de Selenapolder langs de Westerschelde in 1990, en de positieve effecten daarvan op de vogelstand brengen een discussie op gang over de mogelijke bijdrage aan ecologisch herstel van het terugbrengen van estuariene dynamiek in polders. Het besluit in 2012 om in Hedwigepolder de dynamiek te herstellen, is het gevolg. Vanaf 2000 wordt in het kader van het projecten 'Deltanatuur' en 'Ruimte voor de Rivier' (Symons et al. 2017) rond Haringvliet, Hollands Diep en de Biesbosch een reeks grote en kleinere polders teruggegeven aan de natuur met een gezamenlijke oppervlakte van zo'n 3.400 ha (zie Figuur 2.6).

Om de estuariene gradiënt te herstellen zouden in september 2018 de Haringvlietdam op een kier worden gezet, maar de uitvoering is (wederom) uitgesteld. Onlangs is een besluit genomen voor de aanleg van een tweede doorlaat in de Brouwersdam om de getijwerking en ecologische kwaliteit van het Grevelingenmeer te vergroten en wellicht een getijdecentrale mogelijk te maken.

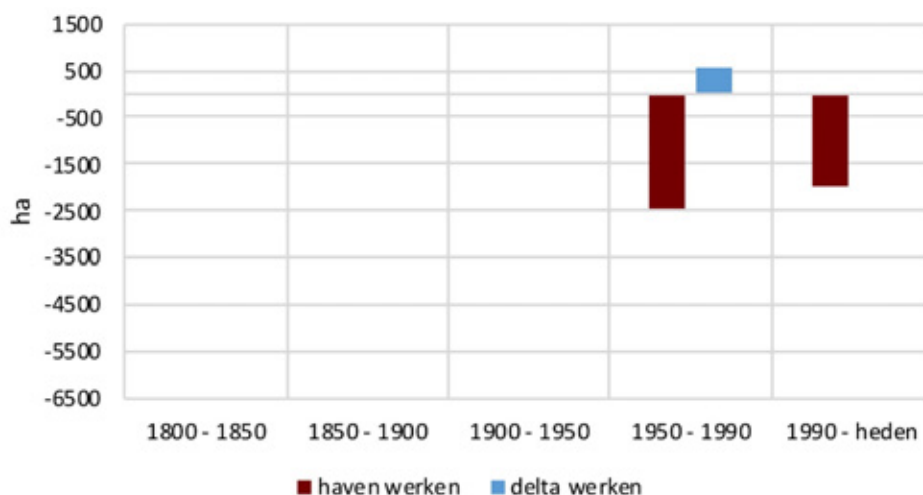
2.2 Landschappen van de Zuidwestelijke Delta

2.2.1 Open zee en voordelta

De open zee in het kustgebied van de Zuidwestelijke Delta aan het begin van de 20ste eeuw wordt gekenmerkt door een samenspel van het Noordzeegetij parallel aan de kust (noordwaarts bij vloed, zuidwaarts bij eb) en dwars op de kust, waar getijstromen de zeearmen vullen en ledigen. Het tweemaal daags wisselende getij kent van zuid naar noord langs de kust een sterke afname in het getijverschil van circa 4 m bij Vlissingen tot circa 2 m bij Hoek van Holland. Het getijsamen spel wordt verder beïnvloed door het golfklimaat bij windrichtingen die overheersen tussen NW en ZW en door de uitstroom van rivierwater. Via Nieuwe Waterweg, Brielsche Maas en Haringvliet vindt rivierwater van Rijn, Waal en Maas zijn weg naar zee, via de Westerschelde het water van de Schelde. Gedurende de eerste helft van de 20ste eeuw blijft dit samenspel grotendeels intact, hoewel tussen de verschillende zeearmen wel geleidelijke verschuivingen plaatsvinden in het getijvolume.

In 1950 volgt een eerste abrupte wijziging met de afdamming van de Brielsche Maas. Lokaal in de Haringvlietmonding heeft dit direct een afname van de rivierinvloed tot gevolg. Op grotere schaal gezien betekende het een verandering in de uitstroom van het Rijn-Maaswater; voortaan bereikt dit de Noordzee alleen nog via de Nieuwe Waterweg (44%) en het Haringvliet (51%), naast een verwaarloosbare hoeveelheid via Grevelingen en Oosterschelde (elk 2,5%; Rijkswaterstaat 1998).

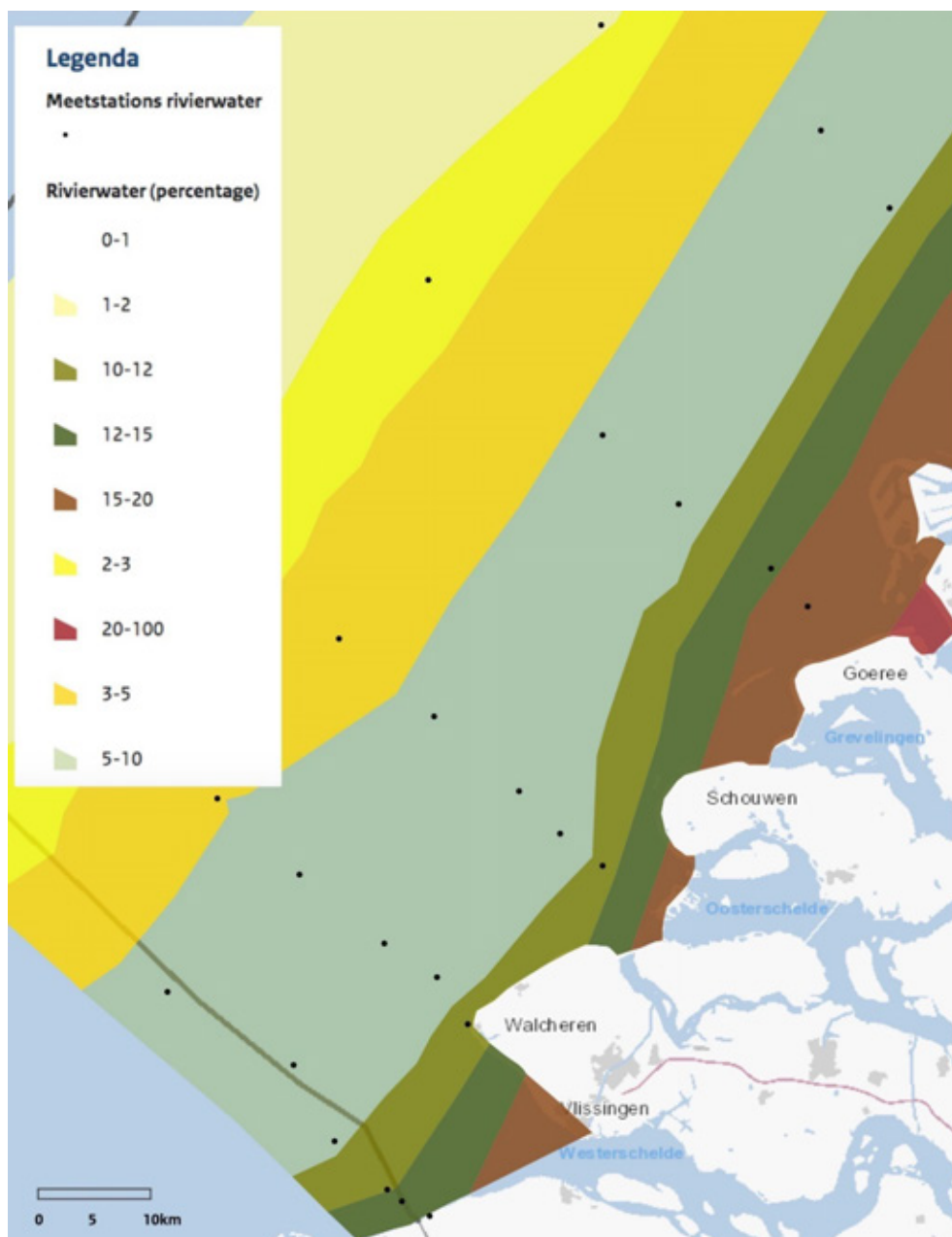
In hetzelfde mondingsgebied van de Haringvliet drukken vervolgens uitbreidingswerkzaamheden van de Rotterdamse haven hun stempel: in 1966 met de aanleg van de Brielse Gatdam, waardoor het Oostvoornse Meer wordt geschapen, terwijl in dezelfde periode wordt begonnen met de aanleg van Maasvlakte-1 (in 1973 meerden de eerste zeeschepen af), later gevolgd door de aanleg van de Slufterdam in 1986 en in 2013 door de aanleg van de Maasvlakte-2. Door deze werkzaamheden wordt een kleine 4.460 ha zeegebied ingedijkt (Figuur 2.11) en verdwijnt in totaal zo'n 900 ha duinareaal van het natuurgebied De Beer (zie Par. 2.2.2.1 en Figuur 2. 17 en 2.18).



Figuur 2.11 Ontwikkeling in het areaal ondiep-water en diep-water ecotopen in de Voordelta, onder invloed van de havenwerken, met een indicatie van de toename in het areaal van het intergetijdengebied onder invloed van de deltadammen Haringvlietdam en Brouwersdam. N.B. Het verlies aan duinareaal in natuurgebied De Beer (naar schatting 900 ha) is weergegeven als onderdeel van de ontwikkelingen in de Rijn-Maasmond (Figuur 2.17).

Dominante veranderingen in de majeure waterbewegingen volgen na de uitvoering van de Deltawerken vanaf 1960. De afsluitingen van Veerse Gat, Haringvliet en Grevelingen maken dat de ingaande en uitgaande getijstromen wegvallen. De kustlangse getijstroom wordt dominant en zoekt een nieuw evenwicht met de golfwerking. In mindere mate doet zich hetzelfde voor na de gedeeltelijke sluiting van de Oosterschelde.

Deze nieuwe hydrodynamische balans heeft allereerst gevolgen voor de samenstelling en kwaliteit van het water in de kustzone, maar daarnaast ook voor de morfologie van de kustbodem in open zee en Voordelta. Wat de waterkwaliteit betreft, maakte voorheen het rivierwater via Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch een lange en dynamisch weg door alvorens in zee uit te monden. Fluctueerde het zoutgehalte voorheen met het dagelijkse ritme van het getij in samenhang met de rivierafvoer, na 1971 vinden ten gevolge van het sluisbeheer abrupte omslagen plaats op veelal niet te voorspellen momenten (Rijkswaterstaat 1998). Bij hoge rivierafvoeren vindt dan een geconcentreerde zoetwateruitstroom plaats via de Haringvlietsluizen, met in de monding zoet water percentages tussen 20 en 100%. Onder invloed van de grootschalige getijcirculatie verdeelt dit rivierwater zich vervolgens langs de kust, grotendeels noordwaarts en een klein deel zuidwaarts. Menging door kustdwarse getijstrooming voor de Grevelingen is weggevallen en ter hoogte van de Oosterschelde gereduceerd; bijgevolg kan rivierwater uit het Haringvliet zich met de ebstroom verder zuidwaarts verspreiden en worden tegenwoordig in de mondingen van Grevelingen en Oosterschelde jaargemiddeld percentages van 15-20% rivierwater gemeten. Dit zijn percentages die overeenkomen met die in de Westerscheldemonding als gevolg van de uitstroom van het Scheldewater (Figuur 2.12).



Figuur 2.12 Verspreiding van rivierwater in de Voordelta na aanleg van de Deltawerken (jaargemiddelde percentages) (Bron: www.noordzeeloket.nl/beheer/noordzeeatlas/deelwatersysteem-0/verspreiding).

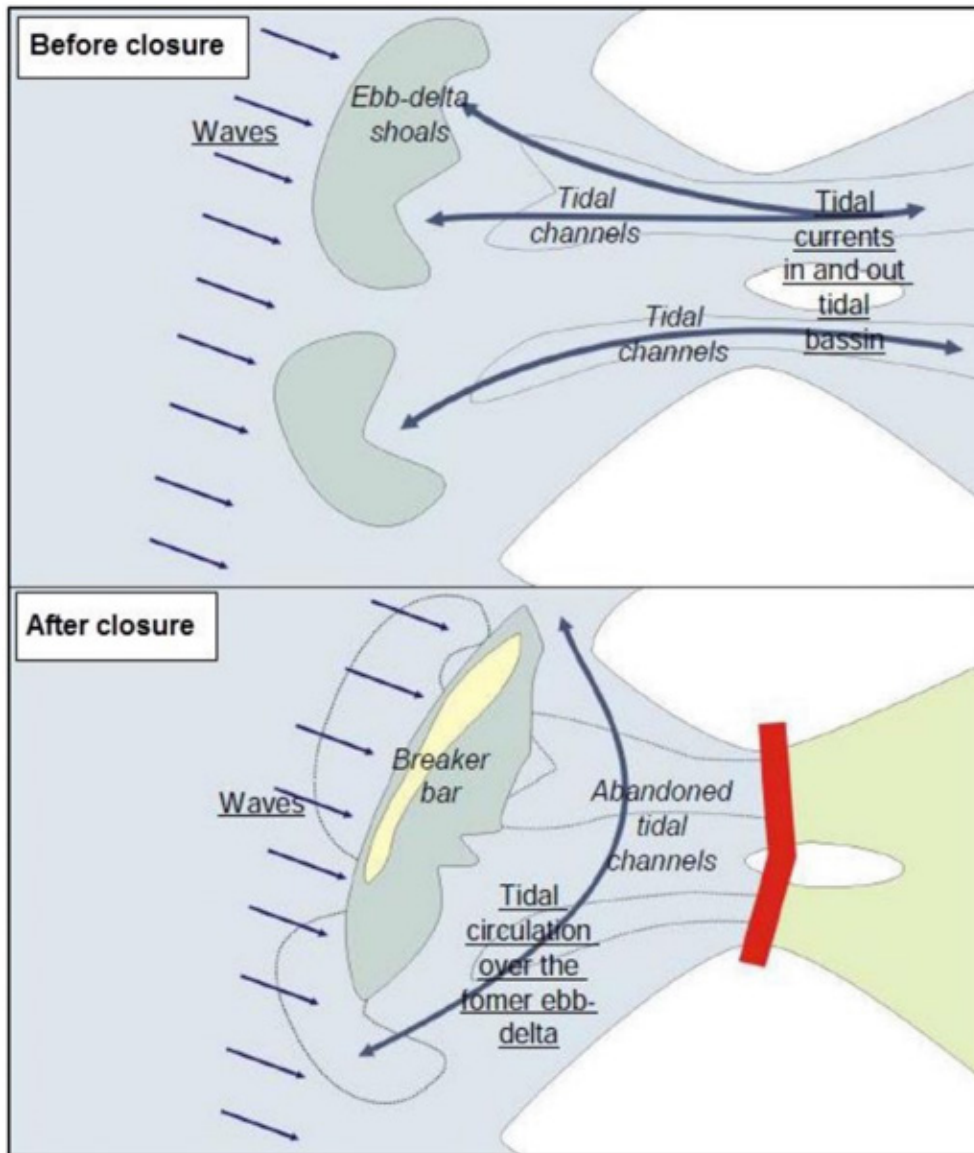
Wat betreft de gevolgen voor de morfologie is tot het midden van de 20ste eeuw de grote invloed van de ingaande en uitgaande getijstroming bij de zeearmen te herkennen in het voorkomen van uitgebreide buitendeltas (ook wel ebdeltas genoemd): grote zandlichamen voor de monding, ontstaan tijdens de wordingsgeschiedenis van de zeearmen, door de aanvoer van zand met de ebstroming vanuit het achterland. De omvang van de ebdeltas is gecorreleerd aan de omvang van het getijvolume. Elias en Van der Spek (2017) geven aan dat het zand grotendeels afkomstig moet zijn uit de ondergrond van de zeearmen zelf, omdat het door de Rijn en Waal aangevoerde sediment sinds de 15de eeuw al bezinkt in het voormalige waterbekken van de Biesbosch (zie Kleinhans et al. 2010), terwijl Maas en Schelde geen significant zandtransport naar zee kennen.

Het geheel of gedeeltelijk wegvallen van de kustdwarse getijstroming via de zeegaten brengt grote veranderingen op gang. De aan- en afvoergeulen (vloed- en ebgeulen) van Haringvliet en Grevelingen verliezen hun functie volledig; stroomsnelheden reduceren dramatisch, niet getemperde golven zorgen voor erosie van de omliggende plaatgebieden, de geulen vullen op en de platen vlakken af. Tegelijkertijd zien we aan het deltafront dat de dwars op de kust staande golfenergie niet langer wordt gecompenseerd door een kustdwarse getijstroming; de golven eroderen het deltafront en 'buldozeren' dit zand geleidelijk kustwaarts. Hierdoor ontstaan aan de zeewaartse rand van de ebdelta geleidelijk hoger wordende zandplaten, die beetje bij beetje verder landwaarts schuiven (Figuur 2.13). Dit proces is op de ebdelta van de Grevelingen en het Haringvliet nog steeds gaande. In de Haringvlietmonding verplaatst de Hinderplaat zich in zuidoostelijke richting en groeit deels boven NAP uit. Langs de kust van Goeree vindt noordgaand zandtransport plaats vanaf de Grevelingen buitendelta. Hierdoor is bij de Kwade Hoek een sterke kustuitbreiding ontstaan. Op de zeer brede stranden vindt de vorming plaats van nieuwe duinen. Elders, vooral in de luwten voor de kust van Voorne, gecreëerd door de Maasvlakte uitbreiding en de Slufter aanleg, vindt vorming van schorren plaats. Een indicatie voor de omvang van de toename aan intergetijdengebied in het mondingsgebied van Grevelingen en Haringvliet na de afsluitingen leveren de ontwikkelingen voor het Haringvliet. Tussen 1970 en 1995 is hier het totale areaal aan intergetijdengebied verdubbeld tot zo'n 1.100 ha (Rijkswaterstaat 1998; Figuur 2.11).

Voor de Oosterschelde is met aanleg van de stormvloedkering de ingaande en uitgaande getijstroming niet geheel weggefallen maar slechts gereduceerd met circa 30%. Dit is voldoende gebleken om de eb- en vloedgeulen op de buitendelta grotendeels in stand te houden. Wel is de stroming parallel aan de kust relatief in belang toegenomen, waardoor noord-zuidgaande geulen zijn gaan uitschuren en de Banjaard (een stelsel van platen) van vorm is veranderd. Een deel van het uitgeschuurd zand is kustlangs verplaatst naar de Grevelingen buitendelta.

Uitzondering op alle veranderingen vormt de buitendelta van de Westerschelde die zijn morfologische karakter grotendeels heeft behouden (Elias & Van der Spek 2017), ondanks grote baggeractiviteiten zowel in het estuarium als op de buitendelta (m.n. de verdieping van de Wielingen).

In het kader van natuurontwikkeling zijn in de jaren negentig van de vorige eeuw in de Haringvlietmonding enkele projecten uitgevoerd die de morfologie van de buitendelta verder hebben beïnvloed. Zo is in de luwte van de Maasvlakte bij de Westplaat een zandrug aangelegd. Door sedimentatie en verstuiving zijn hier stuifdijken ontstaan. Hiernaast is een kleine sluftergeul ('Kleine Slufter') aangelegd, waarbij een eilandje met een laaggelegen sluftervlakte en een paraboolduin ('Het vogeleiland') is ontstaan (Rijkswaterstaat 1998).



Figuur 2.13 Principeschets van morfologische ontwikkelingen op de Voordelta als gevolg van de afsluitdammen (Cleveringa 2008).

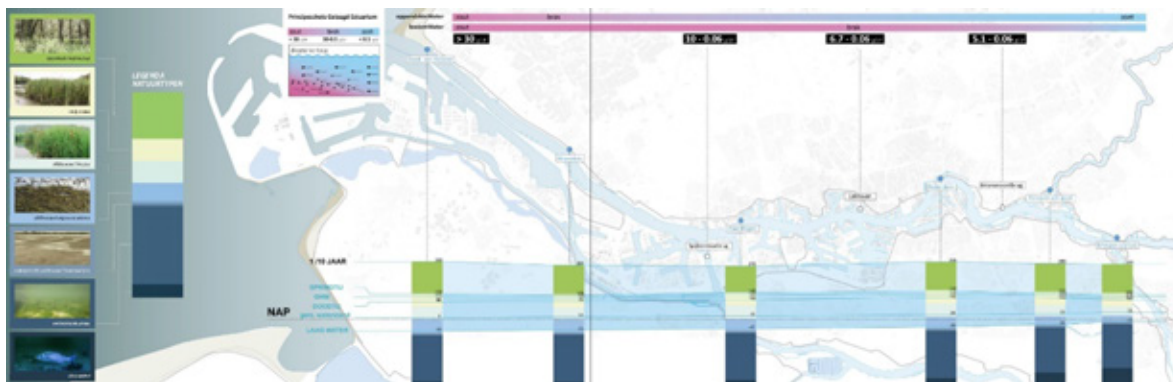
2.2.2 Zeearmen en zoetwatergetijdengebied

De zeearmen vormen als het ware het bloedvatstelsels van de Zuidwestelijke Delta. Zij worden gekenmerkt door een grote verscheidenheid, waarbij – zoals reeds aangegeven in de Inleiding (Hoofdstuk 1) – vijf hoofdwatersystemen zijn te onderscheiden. Alvorens in te gaan op de biodiversiteit (Hoofdstuk 4) geven we hier eerst een beeld van deze wateren met een korte beschouwing over de opgetreden veranderingen in de voorbije eeuw. Van noord naar zuid betreft dit de Rijn-Maasmond, het Haringvliet, de Grevelingen, de Oosterschelde en de Westerschelde.

2.2.2.1 Rijn-Maasmond

Aan het begin van de 20ste eeuw bereikt Rijnwater via de Lek, Merwede, Oude Maas, Nieuwe Maas en het Scheur, uiteindelijk de Noordzee via de Nieuwe Waterweg en de mond van de Brielsche Maas. In 1950 wordt de Brielsche Maas afgedamd ten behoeve van de zoetwatervoorziening en het tegengaan van verzilting; tussen de Brielse Maasdam en een dam in de Botlek, ontstaat het Brielsche Meer – later, in de jaren zestig als onderdeel van de Europoort uitbreiding, vergraven voor de aanleg van het Hartelkanaal. Sinds afsluiting van de Brielsche Maas vormt de Nieuwe Waterweg de enige permanente uitmonding van het Rijnwater.

De Nieuwe Waterweg staat in verbinding met het Haringvliet via het Spui (dat tijdens de stormvloed van 1532 is ontstaan) en met het Hollandsch Diep via de Dordtsche Kil (Rijkswaterstaat 2017). De zeearm staat onder invloed van rivierafvoer maar ook van het getij, wat resulteert in een dynamisch systeem. In de haven van Rotterdam is de getijslag uiteraard afhankelijk van de getijdeperiode (hoog tij versus laag tij) en de afstand tot zee; bij de Erasmusbrug bijvoorbeeld is er een verschil tussen eb en vloed van +1.32 en -0,39 ten opzichte van N.A.P. (zie Figuur 2.14). Afhankelijk van het getijstadium en de mate van rivierafvoer ontstaat er een geleidelijke zoet-brak-zout waterovergang in de zeearm. Bij hoog tij dringt het zoute zeewater vanuit het westen dieper landwaarts het estuarium in dan bij laag tij, en tijdens een hoge rivierafvoer dringt het zoete rivierwater vanuit het oosten dieper zeewaarts het estuarium in dan bij een lage rivierafvoer. Gedurende hoog tij bij een gemiddelde rivierafvoer loopt de zoet water zone (< 0,5 ppt) tot in de Nieuwe Maas, ter hoogte van Rotterdam Brienoord en in de Oude Maas tot bij de afsplitsing naar het Spui. Vanaf dat punt gaat het zeewaarts over in de brak-waterzone (0,5-18 ppt), die tot in de Nieuwe Waterweg loopt, ongeveer tot Brielle, waar de zout-waterzone (> 18 ppt) begint (Figuur 2.14 en 2.15). Gedurende laag tij bij een gemiddelde rivierafvoer verschuift de zoet-brak-water overgang meer naar het westen van de zeearm.



Figuur 2.14 De verschillen tussen springtij en laag water in de verschillende delen van de Rotterdamse haven met een duiding van het zoutgehalte van het water. De kleurenbalk in het onderste deel van de figuur geeft de ligging van de natuurtypen weer, verschillend van opgaand bos (groen) tot diep water (blauw). (Bron: Getijdenpark Nieuwe Maas).

Zeearm	Omschrijving	1900	1950	1990	2016
Nieuwe waterweg	Lek, Merwede, Oude Maas, Nieuwe Maas,	Open	Open	Open	Open
	Scheur, Nieuwe waterweg	Getij	Getij	Getij	Getij
		Zoet-Brak-Zout overgang	Zoet-Brak-Zout overgang	Zoet-Brak-Zout overgang	Zoet-Brak-Zout overgang

Figuur 2.15 Historische ontwikkeling in getijde en zoutgehalte Rijn-Maasmond.

Als het gaat om connectiviteit, hydrodynamiek en saliniteit van de zeearm verschillen de omstandigheden in 1950 niet zoveel van de omstandigheden in 1900. Tot op heden is de Nieuwe Waterweg een open zeearm met een geleidelijke zoet-brak-zout water overgang. Wel is in 1997 de Maeslantkering (een afsluitbare kering) aangelegd.

Als het gaat om fysieke eigenschappen ontstaan in de voorbije eeuw wel ingrijpende veranderingen; ingrijpend, zelfs voor een zeearm die al eeuwen wordt gekenmerkt door grote morfologische verschuivingen. Aan het begin van onze jaartelling drong ter plaatse van de Brielsche Maas een groot zeegat het land binnen, waarlangs Rijn- en Maaswater naar zee werd afgevoerd. De Sint Elizabethsvloed in 1421 bracht ingrijpende veranderingen met zich mee in de loop van de benedenrivieren. Door het ontstaan van de Biesbosch vond het Rijn- en Maaswater, dat aanvankelijk grotendeels langs Vlaardingen stroomde, een uitweg naar zee via de meer zuidelijk gelegen zeegaten Haringvliet en Grevelingen (zie Figuur 2.16). Na 1421 stroomde slechts ongeveer een kwart van de oorspronkelijke hoeveelheid rivierwater door de later Brielsche Maas genoemde zeearm, naar zee

(Rijkswaterstaat 1937). Als gevolg trad hier een versterkt proces van verzanding in werking. In de brede zeearm tussen Maassluis en Brielle ontstonden grote zandbanken, slikken en schorren, waaruit in de 19de eeuw door bedijkingen het eiland Rozenburg ontstond. Daarmee werd de rivierloop in twee evenwijdige geulen gescheiden, het Scheur in het noorden en de Nieuwe of Brielse Maas in het zuiden.



Figuur 2.16 Historische kaart uit 1570 met de 'Biesbos' (rechtsboven) en het palet aan eilanden in de Zuidwestelijke Delta.

Vanwege doorgaande verzanding van de monding werd ten behoeve van de scheepvaart in 1872, de Nieuwe Waterweg voltooid; een rechtstreekse verbinding tussen het Scheur en de Noordzee via doorgraving van het duin en het afdammen van de verbinding tussen het Scheur en de Brielse Maas. De havendammen aan weerszijden van de Waterweg, onderbreken het kustlangse zandtransport en veroorzaken aanzanding tegen de dammen. Aan de zuidzijde van de havendam leidt dat tot een sterke uitbreiding van het strand en duingebied dat bekend stond als De Beer (Figuur 2.18).

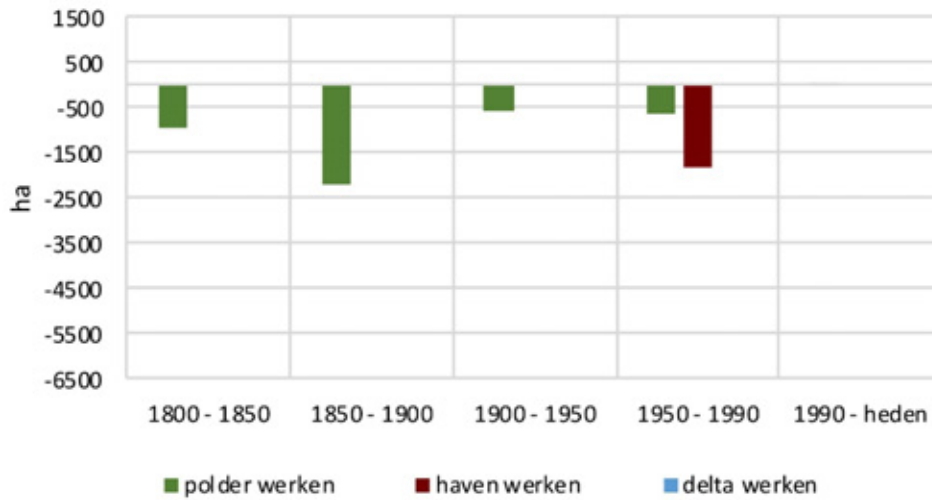
De Brielse Maas behoudt voornamelijk zijn estuariene karakter, maar verliest een groot deel van zijn rivierafvoer. Dat bevordert de omstandigheden voor de afzetting van zand en slib; voor de mond van het afgedamde Scheur treedt een sterke verlanding op,² rond het eiland Rozenburg – gedurende de 19de eeuw zelf ontstaan door een reeks van inpolderingen – neemt in de eerste helft van de 20ste eeuw het areaal slik en schor gestaag toe. Dat areaal gaat echter ook weer verloren door inpoldering en de aanleg van dammen (Figuur 2.17). In 1943 wordt aan de zuidkant van de Beer 385 ha schor en slikgebied ingepolderd. In 1950 dient het 900 m brede schorgebied ten zuiden van Rozenburg,³ als basis voor de Brielse Maasdam die daarmee gelijktijdig het einde inluidt van deze schorren en van het estuariene karakter van de Brielse Maas. Wat zeewaarts van de Brielse Maasdam nog rest aan slik en schor, verdwijnt definitief met de afdamming van het Brielse Gat in 1966. Het Oostvoornse Meer dat hierdoor ontstaat, fungeert vervolgens als een van de belangrijke zandwingebieden voor de aanleg van de Maasvlakte-1 (1965-1970).⁴ Deze havenuitbreiding betekent – nadat tussen 1958 en 1968 het eiland Rozenburg al grotendeels ten prooi was gevallen aan de Europoort uitbreiding – vrijwel het einde van natuurgebied De Beer; van de 1.300 ha duin- en intergetijdengebied in 1935 resteert nog

² http://www.natuurmonumentdebeer.nl/landschap/landschap_topo_188.html.

³ https://nl.wikipedia.org/wiki/Brielse_Maas.

⁴ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Maasvlakte>.

slechts 11 ha (Figuur 2.18).⁵ In 1986 wordt de Maasvlakte-1 aan de zuidwestelijke oever zeewaarts uitgebreid met het 260 ha grote baggerdepot de Slufter; tussen 2008 en 2013 volgt een verder zeewaartse uitbreiding van 2.000 ha met de aanleg van Maasvlakte-2 (zie Par. 2.2.1). In 2011 en 2016 is in het kader van het project 'Deltanatuur' een aantal polders langs de Noord (gezaamenlijk zo'n 150 ha) weer opengesteld voor estuariene invloed.



Figuur 2.17 Verandering in de arealen van het intergetijde- en duingebied in de Rijn-Maasmond sinds 1800, onder invloed van ontwikkelingen in polderareaal, havenuitbreiding en deltawerken.



Figuur 2.18 Ontwikkeling en ondergang van natuurgebied De Beer (Bron: www.topotijdreis.nl).

⁵ [https://nl.wikipedia.org/wiki/De_Beer_\(natuurgebied\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/De_Beer_(natuurgebied)).

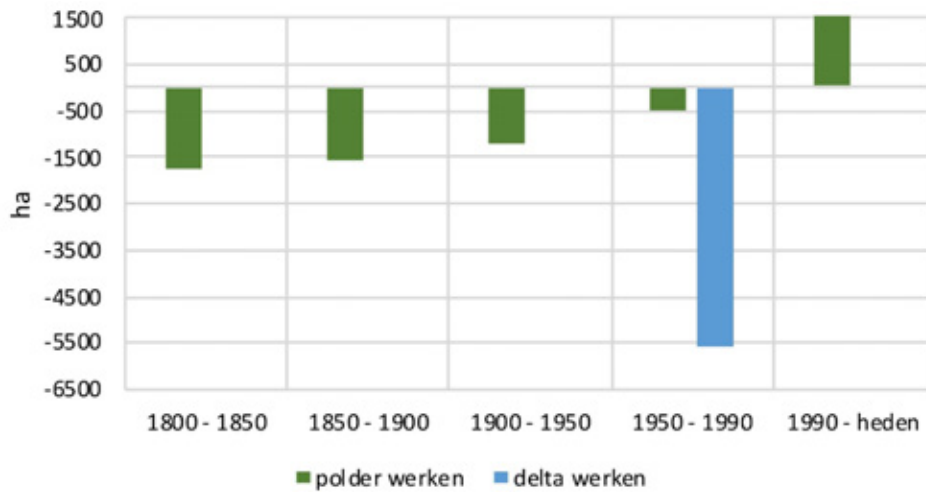
Aan het eind van de 20ste eeuw is de Rijn-Maasmond morfologisch en ecologisch gezien een grotendeels kunstmatige zeearm. Paalvast (2014) schat aan het begin van de 19de eeuw (1835) de totale oppervlakte aan ecotopen met een zacht substraat in de intergetijdenzone langs de Nieuwe Maas, het Scheur en de Brielsche Maas in het huidige Rotterdamse havengebied, op zo'n 4.750 ha; harde substraten nemen slechts 16 ha in beslag. In 2008 is binnen hetzelfde gebied, in de intergetijdenzones het oppervlak met hard substraat ruim het twintigvoudige (338 ha); zacht substraat in de oeverzones is vrijwel verdwenen (17 ha resteert). Verder oostelijk langs de oevers van de Oude Maas, waar tussen 1960 en 1980 een kleine 500 ha aan gorzen en grienden verdween onder een laag Rotterdams havenslib (Strucker 1992), worden nog wel resten van natuurlijke gorzen en grienden aangetroffen (gezamenlijk zo'n 300 ha, aangewezen als Natura 2000-gebied). In Rotterdam wordt inmiddels gekeken naar mogelijke vergroeningsprojecten in, op en langs de rivier onder de titel 'De rivier als Getijdenpark' (Vellema et al. 2015).

2.2.2.2 Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch

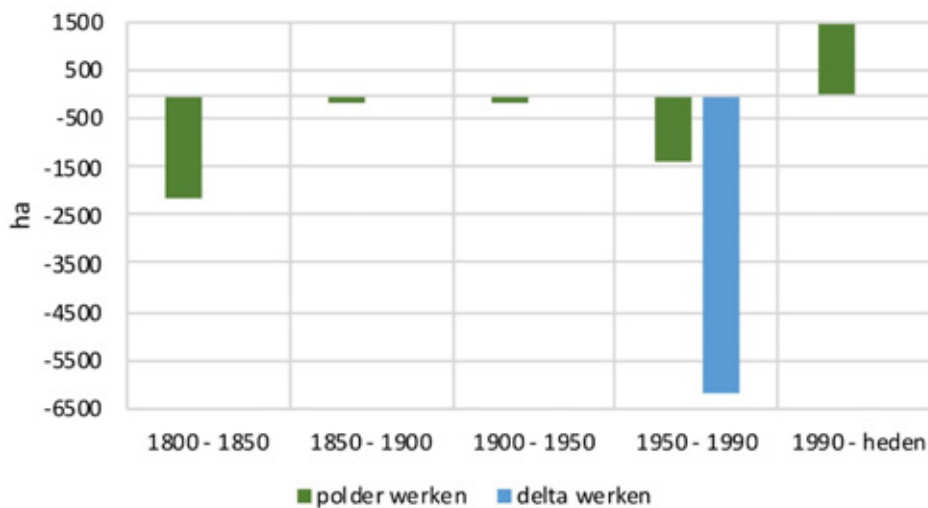
Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch maakten tot 1970 voor de uitvoering van het Deltaplan, nog deel uit van een omvangrijk estuarien gebied (Rijkswaterstaat 1998): tweemaal daags kon de zee vrij in- en uitstromen. Het omvangrijke intergetijdengebied werd periodiek overstroomd. Het getijverschil liep van 1,80 m bij Hellevoetsluis op tot maximaal 2,25 m bij Moerdijk. Het getij vanuit zee en de wisselende afvoer van zoet water door Rijn en Maas zorgden voor een voortdurend wisselend overgangsgebied tussen zout en zoet water. Bij gemiddelde rivierafvoer kwam het overgrote deel van het rivierwater, ongeveer gelijk verdeeld, via het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg in de Noordzee. Onder die omstandigheden was het Haringvliet geheel brak. De overgang naar sterk brak lag dus meestal in zee. Bij zeer grote rivierafvoeren werd zelfs de overgang van zoet naar brak tot in zee teruggedrongen. Bij lage afvoeren in combinatie met vloed daarentegen, kon zwak brak water zelfs doordringen tot Moerdijk en soms zelfs tot in de Brabantse Biesbosch, het oostelijk deel van de Oude Maas en de Lek. Door de instroom van brak water vanuit het Volkerak werd het geleidelijke verloop van het zoutgehalte in het estuarium Haringvliet-Hollandsch Diep, regelmatig onderbroken en genivelleerd.

Als resultaat van het veranderlijke samenspel tussen getij en rivierafvoer en daarmee samenhangende variaties in sedimenttransporten ontwikkelden zich dynamische bodempatronen met omvangrijke zandplaten en slikken in en langs het Haringvliet en Hollandsch Diep, en met name in de Biesbosch. In de watervlakte die hier was ontstaan na de rampzalige Sint-Elizabethsvloed in 1421, kon eeuwenlang het zand en slib aangevoerd door de rivieren, op grote schaal bezinken. Dat leidde in combinatie met het dagelijkse getij tot een zoetwaterdelta en het ontstaan van een uniek zoetwatergetijdengebied met geulen (of killen), platen, slikken en schorren (of gorzen). Wanneer de platen en gorzen hoog genoeg waren opgeslibd, werden ze door de mens in gebruik genomen voor biezene- en rietteelt en hakgrienden. Tenslotte, te beginnen in de 18de eeuw, werden ze heel vaak ingepolderd. In de 19de eeuw verdween door opeenvolgende kleine indijkingen ruim 3.000 ha slikken en gorzen in de Biesbosch; in de 20ste eeuw nog eens gevolgd door 1.400 ha.

Ook langs Haringvliet en Hollandsch Diep waren de buitendijkse gronden in gebruik voor de riet-, biezene- en griendhoutcultuur. En ook hier vonden vanaf de 16e eeuw veel achtereenvolgende indijkingen plaats; na 1800 met name op Goeree en Tiengemetten: in de 19de eeuw in totaal ongeveer 2.400 ha en in de eerste helft van de 20ste eeuw, tot 1975 nog eens zo'n 1.400 ha. Vanaf 2000 ontstaat een kentering en worden in het kader van 'Ruimte voor de Rivier' en 'Deltanatuur', grote delen weer teruggegeven aan de natuur; tot op heden in de Biesbosch zo'n 1.900 ha, langs Hollands Diep en Haringvliet ongeveer 1.500 ha (Figuur 2.19 en 2.20).



Figuur 2.19 Veranderingen in oppervlakte intergetijdegebied (incl. gorzen en grienden) in de Biesbosch sinds 1800, onder invloed van ontwikkelingen in polderareaal en aanleg van de Haringvlietdam.



Figuur 2.20 Veranderingen in oppervlakte intergetijdegebied (incl. gorzen en grienden) langs Haringvliet en Hollands Diep sinds 1800, onder invloed van ontwikkelingen in polderareaal en de aanleg van de Haringvlietdam.

Na aanleg van de Volkerakdam (1969) en de Haringvlietdam (1971) zijn de verbindingen met Grevelingen, Oosterschelde en de Noordzee verbroken. Het Haringvliet heeft zijn estuariene karakter verloren (Rijkswaterstaat 1998): er is geen sprake meer van een zoet-zoutgradiënt en de invloed van getij is vrijwel verwaarloosbaar (Figuur 2.21).

Zeearm	Omschrijving	1900	1950	1990	2016
Haringvliet	Biesbosch, Nieuwe Merwede, Hollands Diep, Haringvliet	Open Getij	Open Getij	Gesloten Beperkt Getij (microtidaal)	Gesloten Beperkt Getij (microtidaal)
		Brak	Brak	Zoet	Zoet

Figuur 2.21 Historische ontwikkeling in getijde en zoutgehalte Haringvliet.

De getijslag bedraagt gemiddeld nog een kleine 0,30 m: de invloed van de resterende open verbinding met de zee via Dordtsche Kil, Spui en Nieuwe Waterweg. Ten behoeve van de scheepvaart werd de gemiddelde waterstand kunstmatig met 0,4 m verhoogd. Dit had direct grote gevolgen voor

geomorfologie en biotopen. Door de verkleinde getijslag en verhoging van de gemiddelde waterspiegel kwam het overgrote deel van het voormalige intergetijdengebied onder water te liggen. In Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch verdween hierdoor ongeveer 4.900 ha intergetijdengebied en zo'n 6.900 ha gorzen en grienden (Rijkswaterstaat 1998; Storm et al. 2006; zie Bijlage 14).

Daarbovenop komen nog de indirecte gevolgen voortvloeiend uit de gewijzigde hydrodynamische omstandigheden. Door de verminderde overstromingsfrequentie van de platen en slikken die boven water blijven liggen, staan deze bloot aan verdroging, versnelde rijping en inklinking. Rietgorzen verruigen. Het vrijwel wegvallen van het getij heeft het dynamische evenwicht tussen waterbeweging en bodemvormen (geulen en platen) verstoord. De afmetingen van de geulen zijn niet aangepast aan de kleinere hoeveelheid water die ze vervoeren. Om de balans te herstellen willen de geulen opvullen. Omdat de Haringvlietsluizen verhinderen dat zand vanuit zee kan worden aangevoerd, en riviersedimentatie vooralsnog grotendeels plaats heeft in het oostelijk deel van het Hollands Diep (Ten Brinke 2004), moet de rest van het bekken zelf in die behoefte aan sediment voorzien: de aanwezige platen en slikken. Deze bron wordt aangesproken door een versterkte erosie: de opbouwende krachten van het getij zijn weggevallen, terwijl de minimale getijslag ertoe leidt dat de afbrekende krachten van golven versterkt hun werk kunnen doen binnen een geconcentreerde, smalle zone. Dit alles heeft ertoe geleid dat de biezen- en rietgebieden na de afsluiting in een tijdsbestek van tien jaar vrijwel volledig verloren zijn gegaan. Ook plaat- en slikgebieden kalven af met snelheden die in de beginjaren op sommige plaatsen 5 tot 20 meter per jaar bedragen.

Tenslotte hangt een belangrijk laatste indirect effect van de afsluiting nauw samen met de afname van stroomsnelheden (een groot deel van het jaar is het bekken semi-stagnant; zelfs bij zeer hoge rivierafvoer zijn de stroomsnelheden gering). Het gevolg is sedimentatie van rivierslib waarmee de geulen verder opvullen. Vooral in de jaren 1970-1975, toen Rijn en Maas ernstig vervuild waren, heeft de afzetting van verontreinigd slib geleid tot omvangrijke bodemverontreiniging met zware metalen, PAK's, PCB's en bestrijdingsmiddelen. Direct na voltooiing van de Haringvlietsluizen vond deze sedimentatie vrijwel uitsluitend plaats in het meest oostelijke deel van het Hollandsch Diep. Maar naarmate dit deel verder opgevuld raakt, verplaatst de sedimentatie zich als een front, westwaarts. Door deze voortgaande sedimentatie wordt – nadat door saneringsmaatregelen de kwaliteit van het rivierwater sterk is verbeterd – in het verleden afgezet verontreinigd sediment nu op verschillende plekken bedekt met schoner rivierslib en vindt een geleidelijke verbetering plaats in de kwaliteit van de toplaag van de waterbodem (Rijkswaterstaat 1998; Ten Brinke 2004). Door de omvang van het bekken zal een nieuw morfologisch evenwicht nog enkele eeuwen vergen.

Om de negatieve gevolgen van de afsluiting tegen te gaan zijn in de loop der jaren verschillende maatregelen genomen. Allereerst is tegen de erosie van platen en slikken, in de tachtiger en negentiger jaren totaal zo'n 75 kilometer oeverbeschermingen aangelegd langs de Oude Maas, het Haringvliet en Hollandsch Diep en ook in de Biesbosch. Vrijwel overal gebeurde dat in de vorm van stortstenen dammen op een afstand van enkele tientallen meters van de oever. De erosie is hiermee tot staan gebracht (Storm et al. 2006).

Toegenomen stroomsnelheden in het Spui en Dordtse Kil na afsluiting van het Haringvliet, hebben geleid tot een versnelde erosie van de rivierbodem waardoor op sommige plekken tientallen meters diepe erosiekuilen zijn ontstaan. Om het gevaar van dijkverzakkingen tegen te gaan zijn hier vanaf 2010 op grote schaal steenbestortingen aangebracht.

Om het verlies aan plaat en slikgebieden te compenseren is in de jaren negentig van de vorige eeuw een groot aantal natuurontwikkelingsprojecten gestart. De Slijkplaat is met zand verhoogd, bij de Plaat van Scheelhoek, het Quackgors en de Ventjagerssplaten zijn (vogel)eilandjes opgespoten, bij het Spuigors zijn natuurvriendelijke oevers aangelegd en bij de Hoogelandsche Gorzen is zand gesuppleerd in combinatie met vooroeververdedigingen (Rijkswaterstaat 1998). Als jongste wordt in 2018 het vogel- en viseiland Blik aangelegd.

In het kader van de projecten 'Deltanatuur'⁶ en 'Ruimte voor de Rivier' is vanaf 2000 in een reeks van grote en kleine polders de estuariene dynamiek hersteld. Zo is op het eiland Tiengemeten in 1997 begonnen met het omzetten van 700 ha akkerbouwgrond in natuurgebied⁷ en is in inmiddels in de Biesbosch ongeveer 1.900 ha voormalig polderland aan de natuur teruggegeven. Onderdeel daarvan vormt de Noordwaard in de Brabantse Biesbosch waar (in 2012) de Merwede – om bij grote rivieraanvoer de waterstand bij Gorinchem te verlagen – een extra stroomgebied heeft gekregen, dwars door de polder (Figuur 2.22). Van de 1.640 ha ingepolderde landbouwgrond is 1.000 ha ingericht als doorstroomgebied. Bovendien is het krekensysteem teruggebracht in de staat die aan het begin van de vorige eeuw bestond, waardoor 400 ha onder invloed van het zoetwatergetijde komt.^{8, 9}



Figuur 2.22 Grootschalige natuurontwikkeling in de Noordwaard van de Brabantse Biesbosch (Foto Joop van Houdt, Beeldbank.rws.nl).

In 2018 zouden, zoals hiervoor al aangegeven, de Haringvlietsluizen naar een besluit van de regering op een kier worden gezet (Kierbesluit). Trekvissen, zoals Atlantische zalm en Zeeforel, kunnen dan de sluisen weer passeren richting hun paaigebieden, die stroomopwaarts liggen, maar het plan is tot op heden niet tot uitvoer gebracht.¹⁰

2.2.2.3 Grevelingen en Krammer Volkerak

Tot 1964 vormden de Grevelingen en het Krammer-Volkerak een estuarien getijdeland met uitgestrekte platen, slikken en schorren. Getijstroming bracht zout Noordzeewater binnen via de Grevelingenmond en aan landwaartse zijde vanuit de Oosterschelde, via de verbinding met het Keeten, het Mastgat en het Zijpe; zoetwater van de Rijn en Maas werd aangevoerd via het Volkerak vanuit het Hollandsch Diep. Tussen Volkerak en Grevelingen bestond een grote zoet-zoutgradiënt, in het Volkerak was sprake van een uniek brakwatergetijdengebied.

⁶ <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/groen/groen-index/groenprojecten/deltanatuurgebieden>.

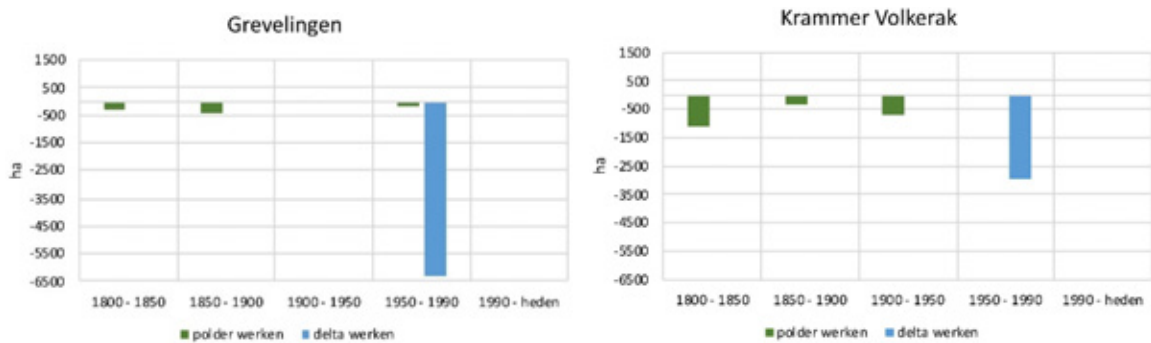
⁷ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Tiengemeten>.

⁸ <https://www.deingenieur.nl/artikel/noordwaard-wordt-doorstroompolder>.

⁹ <https://www.ruimtevoorderivier.nl/project/ontpoldering-noordwaard>.

¹⁰ <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/haringvliet-haringvlietsluizen-op-een-kier/index.aspx>.

De dynamiek van getij, golven en rivierafvoer zorgde voor een dynamisch landschap met voortdurend veranderende geulpatronen, platen, slikken en schorren. Vanaf de 13de eeuw vindt inpoldering plaats van voldoende hoog opgeslibde slikken en schorren. In de 19de eeuw werd in Grevelingen en Krammer-Volkerak zo'n 2.100 ha slik en schor omgezet in polderland; in de eerste helft van de 20ste eeuw nog eens gevolgd door een kleine 900 ha (Figuur 2.23).



Figuur 2.23 Veranderingen in oppervlakte intergetijdengebied in Grevelingen (A) en Krammer-Volkerak (B) sinds 1800, onder invloed van inpolderingen en aanleg van deltadammen.

In 1965 wordt door de bouw van de Grevelingendam, de Grevelingen afgesloten van Krammer-Volkerak en Oosterschelde en daarmee ook van rivierinvloeden. Er komt alleen nog zoutwater via de monding binnen, waardoor de zoet-zout gradiënt verdwijnt en er een open zeearm met getij ontstaat. In 1971 volgt volledige afsluiting van de zee door aanleg van de Brouwersdam en ontstaat een geïsoleerd zoutwatermeer zonder getij: het Grevelingenmeer. Het meer blijft zout door de aanleg van een doorlaatmiddel in de Brouwersdam in 1978, waardoor geringe uitwisseling van water met de Noordzee mogelijk is (Figuur 2.24).

Zeearm	Omschrijving	1900	1950	Omschrijving	1990	2016
Grevelingen	Volkerak, Krammer, Grevelingen	Open	Open	Grevelingen meer	Gesloten	Gesloten
		Getij	Getij		Stagnant	Stagnant
		Brak	Brak		Zout	Zout
				Volkerak Zoommeer	Gesloten	Gesloten
					Stagnant	Stagnant
					Brak	Brak

Figuur 2.24 Historische ontwikkeling in getij en zoutgehalte Grevelingen (met Krammer-Volkerak).

Het Krammer-Volkerak wordt, na ont koppeling van de Grevelingen in 1965, met de bouw van de Volkerakdam in 1969, ook afgesloten van het Hollands Diep. Getij-invloed via de Oosterschelde en zoetwaterinstroom via de Volkeraksluizen blijven echter vooralsnog aanwezig. Het estuariene karakter van Krammer-Volkerak verdwijnt pas volledig nadat aanleg van de Philipsdam in 1987, de verbinding met de Oosterschelde te niet heeft gedaan. Het gebied maakt dan intussen deel uit van het Volkerak-Zoommeer dat is ontstaan door de aanleg van het Schelde-Rijnkanaal (1975), en van de Markiezaatskade (1983) en de Oesterdam (1986) in de kom van de Oosterschelde. Het Volkerak-Zoommeer verzoet relatief snel door aanvoer van water vanuit Brabantse rivieren, afwatering vanuit Flakkee en inlaat van Hollands Diep water. Het Volkerak-Zoommeer verandert hierdoor in een stagnant zoet (tot zeer licht brak) watermeer (Ysebaert et al. 2013b).

De abrupte overgang van een situatie met een verschil tussen hoog- en laagwater van 2,45 m, naar een stagnant waterpeil op een niveau van -20 cm NAP, heeft een rechtstreekse invloed op het getijdenlandschap. Een groot deel van de platen en slikken komt permanent onder water te staan; een ander deel ligt voortaan permanent droog. Schattingen van het totale areaal aan platen, slikken en schorren in Grevelingen en Krammer Volkerak dat hiermee is verdwenen, komen uit op ongeveer 9.000 ha (DMBD 1980; Withagen 2000; Kreveld & Van Winden 2007; Smaal & Wijsman 2014; Figuur 2.23 en Bijlage 14).

De kale zandplaten en slikken raken al snel begroeid, maar staan in de eerste jaren na afsluiting bloot aan verstuiving door de wind. Om dat tegen te gaan worden aanvankelijk stuifschermen gebruikt en delen van de platen ingezaaid. De resultaten daarvan doen zich nog kennen in reliëfverschillen. Door fysieke rijping van de kleirijke bodems op de slikken treedt een verlaging op van het maaiveld. In het voormalige schorregebied van de Slikken van Flakkee wordt tussen 1972 en 1977 een verlaging gemeten van 10 cm. Een veel groter invloed echter heeft hier de mens, door ter wille van de landbouw, op grote schaal het voormalige schor te nivelleren (DMBD 1980).

Na het droogvallen staan platen en slikken bloot aan een verhevigde erosie. De opbouwende krachten van het getij zijn niet meer aanwezig en het stagnante waterpeil zorgt voor een constante golfaanval in eenzelfde dieptezone. In de Grevelingen ligt de eerste vijf jaar na afsluiting, de achteruitgang op de platen en slikken tussen de 10 en 40m. Om deze erosie tegen te gaan zijn in de jaren zeventig van de vorige eeuw rond vrijwel alle platen in de Grevelingen, over een totale lengte van ruim 40 km, grinddammen aangebracht die de golven breken op enkele tientallen meters afstand van de plaat/slikranden (DMBD 1977, 1980).

De lessen uit de Grevelingen hebben ertoe geleid dat in het Krammer-Volkerak al voor de afsluiting, tientallen kilometers vooroeververdediging zijn aangelegd om erosie van plaat en slik tegen te gaan. Tevens zijn in de jaren negentig, om de ontwikkeling van oevers te bevorderen, in het Volkerak een 40-tal eilandjes aangelegd met een totaal oppervlak van 120 ha (Tosserams 2000; Van Kreveld & Van Winden 2007). Ter bevordering van de recreatie zijn in de Grevelingen, in dezelfde periode een drietal recreatie eilanden opgespoten: Ossehoek, Archipel en Mosselbank.

Het stilstaande karakter van het zoute water in de Grevelingen en het zoete water in het Volkerak-Zoommeer, heeft naar verloop van tijd, problemen doen ontstaan met de waterkwaliteit en natuur. Voor de Grevelingen is het probleem zuurstofloosheid, vooral in de diepere delen van het meer. Het speelt met name in de zomer en wordt veroorzaakt doordat de onderste koude waterlaag niet goed mengt met de bovenste laag, waardoor organisch materiaal dat hier neerdaalt, gaat rotten. Dit zorgt voor een tekort aan zuurstof met als gevolg schade aan bodemleven, vissen en vervolgens ook de dieren die daarvan leven (Lengkeek et al. 2007). Op de bodem vormen zich inmiddels witte matten van zwavelbacteriën die het laatste restje zuurstof verbruiken en daarmee het afbraakproces versnellen. Het water van de Grevelingen is wel zeer helder, in tegenstelling tot het Volkerak-Zoommeer waar in het zoete, voedselrijke water dat de rivieren aanleveren steeds meer blauwalgen zijn gekomen (*Microcystis*; Verspagen et al. 2006). Deze giftige zoetwateralgen vertroebelen het water en zijn schadelijk voor mens en dier, wat negatieve gevolgen met zich meebrengt voor recreatie, visserij en de levering van zoet water aan de landbouw (Rijkswaterstaat 2014).

In 2018 heeft de regering het besluit genomen voor de aanleg van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam om daarmee de waterkwaliteit van het Grevelingenmeer te verbeteren. Tegelijkertijd zou dan het in- en uitstromende water gebruikt kunnen worden voor het opwekken van innovatieve, duurzame getijdenenergie.¹¹

2.2.2.4 Oosterschelde, Veerse Gat en Markiezaatmeer

De Oosterschelde speelt een centrale rol binnen het samenhangende, open estuariene systeem van de zuidwestelijke delta aan het begin van de vorige eeuw. Weliswaar heeft de aanleg van de Kreekrakdam (1867) en van de Sloedam (1871) op de geleidelijk hoog opgeslibde slikken, de verbinding met de Westerschelde definitief verbroken, met alle andere zeearmen en met de Noordzee bestaat dan nog een open contact. In het mondingsgebied met het Veerse Gat, meer landwaarts met de Zandkreek, via Keeten, Mastgat en Zijpe met de Grevelingen en meer noordelijk, via het Krammer-Volkerak met het Haringvliet en Hollandsch Diep. De dynamische veranderingen in de Oosterschelde gedurende de navolgende periode vormen een illustratie van zowel de grootschalige samenhang tussen de open zeearmen, als van de tijdsduur die natuurlijke aanpassingen met zich meebrengen.

Omstreeks 1900 was er in de Oosterschelde sprake van een verbreding van de monding en verdieping van de geulen in het bekken. Dit proces was al eeuwen eerder op gang gekomen en wordt voor een

¹¹ www.zwdelta.nl/projecten/getijdencentrale-brouwersdam.

belangrijk deel verklaard als een aanpassing aan de abrupte toename van het getijvolume in de Oosterschelde met minstens 50%, als gevolg van de dramatische stormvloedramp van 1530 (Van den Berg 1986). Het omvangrijke landverlies dat hierbij optrad in de kom van de Oosterschelde, zorgde voor een extreme toename in de komberging. De grotere hoeveelheid water die per getij nodig is om het bekken te vullen, vraagt grotere geulen en verklaart de optredende aanpassingen.¹²

De geleidelijke verdieping van de Oosterschelde zorgde ervoor dat de getijgolf makkelijker en verder kon binnendringen. Via het Zijpe drong de getijgolf vanuit de Oosterschelde, steeds verder door naar het noorden. Dit effect werd nog versterkt door de verdere stroomlijning als gevolg van de doorgraving van de Amer – Bergsche Maas (1904), de verruiming van de Nieuwe Merwede tussen 1920 en 1930 en de stroomgeleidingsdam in het Hellegat (1930). Rond 1960 ging in het Zijpe bij vloed meer water naar het noorden dan bij eb werd teruggevoerd; in Grevelingen en Haringvliet daarentegen was de situatie precies omgekeerd. Bij gevolg drongen slechts kleine hoeveelheden rivierwater tot de Oosterschelde zelf door. De Oosterschelde is grotendeels zout; in het Keeten, het Mastgat en het Zijpe (overgang naar de Grevelingen) is een sterk brak-waterzone.

De groeiende invloed van het Oosterscheldegetij in het Krammer-Volkerak, ging ten koste van de Grevelingen. Nam het getijvolume in de Oosterschelde gedurende de eerste helft van de vorige eeuw verder toe, in de Grevelingen nam het af. Ook de morfologische reactie die hierop volgt, is tegengesteld; de Oosterschelde verruimt verder, terwijl in de Grevelingen sedimentatie overheerst (tussen 1872 en 1966 geschat op netto 30 miljoen m³; Haring in Van den Berg 1986). De samenhang tussen de ontwikkelingen in de zeearmen en de buitendelta's komt tot uiting in de reacties op de veranderende getijvolumes: de afname van het getijvolume in de Grevelingen wordt na 1933 zichtbaar in een geleidelijke erosie van de buitendelta, de toename in de Oosterschelde daarentegen in een verdere groei van zijn buitendelta. Van den Berg (1986) tekent daarbij aan dat de groei van de Oosterschelde buitendelta tussen 1965 en 1983 nog is getemperd door grootschalige zandwinning in Oosterschelde en Volkerak gedurende deze periode (geschat op een kleine 100 miljoen m³). De aanleg van de Grevelingendam (1965) en Volkerakdam (1969) leidt in de Oosterschelde aanvankelijk nog tot een versterking van voornoemde processen doordat opnieuw het getijvolume in de Oosterschelde met enkele procenten toeneemt. De bouw van de Oosterscheldedam vanaf de jaren tachtig zorgt voor een radicale omkering.

Voltooiing van de Oosterscheldekering in 1986 en van de Philipsdam en Oesterdam in 1987, sluit de zeearm definitief af van rivierwaterinvloeden (Figuur 2.25) en, bovenal, veroorzaakt een trendbreuk in het samenspel van de landschapsvormende krachten getij, golven en sedimenttransport. Weliswaar blijft in tegenstelling tot Haringvliet en Grevelingen, getij-invloed behouden, de Oosterscheldewerken samen leiden tot een reductie van het getijvolume met 30% en een afname van het getijverschil met 10%. Dit zet morfologische aanpassingen in gang die volledig tegengesteld zijn aan de processen uit het verleden.

Zeearm	Omschrijving	1900	1950	Omschrijving	1990	2016
Oosterschelde	Oosterschelde, Zandkreek, Veerse Gat	Open Getij	Open Getij	Veerse meer	Gesloten Beperkt Getij (microtidaal)	Gesloten Beperkt Getij (microtidaal)
		Zout	Zout		Zout	Zout
				Oosterschelde	Half open Getij Zout	Half open Getij Zout

Figuur 2.25 Historische ontwikkeling in getijde en zoutgehalte van de Oosterschelde.

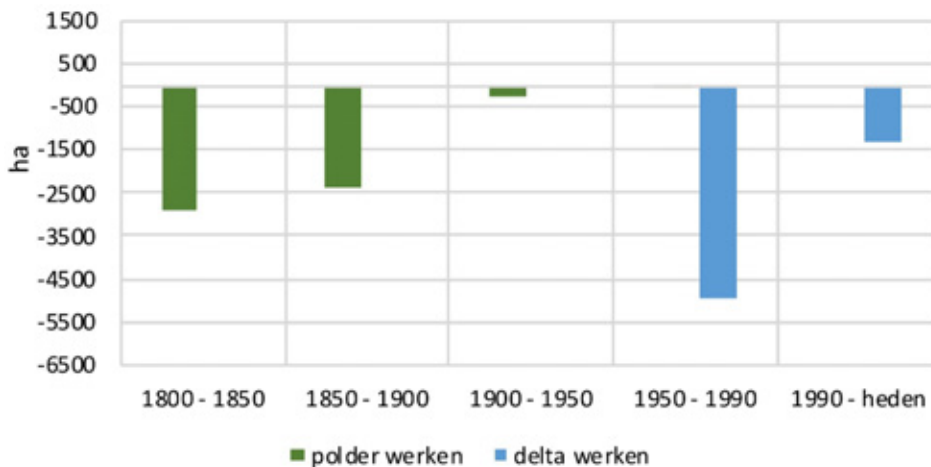
Bij toenemende getijvolumes is voldoende getij-energie aanwezig om diepe geulen uit te ruimen die de grotere watervolumes kunnen vervoeren, en om het geërodeerde zand af te zetten op de buitendelta en op zandplaten binnen het bekken. Algemeen is dan sprake van dieper wordende geulen, een uitbouwende buitendelta en groeiende platen; overeenkomend met het beeld van de

¹² Een vergelijkbaar proces trad in werking in Haringvliet en Hollands Diep als reactie op de Elizabethsvloed van 1421.

Oosterschelde voor 1980.¹³ Bij afnemend getijvolume stroomt minder water door geulen die nog zijn aangepast aan veel grotere volumes, waardoor de stroomsnelheden afnemen, condities ontstaan voor sedimentatie en geen getij-energie meer over is om buitendelta's of platen te laten groeien. Tegelijkertijd is de golfenergie onveranderd, waardoor erosie op buitendelta en platen gaat domineren. De omliggende platen leveren het zand voor het opvullen van de geulen. Een verschijnsel dat wel wordt aangeduid als 'zandhonger' en dat ook als verklaring geldt voor de plaat- en slikerosie in de eerder volledig afgesloten zeearmen als Haringvliet en Grevelingen.

Sinds 1987 zijn de veranderde stromingscondities in de Oosterschelde verantwoordelijk voor een afname van het areaal intergetijdengebied met ongeveer 60 ha per jaar. Omstreeks 2010 is inmiddels ongeveer 1.300 ha platen en slikken verdwenen (De Ronde et al. 2012; Figuur 2.26), waarmee het in 1986 nog aanwezige totale areaal van 10.900 ha met 12% is afgenomen. De erosie van het intergetijdengebied heeft niet alleen gevolgen voor de totale oppervlakte, maar ook voor de vorm. Het reliëf van platen en slikken neemt af, er treedt een algehele vervlakking op. Dit heeft als gevolg dat de gemiddelde droogvalduur van de platen – belangrijk voor de foerageermogelijkheden van vogels –, sinds gereedkomen van de werken met ongeveer één uur is afgenomen (De Ronde et al. 2012). Zonder tegenmaatregelen zullen deze ontwikkelingen doorzetten. Daarom zijn inmiddels verschillende initiatieven ontplooid om de achteruitgang van platen en slikken te stoppen: een succesvolle proef met zandsuppletie op de Galgeplaat (2007; zie Schaap 2012), plannen voor een zandsuppletie op de Roggenplaat¹⁴ (2018), proeven met oesterriffen¹⁵ als erosiebescherming (2009 / 2010), versterking van de Oesterdam door de aanleg van een zandig voorland (2012)¹⁶ en een verkenning van mogelijkheden om ook elders in de Oosterschelde benodigde dijkversterkingen te combineren met het scheppen van intergetijdengebied in de vooroever (Veraart et al. 2016).

In het verleden was inpoldering de oorzaak van het verdwijnen van grote delen slikken en schorren langs de Oosterschelde. Dat begint al in de 13de eeuw en zet zich de volgende eeuwen voort. In de 19de eeuw wordt langs de Oosterschelde en in het Veerse Gat gezamenlijk een kleine 5.300 ha ingepolderd; tussen 1900 en 1960 komt daar nog eens bijna 350 ha bij. De aanleg van de verschillende deltadammen in de kom van de Oosterschelde en bij de afsluiting van het Veerse Gat, zorgen voor een abrupte verdere afname van het areaal intergetijdengebied, zoals hieronder wordt beschreven (Figuur 2.26).



Figuur 2.26 Veranderingen in oppervlakte intergetijdengebied in Oosterschelde en Veerse Gat sinds 1800, onder invloed van inpolderingen en aanleg van Zandkreek- en Veerse Dam, Markiezaatskade, Oesterdam en Oosterscheldekering.

¹³ Hierbij moet wel worden aangetekend dat kwantitatieve gegevens over de plaatontwikkeling in de Oosterschelde voor 1980, grotendeels ontbreken. Het conceptuele model van verdiepende geulen en hoger wordende platen, gestuurd door een toename in het getijvolume, wordt echter wel door data bevestigd in de Westerschelde.

¹⁴ <https://www.wur.nl/nl/project/Roggenplaat-suppletie-1.htm>

¹⁵ <https://www.ecoshape.org/nl/projecten/oesterriffen/>

¹⁶ https://www.zeeweringenwiki.nl/wiki/index.php/Oesterdam:_beslissing_nemen_tot_versterking_VN

In 1960 werd, als eerste onderdeel van de deltawerken, de Zandkreek van de Oosterschelde afgesloten, in het jaar daarop gevolgd door de afsluiting van het Veerse Gat (Zandkreekdam, 1960; Veerse Gatdam, 1961); de geboorte van het Veerse Meer. In dit stagnante meer waar het getij is verdwenen, komt om en nabij de 2.750 ha platen, slikken en schorren permanent droog te liggen of permanent onder water te staan (De Bruin & Wilderom 1961; DMBD 1976; Withagen 2000). In deze gebieden treden dezelfde veranderingen op die eerder werden beschreven in Haringvliet en Grevelingen: door het vaste waterpeil concentreert zich de golfaanval in eenzelfde zone, platen en slikken eroderen sterk. Om dat tegen te gaan worden met stortstenen vooroeververdedigingen aangebracht. Midden jaren zeventig bedraagt de totale lengte langs de verschillende eilanden (voormalige platen) en vooroevers zo'n 26 km (DMBD 1977).

Ten behoeve van de waterberging wordt in het Veerse Meer in de winter het waterpeil ten opzichte van het zomerpeil verlaagd (NAP -0,7 m). Het aanvankelijk zoete meer vertoont al vrij snel kwaliteitsproblemen. Door het stilstaande water ontstaat een gelaagde waterkolom met zuurstofloosheid aan de bodem (Withagen, 2000). Door de overslag van voedselrijk polderwater ontstaan problemen met een overmatige groei aan Zeesla en een algehele teruggang van de waterkwaliteit (Nolte, 2002). Om deze problemen het hoofd te kunnen bieden wordt in 2004 de 'Katse Heule' in de Zandkreekdam geopend. Deze doorlaat zorgt ervoor dat er meer doorstroming en circa 20 cm getij ontstaat en de waterkwaliteit verbetert. Het meer is weer zouter geworden en het zuurstofgehalte in de diepere delen is verhoogd. Het Veerse Meer is nu een stilstaand (microtidaal) zoutwatermeer.

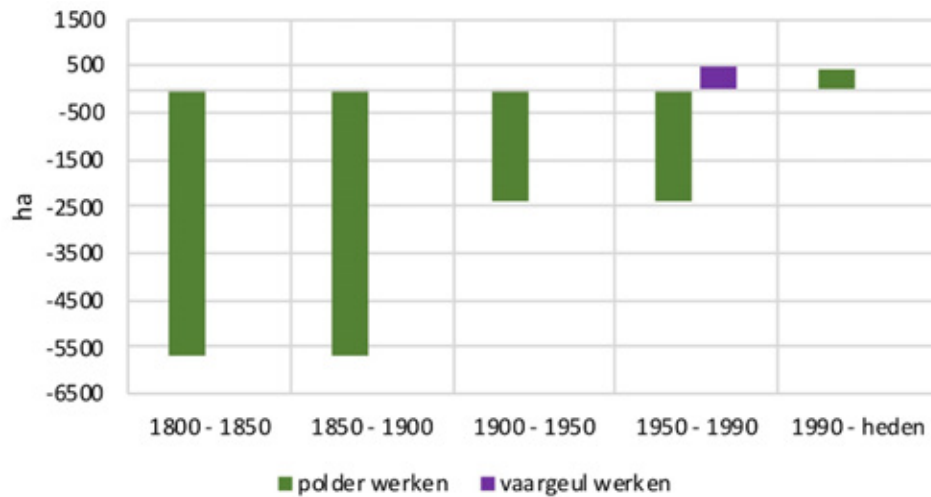
In het zuidoostelijk deel van de Oosterschelde, de zogenaamde Kom, werd in 1983 de Markiezaatskade aangelegd, in 1987, parallel hieraan, gevolgd door de Oesterdam. Door deze verkleining van de Oosterschelde werd ten dienste van de schelpdiercultuur het getijverschil in de Kom voldoende groot gehouden en ontstond tussen kade en dam een getijvrij Schelde-Rijnkanaal en Zoommeer. Hierbij verdween in het Zoommeer naar schatting zo'n 400 ha intergetijdengebied (Figuur 2.26 en Bijlage 14).

Het Markiezaat van Bergen-op-Zoom werd van de Oosterschelde afgescheiden en omgevormd tot het Markiezaatsmeer. Het oorspronkelijke landschap was een rijk en dynamisch gebied met getijverschillen tot wel 5 m, waar bij laagwater grote oppervlakten slikken en platen droogvielen. Door de afscheiding verdween 380 ha schorren en 1.450 ha intergetijdengebied (Baaijens et al. 1980; Figuur 2.26) en ontstond een brakwatermeer, dat steeds verder verzoet, met vooral aan de zuidkant uitgestrekte permanent drooggevallen, verruigde schorren. Het gebied wordt gekenmerkt door vele overgangen: van nat naar droog, van zoet naar zout, van voedselarm naar voedselrijk en van kaal naar begroeid. Juist door die overgangen komen veel verschillende vogels op het gebied af (Provincie Noord-Brabant 2014).

2.2.2.5 Westerschelde

Aan het begin van de 20ste eeuw is de Westerschelde een open estuarium dat landinwaarts in België aansluit op het zoetwatergetijdengebied van de Zeeschelde. Door menselijk toedoen – afdamming van het Kreekrak (1867) en van het Sloe (1871) – kent het geen verbinding meer met de andere zeearmen in de zuidwestelijke delta. Een grote menselijke invloed is een constante in de geschiedenis van de Westerschelde.

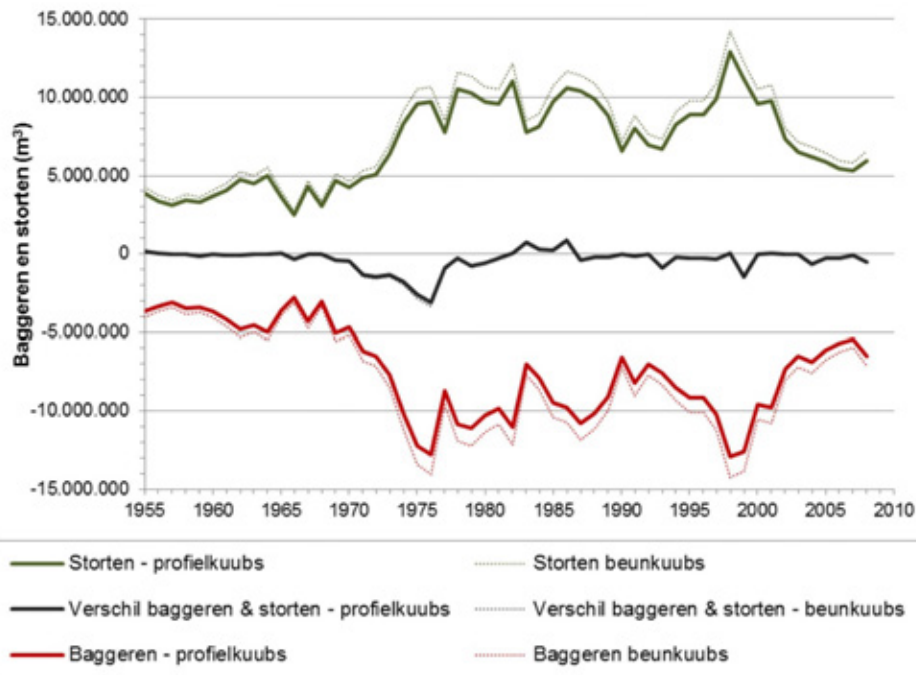
Nog omstreeks het jaar 1000 was de Westerschelde voornamelijk een zoetwaterveengebied. Daarna brak de zee in en rukte geleidelijk oostwaarts op, totdat deze in de vijftiende eeuw de Schelde bereikte en de Westerschelde ontstond. Deze ontwikkeling werd gestuurd door de zeespiegelstijging, hoge vloed en overstromingen; de laatste vooral ook door falend dijkonderhoud en turfwinning en ontwatering ten dienste van landbouw, met als gevolg verlaging van het maaiveld en toenemende kwetsbaarheid. Zeer omvangrijke militaire inundaties in de 16de eeuw zorgden voor een verdere toename van de komberging in de zeearm, leidend tot grotere stroomsnelheden en de uitruiming van steeds grotere geulen. Het grote en brede Westerschelde-estuarium dat op deze wijze ontstond, omzoomd met uitgestrekte platen, slikken en schorren, werd vooral vanaf de zeventiende eeuw geleidelijk weer verkleind door inpolderingen (Lases & De Kraker 2009). Nog in de 19e eeuw werd ruim 11.000 ha en in de vorige eeuw nog eens bijna 4.750 ha schor en slik omgezet in polderland (Figuur 2.27).



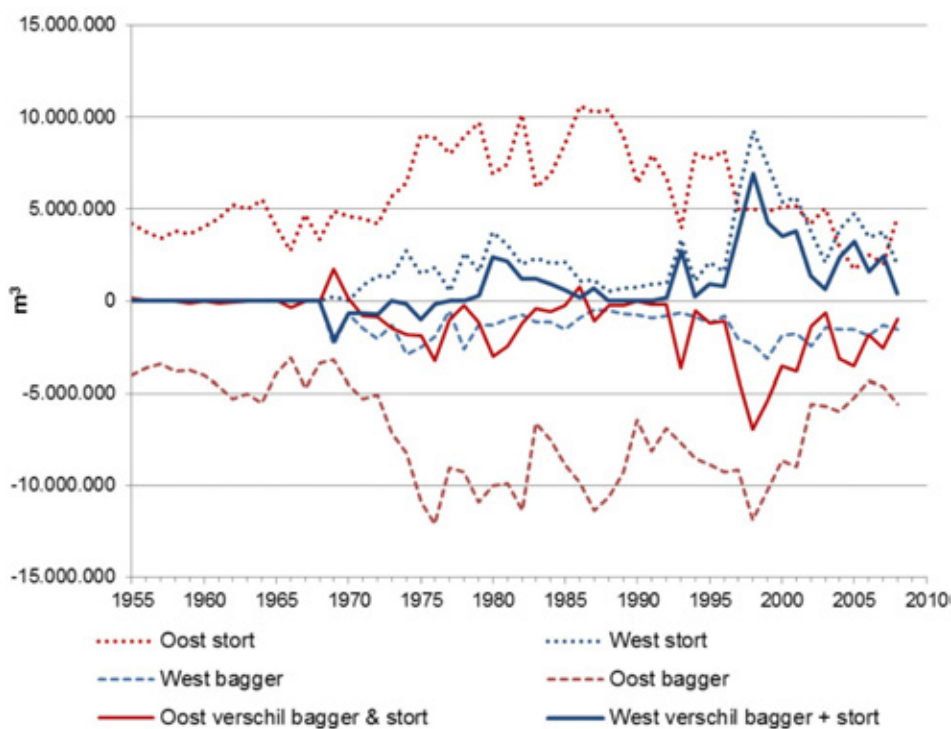
Figuur 2.27 Veranderingen in oppervlakte intergetijdegebied in Westerschelde sinds 1800 onder invloed van ontwikkelingen in polderareaal en vaargeulonderhoud.

Zo blijft ook na 1900 de mens een belangrijke rol spelen in de ontwikkelingen binnen het estuarium. Van doorslaggevende betekenis echter wordt dan het belang van de scheepvaart naar Antwerpen. Dat belang zorgt erin de jaren vijftig voor dat in de plannen voor de Deltawerken, de Westerschelde als enige zeearm in de zuidwestelijke delta, een open verbinding houdt met de zee. Maar het toegankelijk houden van de Antwerpse zeehaven in het dynamisch estuariene landschap met voortdurende bewegende platen en geulen, vraagt ook in toenemende mate een inspanning om de vaargeul voldoende diep en breed te houden. Sinds 1895 wordt er permanent gebaggerd in de Schelde om de vaargeul te onderhouden. De allereerste baggerwerken in het Nederlandse gedeelte van de Westerschelde vonden in 1923 plaats op de drempel van Bath. Het onderhoudsbaggerwerk zet zich in de navolgende jaren voort. De groeiende afmetingen van de zeeschepen nopen vervolgens vanaf de jaren zeventig tot een permanente verruiming van de Westerschelde; na een eerste verruimingsactie tussen 1970 en 1975, een tweede in 1997-98 en een derde tussen 2007 en 2010, laat de vaargeul overal schepen toe met een diepgang van maximaal 13,10 m. Deze diepte wordt door onderhoudsbaggerwerk op peil gehouden (Kornman et al. 2002). Het vrijkomende sediment uit de vaargeul wordt grotendeels elders in het estuarium, in kleinere nevengeulen weer gestort. De hoeveelheden schommelen tussen de 5 en 10 miljoen m³ per jaar (Figuur 2.28).

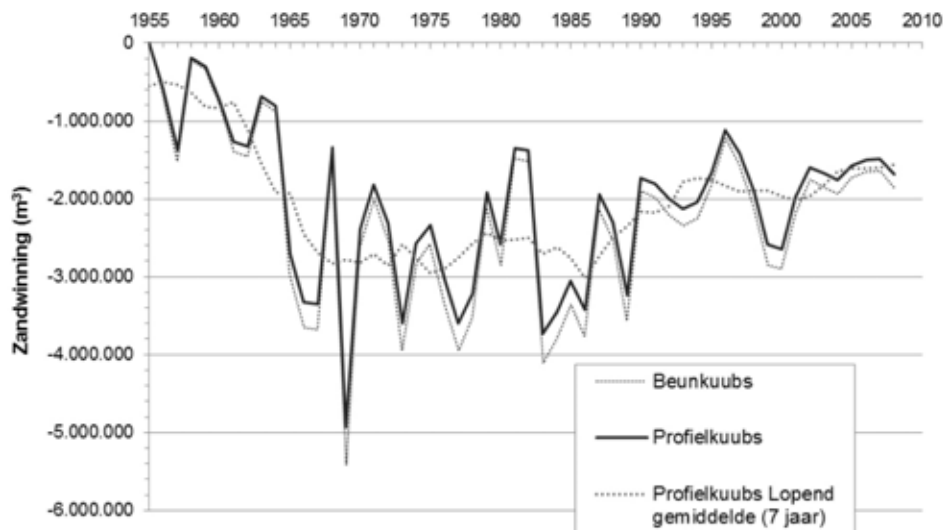
Tot het begin van de jaren zeventig beperkt het baggeren en storten zich tot het oostelijk deel van de Westerschelde, landwaarts van Hoedekenskerke. Daarna komt dit ook in het westelijk deel op gang. Tot 1994 is sprake van een beperkte herverdeling van oost naar west en omgekeerd. Na 1994 nemen de stortvolumes in de westelijke helft sterk toe. Deze stortingen betreffen sediment dat in het oosten werd gebaggerd (Figuur 2.29). Alleen in het begin van de jaren zeventig wordt bij het vaargeulonderhoud een deel van het gebaggerde zand niet herverdeeld, maar aan de Westerschelde onttrokken. Dat is daarna niet meer gebeurd. Wel vindt nog commerciële zandwinning plaats waarbij tussen 1955 en 2008 bijna 100 miljoen m³ zand uit het systeem is verwijderd (Figuur 2.30).



Figuur 2.28 Bagger- en stortvolumes en het verschil voor de gehele Westerschelde in de periode 1955-2008 (Cleveringa 2013a, 2013b). Toelichting: beunkuubs, gemeten in het beun van het schip, zijn minder compact dan profielkuubs, gemeten in het bodemprofiel.



Figuur 2.29 Bagger en stortvolumes en het verschil voor de oostelijke en de westelijke helft van de Westerschelde in de periode 1955-2008 (Cleveringa 2013a).

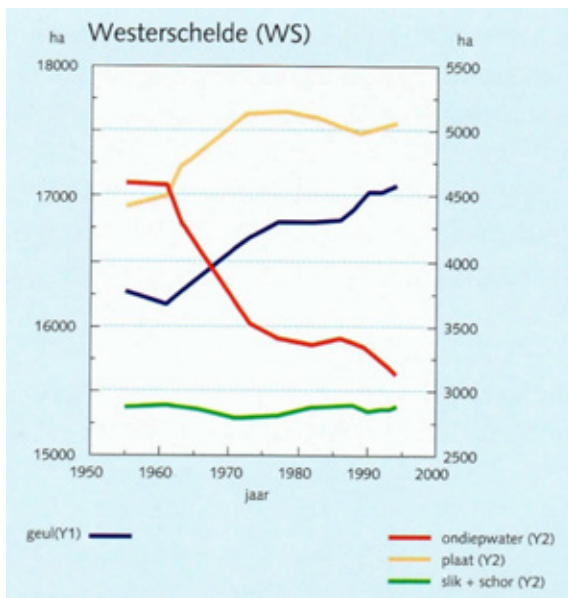


Figuur 2.30 Zandwinvolumes voor de gehele Westerschelde in de periode 1955-2008. (Cleveringa 2013b).

Al deze menselijke activiteiten drukken een sterk stempel op het karakter van het Westerschelde estuarium (Vroon et al. 1997). Inpolderen leidde tot verlies aan ruimte in het estuarium. Het getij kan niet meer worden geborgen in de ingepolderde gebieden. Hierdoor verandert de getijdoordringing; de getijgolf plant zich sneller voort door het estuarium en het getijverschil en de hoogwaterstanden nemen toe. Deze ontwikkelingen worden nog eens versterkt door de verdieping van de hoofdgeul als gevolg van het onderhoud en de verruiming van de vaargeul en van zandwinning. Inpolderingen hebben bovendien het gebied waarbinnen de hoofdgeul zich vrij kan bewegen, verkleind. In de afgelopen twee eeuwen is de hoofdgeul steeds meer vastgelegd op de plaatsen waar de geul de dijk ontmoette. Als gevolg hiervan is de grootschalige morfologische dynamiek afgenomen. Door het uitbochten van de hoofdgeul tot aan de randen van het estuarium en de afname in grootschalige dynamiek, is voor de platen tijd en ruimte ontstaan om te groeien. Door de inpolderingen zijn jonge en zoute schorren schaars geworden. Mede door het rechtekken van de dijken zijn er nauwelijks nog luwteplekken waar zich nieuwe slikken en jonge schorren kunnen vormen.

Het verdiepen en vervolgens op diepte houden van de vaarweg vindt plaats op de drempels in de vaargeul en ad hoc in scherpe binnenbochten. Door het verdiepen van de drempels gaat meer water door de hoofdgeul stromen ten koste van de nevengeul(en). De stroomsnelheden nemen toe. Dat leidt tot erosie en verruiming van de hoofdgeul tussen de drempels. Het patroon van een meergeulensysteem wordt minder duidelijk. Dat hoofd- en nevengeul nog van functie wisselen, dat wil zeggen dat de nevengeul zich tot hoofdgeul ontwikkelt en omgekeerd, is hierdoor niet meer waarschijnlijk. Ook de geulen die de hoofd- en nevengeul verbinden, de zogenaamde kortsluitgeulen, zijn minder actief geworden. Voeg daarbij het grote extra aanbod van sediment afkomstig van de regelmatige stortingen in de nevengeulen, in het kader van het vaargeulonderhoud, en het is duidelijk dat hiermee het proces van verlanding wordt versterkt. Platen groeien aaneen tot plaatcomplexen en nemen toe in hoogte.

Door de overheersende plaatgroei en de toegenomen afmetingen van de hoofdgeul is het areaal ondiep watergebied sterk verminderd. Naarmate de platen hoger werden vormden ze rustige voedselrijke gebieden, die het verlies aan laag op de plaat gelegen voedselrijke gebieden opvangen. Er heeft zich dus een functieverhuizing voorgedaan van het lage (beneden NAP) naar het hoge deel van het intergetijdengebied. Het plaatareaal nam tussen 1960 en 1994 toe met 460 ha (Figuur 2.31).



Figuur 2.31 Areaalontwikkeling van geulen, ondiep water, platen, slikken en schorren in de Westerschelde van 1955 tot en met 1993. NB. Veranderingen ten gevolge van inpolderingen, dijkverzwaringen en havenaanleg zijn in de figuur niet meegenomen. (Uit: Vroom et al. 1997).

Tot in de jaren tachtig was in de Schelde sprake van ernstige verontreiniging. In grote delen van de rivier was weinig leven mogelijk. Onder andere door de invoer van rioolwaterzuiveringsinstallaties is de toevoer van nieuw biologisch materiaal verminderd en de waterkwaliteit sterk verbeterd (Soetaert et al. 2006). Afhankelijk van het getij en de mate van rivierafvoer ontstaat er een geleidelijk zoet-brak-zout waterovergang in de zeearm. Bij hoogtij en een gemiddelde rivierafvoer bestaat een groot deel van de zeearm uit een brak water zone, die overgaat in een zout water zone in de monding (Figuur 2.32). Het vormt een zeer dynamisch systeem met een getijslag van circa 3,5–4,0 m bij de monding tot zo'n 6 m bij het Verdrongen land van Saefthinghe (Ysebaert et al. 2013a). De Westerschelde heeft een hoge sedimentlading van het water (ca. 50 mg.l⁻¹ gemiddeld, maximaal enkele 100den g.l⁻¹; Vroom et al. 2012). Sediment wordt vanuit het westen meegevoerd vanaf de Noordzee met het getij en komt vanuit het oosten binnen via de rivier de Schelde.

Zeearm	Omschrijving	1900	1950	1990	2016
Westerschelde	Westerschelde	Open	Open	Open	Open
		Getij	Getij	Getij	Getij
		Zoet-Brak-Zout overgang	Zoet-Brak-Zout overgang	Zoet-Brak-Zout overgang	Zoet-Brak-Zout overgang

Figuur 2.32 Historische ontwikkeling in getijde en zoutgehalte van de Westerschelde.

Vanaf de jaren tachtig van de vorige eeuw komt het toenemende belang van ecologisch gezonde watersystemen tot uiting in het zoeken van een goede balans tussen Veiligheid tegen overstromingen, Toegankelijkheid van de Antwerpse haven en Natuurlijkheid van het estuarium. Het besef dat het buitendijkse Land van Saefthinghe tot de hoogste (en daardoor veiligste) delen van Zeeland behoort en tegelijkertijd belangrijke natuurwaarden vertegenwoordigt, gevoegd bij de noodzaak voor natuurcompensatie en het vinden van oplossingen voor de steeds verder doordringende getijgolf, heeft het potentiële herstel van estuariene dynamiek in (voormalige) polders onder de aandacht gebracht. De eerdergenoemde dijkdoorbraak van de Selenapolder (Sieperdaschor, 100 ha) langs de Westerschelde in 1990 en de positieve effecten daarvan op de vogelstand hebben de discussie verder gevoed. Dit heeft uiteindelijk in 2012 geleid tot de afspraak in een verdrag tussen Nederland en België, om bij wijze van natuurcompensatie (om meer ruimte te scheppen voor de Westerschelde) de dijken door te steken van de Hertogin Hedwigepolder en deze te voegen bij het Land van Saefthinghe. De Hedwigepolder (ca. 300 ha) zal, samen met de net over de grens gelegen Prosperpolder en het

naast gelegen Sieperdaschor, ruimte bieden aan een nieuw getijdengebied van 470 hectare¹⁷ (zie ook Figuur 2.33).¹⁸



Figuur 2.33 Ligging van de Hedwigepolder net ten zuidoosten van Het Verdrongen Land van Saeftinghe.

Vergelijkbaar met het Nederlandse project 'Ruimte voor de Rivier' wordt in België momenteel een ambitieus SIGMA-plan ten uitvoer gebracht met als doel de natuur in een langs de Schelde te herstellen (Figuur 2.34).



Figuur 2.34 Het SIGMA-plan in België omvat een groot aantal projecten om de natuur in het stroomgebied van de Zeeschelde te herstellen.

¹⁷ <https://www.zeeland.nl/natuur-en-landschap/natuurpakket-westerschelde/hedwige-prosperproject>.

¹⁸ <https://www.zeeland.nl/natuur-en-landschap/natuurpakket-westerschelde/hedwige-prosperproject>.

2.2.3 Strand en duinen

De Noordzeekust van de zuidwestelijke delta staat al eeuwen bloot aan erosie. Boosdoeners zijn de sterke getijstrooming in de zeegaten door eb- en vloedgeulen vlak onder kust, de golfwerking aangejaagd door (storm)winden en een stijgende zeespiegel die niet wordt gecompenseerd door een evenredige aanvoer van sediment. Dit verklaart het algemene beeld van de deltakust aan het begin van de vorige eeuw: in het algemeen smalle stranden met daarachter steile duinen die bloot staan aan afslag en zich landwaarts verplaatsen. Alleen aan de noordwestkant van de eilanden komen delen voor met bredere stranden en aangroeiende duinen, veroorzaakt door zandtransporten langs de kust gestuurd door de dominante zuidwestelijke winden (Oranjezon op Walcheren; Verklikkerduinen op Schouwen; Kwade Hoek op Goeree; Slikken van Oostvoorne op Voorne). Dezelfde golfgedreven zandtransporten zorgen ervoor dat zich tegen de zuiderpier van de in 1872 aangelegde Nieuwe-Waterweg, geleidelijk steeds meer zand ophoopt, waaruit zich het rijke natuurgebied de Beer ontwikkelt dat uiteindelijk ten prooi zal vallen aan de uitbreiding van de Rotterdamse haven (Figuur 2.18).

Om de erosie tegen te gaan komt de mens op verschillende manieren in actie. Aan het einde van de 15de en het begin van de 16de eeuw wordt bij Westkapelle de eerste zeedijk aangelegd (Wilderom 1968), die in de volgende eeuwen en voor het laatst in 1986 en 2008, een aantal malen is versterkt. In de 17de eeuw verschijnt langs de Zeeuws Vlaamse kust een mozaïek aan polders met zeedijken; door instuiving ontstaat tegen de zeezijde van deze dijken een aaneengesloten, smalle duinregel (Wilderom 1973). Aan het begin van de 18de eeuw wordt ten noordwesten van Ouddorp op Goeree, een eerste kleidijk aangelegd; om deze dijk te beschermen wordt de helling van het strand en duin dat tegen deze dijk aanstuift, later herhaaldelijk verflauwd (wat het zijn naam oplevert als het Flauwe Werk; DHV 2005).

In de 19de eeuw worden op de meest kwetsbare plekken duinvoetverdedigingen aangebracht; stenen bestortingen langs de duinvoet tot enkele meters hoogte en over kustlengtes van enkele honderden meters. Dat was het geval op Goeree (Flauwe Werk), op Schouwen (Noorderstrand), op Walcheren (Domburg, Westkapelle Noorder- en Zuiderstrand, Zoutelande en Vlissingen Nollebos) en in Zeeuws-Vlaanderen (Breskens en Cadzand). Bij de aanleg van de deltawerken worden duinvoetverdedigingen gebouwd bij de aansluitingen van het duin op de respectievelijke dammen (Van Velzen & Beijersbergen 1981).

In 1953 wordt bij het Flauwe Werk de duinvoetverdediging door de storm vernietigd; ter vervanging wordt landwaarts een asfaltdijk aangelegd. De dijk werd in 1984 nogmaals versterkt en aan de zeezijde bedekt met zand afkomstig van het hoogste duin van Goeree-Overflakkee; deze verderop gelegen Blanke Blikerd ging daarbij verloren. In 1956 werd de duinvoetverdediging bij Zoutelande vervangen door een zeedijk. In 1986 gebeurde hetzelfde tussen Vlissingen en Dishoek (Van Enckevoort 1998). In het begin van deze eeuw (2007-2016) vindt nogmaals versterking plaats van een aantal zwakke schakels: Flauwe Werk,¹⁹ Zuidwest Walcheren²⁰ en Zeeuws Vlaanderen.²¹

Beeldbepalend voor de Zeeuwse stranden is een vorm van strandverdediging die vanaf de eerste helft van de 18de eeuw op meer plekken is begonnen; loodrecht op het strand staande dammen ofwel strandhoofden aanvankelijk bestaande uit rijshout, paal- of staketwerken. Aan het eind van die eeuw waren ze te vinden op de stranden van Schouwen-Duiveland (tussen Westerschouwen en Scharendijke), Walcheren (tussen Vlissingen en Vrouwenpolder) en westelijk Zeeuws-Vlaanderen (tussen het Zwin en Breskens). Deze eerste verdedigingswerken bleken onvoldoende bestand tegen het geweld van de zee, en konden de achteruitgang van het strand niet tegengegaan. Daarom werden deze in de loop van de 19de eeuw verbeterd of geheel vervangen. De rijshoofden werden stenen hoofden, bestaande hoofden verlengd, nieuwe hoofden toegevoegd en voor een deel voorzien van een of meer open paalregels.

In 1965 werd bij Oostkapelle voor het eerst een nieuwe vorm toegepast; paalschermen, een open, enkele of dubbele rij, tot flinke diepte reikende palen, die vermindering van de stroomsnelheid op het strand en zijn vooroever zou moeten bewerkstelligen. In 1980 was het aantal paalschermen uitgebreid

¹⁹ www.api.commissiener.nl/docs/mer/p16/p1642/1642-02sn.pdf.

²⁰ www.publicwiki.deltares.nl/display/KWI/2.3.1.09.+Zwakke+schakels+Walcheren.

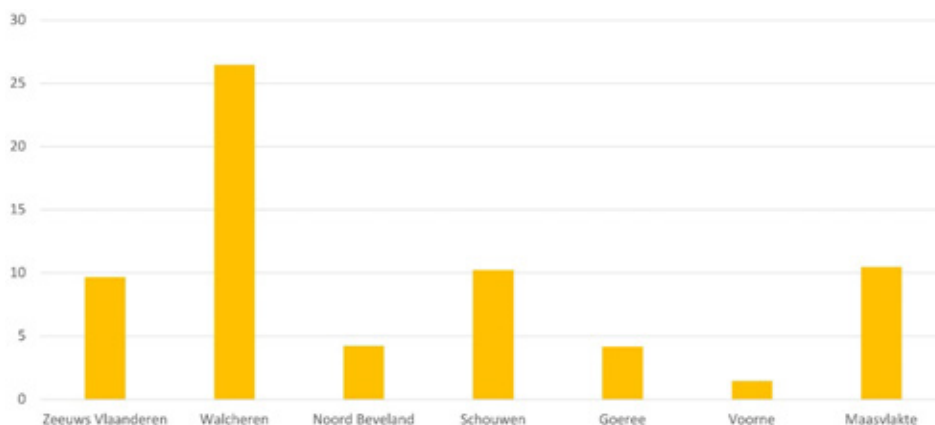
²¹ www.scheldestromen.nl/zwakke-schakel-west-zeeuws-vlaanderen.

tot ongeveer 120 stuks, te vinden langs de zuidwest- en noordwestkust van Walcheren en langs de kust van Schouwen. Het aantal strandhoofden bedroeg op dat moment zo'n 210 stuks verspreid over Zeeuws-Vlaanderen, Walcheren, Schouwen en Goeree (Rijkswaterstaat 1984).

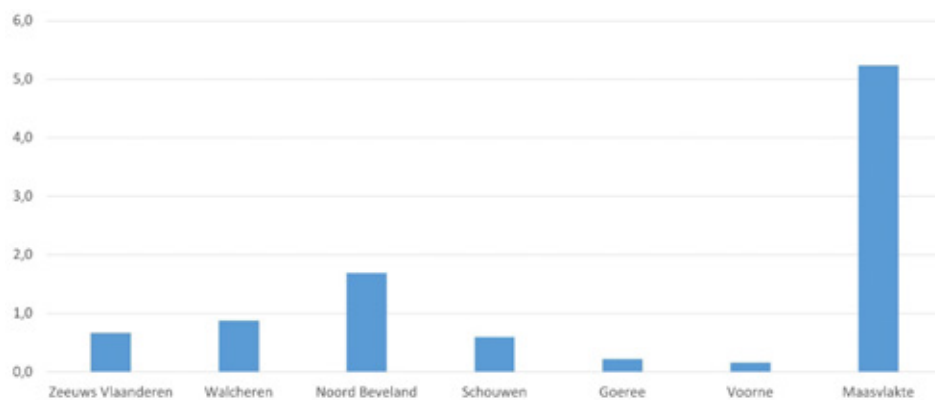
Verbeterde inzichten leidden rond 1990 tot een kritisch oordeel over de effectiviteit van strandhoofden en paalschermen (Verhagen & Van Rossum 1990). Waar strandhoofden langs getijdegeulen fungeren vergelijkbaar met 'stroomkribben' in een rivier, zijn ze effectief tegen stranderosie door de getijstroom uit de kust te houden. Tegelijkertijd kunnen ze erosie rond kop van het strandhoofd niet voorkomen en blokkeren ze het langs de kust, door golven aangedreven zandtransport; aan de zijzijde ontstaat hierdoor erosie. Voor paalschermen kon helemaal geen effect worden vastgesteld.

Na 1990 wordt het concept van strandhoofden verlaten. Het inzicht dat een structureel zandtekort van het kuststelsel de drijvende kracht is achter de kustontwikkeling, leidt tot de invoering van een beleid van zandsuppletie (Kustnota 1990). De kustlijn wordt voortaan gehandhaafd door jaarlijks, verspreid langs de kust, gericht zand toe te voegen (Mulder et al. 2011).

Incidenteel waren al strandsuppleties uitgevoerd op Walcheren (1952, 1966), Noord-Beveland (1973), Schouwen (1975, 1987) en duinverzwaringen aangebracht op Schouwen (1954, 1964) en tussen 1984 en 1989 op Walcheren (Vermaas & Bruens 2013; Arcadis 2013), vanaf 1990 wordt zand suppleren structureel. Met tussenpozen van 2 tot 5 jaar is tussen 1990 en 2016, langs vrijwel de gehele kust van de zuidwestelijke delta, zand gesuppleerd. Totaal over deze periode betreft het ruim 55 miljoen m³; langs de eilandkusten, gemiddeld per kilometer kustlengte zo'n 600.000 m³. Voor het onderhoud van de Maasvlakte is tot 2005 nog eens ruim 10 miljoen m³ zand gesuppleerd (Rijkswaterstaat 2007, 2017; Figuur 2.35 en 2.36).



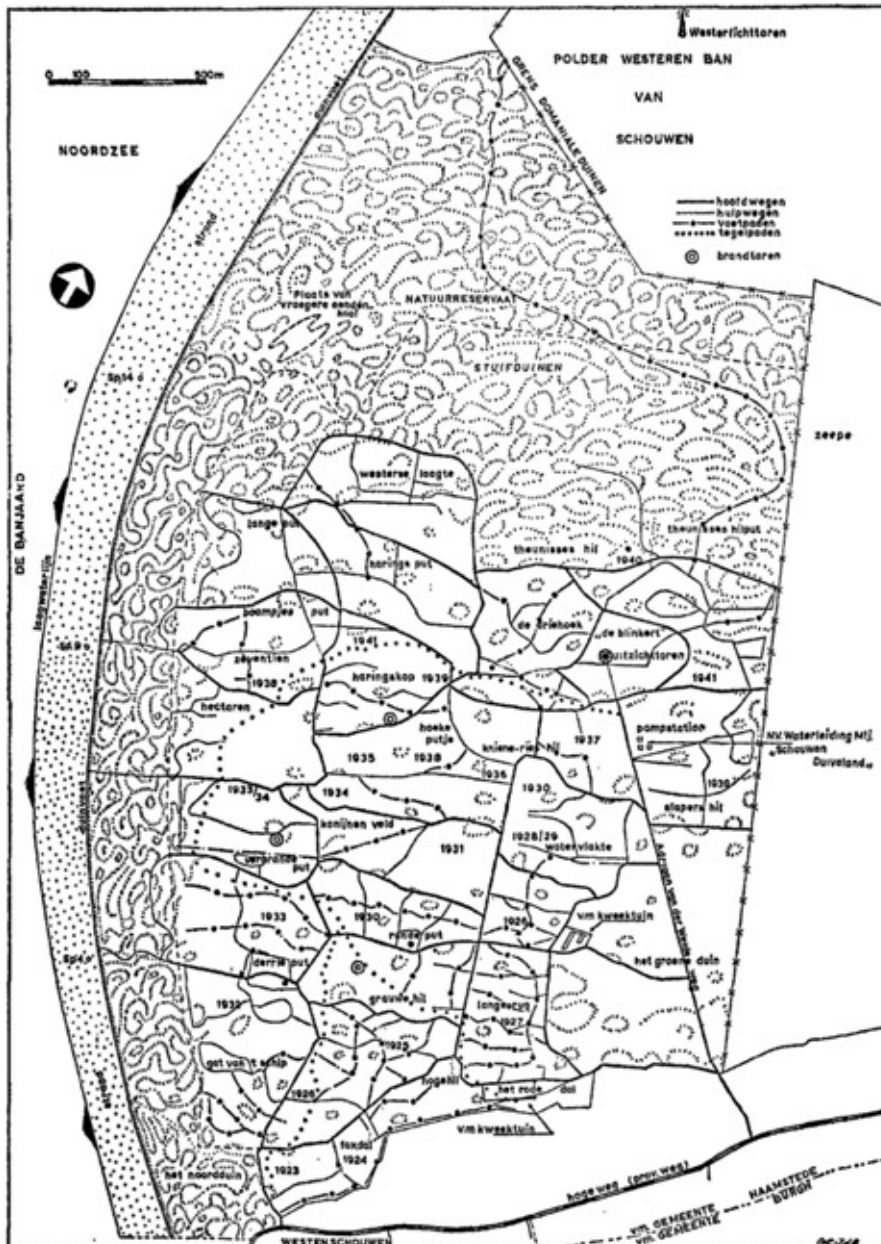
Figuur 2.35 Totaal suppletievolumen (miljoenen m³) over de periode 1990-2016, over verschillende kustsegmenten (afgeleid uit data in Rijkswaterstaat 2007 en Rijkswaterstaat 2017).



Figuur 2.36 Gemiddeld suppletievolumen (miljoenen m³) per km kustlengte voor verschillende kustsegmenten, over de periode 1990-2016 (afgeleid uit data in Rijkswaterstaat 2007 en Rijkswaterstaat 2017).

Het merendeel van de suppleties is uitgevoerd op het strand, een enkele op de onderwateroever en op de wand van opdringende geulen (Krabbengat, Oostgat, Wielingen), daarnaast is nog een enkele keer zand gebruikt voor duinversterking. Over het algemeen is vanaf 1990 de kustlijn gehandhaafd en is het sedimentvolume van zowel het strand als het duin toegenomen. Op de meeste plaatsen wordt het duin breder en schuift de duinvoet zeewaarts (De Ronde et al. 2014; Arcadis 2013; Vermaas & Bruens 2013; Kuiper et al. 2016).

Ook bij de ontwikkeling van de duinen speelt de mens een belangrijke rol. Vanaf de 17de eeuw wordt door beplanting met Helm getracht het verstuiven van de duinen te beteugelen en op aanzandende delen, mede door gebruik van stuifschermen, zand vast te leggen en het duin te verbreden. Zo is bijvoorbeeld op de brede strandvlakte voor de kop van Voorne nog tussen 1900 en 1930 een aantal maal de duinvoet zeewaarts verlegd door het invangen van zand (De Ronde & Van Oeveren 2014). Bij de Verklikkerduinen op kop van Schouwen werden vanaf 1927, van west naar oost, rijsschermen geplaatst en werd massaal Helm gepoot (zie ook Adriani & Van der Maarel 1968). In het brede duingebied van Schouwen en de breedste delen van het duin op Walcheren, waar zich waterwingebieden bevinden, worden vanaf de jaren twintig van de vorige eeuw dennenbossen geplant (Figuur 2.37; Wilderom 1964, 1968; Beekman 2006). Die aanleg stopt in de tweede wereldoorlog. Het beheer blijft wel grotendeels gericht op het vastleggen van zand.

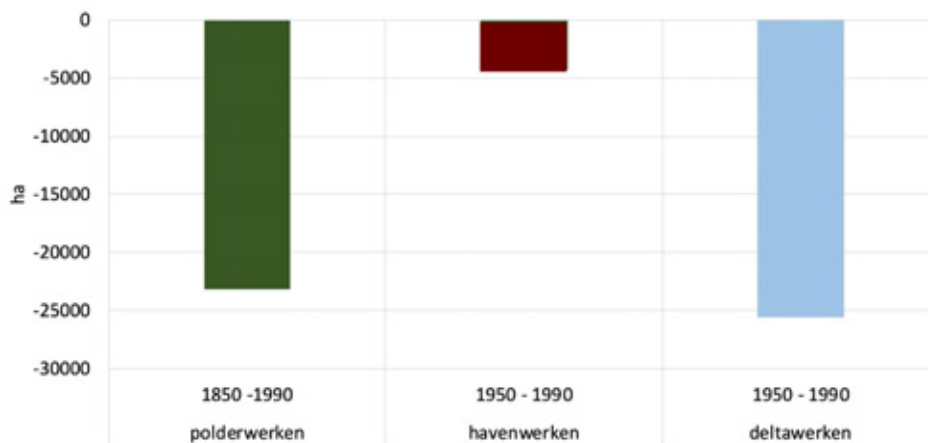


Figuur 2.37 Duingebied van Schouwen met jaartallen van bossing (Wilderom 1964).

Vanaf 1990 na het invoeren van het suppletiebeleid, komt er meer ruimte voor een dynamisch beheer van de duinen; dat wil zeggen een beheer gericht op het dynamiseren van de buitenste duinen, om het natte en droge deel van de kust met elkaar te verbinden. Doel is dat zee en wind de ruimte krijgen om sediment te verplaatsen, waardoor de duinen kunnen meegroeien met een stijgende zeespiegel en een natuurlijker kustlandschap ontstaat met een grotere diversiteit aan habitats, flora en fauna. Arens et al. (2010) tonen aan dat een belangrijk deel van het gesuppleerde zand naar het achterliggende duin stuift, vooral op plekken waar de zeereep dynamisch is. Dankzij de regelmatige suppleties droogt de 'zandbron' niet op en kan verstuing naar de duinen doorgaan, zonder aantasting van de veiligheid.²²

2.2.4 Inlagen, kreekrestanten en polders

Het landschap buiten de duinen en het getijden- en intergetijdengebied wordt geheel beheerst door vlak polderland, dat in de Zuidwestelijke Delta doorsneden worden door een netwerk van dijken. Het is het gebied van de (veelal) intensieve landbouw, dat grotendeels buiten het gezichtsveld van deze studie valt. Alleen wat betreft de veranderingen in flora en vegetatie zullen we hier wat langer bij stilstaan, en wat de inlagen en kreekrestanten betreft ook wat betreft de vogels. Wat echter niet onvermeld mag blijven is de voortdurend veranderende omvang van het polderland, door uiteenlopend landjepik. Twee majeure ingrepen die op verschillende wijze het areaal aan polderland zeer sterk hebben doen toenemen, zijn de soms grootschalige inpolderingen door de eeuwen heen en de uitvoering van de Deltawerken die in één klap tot een enorme areaalverandering leidden. Aan de andere kant spelen het verlies aan polders door de aanleg van havengebieden en (in de laatste decennia) als gevolg van gerichte natuurontwikkeling. Figuur 2.38 geeft een overzicht van de veranderingen in areaal intergetijdengebied in het licht van de belangrijkste ingrepen.



Figuur 2.38 Veranderingen in areaal intergetijdengebied als gevolg van grootschalige ingrepen (polderwerken, havenwerken en Deltawerken).

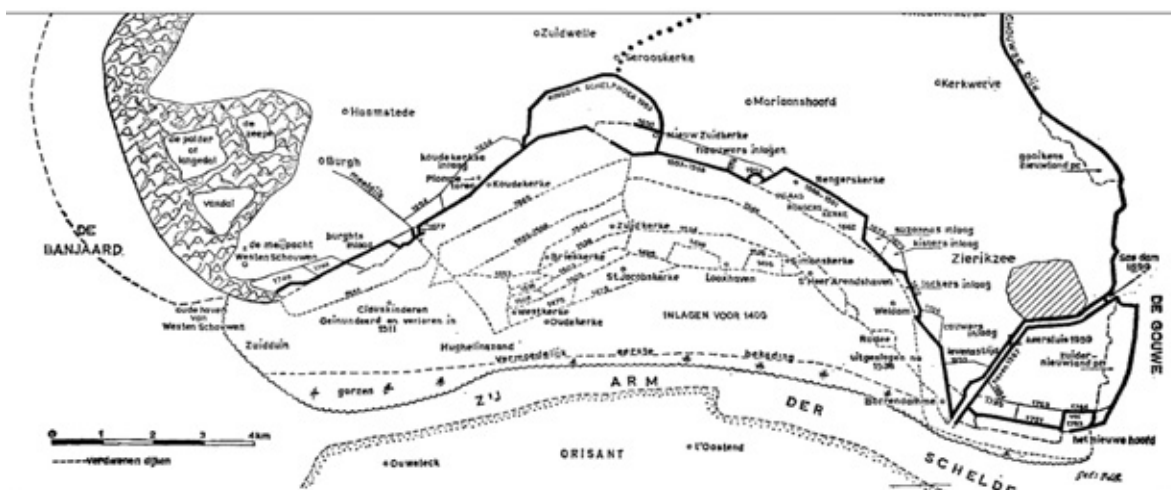
Hier willen we alleen een korte beschouwing geven over inlaagdijken, inlagen en karrevelden; deze zijn vooral kenmerkend voor Schouwen-Duiveland. Haartsen (2009) beschrijft hoe het aanleggen van inlaagdijken – een middeleeuwse waterstaatstechniek – gebeurde op plekken waar de bestaande zeedijk wegens oever- en dijkvallen (ontgrondingen van het dijklichaam aan de zeezijde) dreigde in te storten. Teneinde dit te voorkomen werd achter de instabiele zeedijk een reservedijk of zorgdijk aangelegd, de zogenaamde inlaagdijk. Het gebied tussen de oude zeevering en de nieuwe dijk was maximaal enkele honderd meters breed en werd in de Middeleeuwen 'insete' genoemd, tegenwoordig inlaag. De meeste inlagen komen voor waar een diepe stroomgeul vlak langs de dijk loopt, met name langs de Oosterschelde, en waar de ondergrond van jong zeezand erg zwak is. In de regio Schouwen-Duiveland zijn inlagen voornamelijk te vinden aan de zuidkust van Schouwen, zoals de Koudekerksche Inlaag, Westenschouwse Inlaag, Flaauwers Inlaag en Cauwers Inlaag (Figuur 2.39). De oudste bepaling omtrent de aanleg van inlaagdijken op Schouwen dateert uit 1291.

²² www.dynamischkustbeheer.nl.



Figuur 2.39 Ligging van inlaagdijken (donkergroen) langs de Oosterschelde (Bron: Waterkeringenbeheerplan 2016-2020, Waterschap Scheldestromen).

Men legde deze dijken niet voor niets aan. Aan de zuidkant van Schouwen is in de loop der tijd veel land verloren gegaan. Als de oude zeedijk was ingestort, werd de 'slapende' inlaagdijk de nieuwe zeewering en werd daarachter een nieuwe inlaagdijk gebouwd. Vermoedelijk lag de meest zuidelijke zeedijk ooit (circa 1400) op de huidige Roggenplaat in de Oosterschelde, ten zuiden van de diepe stroomgeul de Hammen. In 1475 lag de zeedijk aan de zuidkust van Schouwen nog zo'n drie kilometer verwijderd van de Plompetoren van Koudekerke. Tussen 1475 en 1650 is ruim 3.500 hectare aan polderland van het Zuidland van Schouwen verdwenen, inclusief een groot aantal dorpen zoals Oudekerke, Zuidkerke, Simonskerke, Sint-Jacobskerke, Brieskerke en Koudekerke. De huidige zeedijk is de inlaagdijk uit 1581, die dwars door het dorp Koudekerke kwam te liggen. Grote delen van het dorp kwamen hierdoor buiten de zeedijk te liggen. De dorpskerk werd in 1583 afgebroken, alleen de toren (Plompetoren) bleef staan als baken voor de scheepvaart. Ten noorden van de toren werd in 1654 een inlaagdijk opgeworpen, waardoor de Plompetoren in een inlaag kwam te liggen (Figuur 2.40). Vaak werd uit de inlagen klei gehaald om de zee- of inlaagdijk mee te versterken. Doordat de klei in stroken was verwijderd ontstonden langgerekte plassen of greppels die van elkaar werden gescheiden door dammetjes. Aan de achterzijde van de inlaag liep meestal een afwateringssloot. De afgegraven klei werd met karren afgevoerd, hetgeen naam gaf aan deze kleiwinningsgebieden: karrenvelden.



Figuur 2.40 Geschiedenis van inlaagdijken bij de polder Schouwen met bijgewerkte waterkeringen tot 1964 (Wilderom 1964).

2.3 Milieuomstandigheden in de Delta

Veranderingen in de waterkwaliteit hebben een grote rol gespeeld met betrekking tot de mariene fauna in de Zuidwestelijke Delta. De slechte water- en bodemkwaliteit in de jaren zestig tot tachtig van de vorige eeuw resulteerden op momenten in verarmde (bodemdier)gemeenschappen en vissterfte. De laatste decennia is de waterkwaliteit evenwel sterk verbeterd, al zijn er met name in de afgesloten bekkens nog steeds problemen als gevolg van verminderde doorstroom en verversing van het water. Denk hierbij aan de blauwalgenproblematiek in het Krammer-Volkerak en de zuurstofloosheid in de diepere delen van het Grevelingenmeer.

Verslechtering van de waterkwaliteit in de Delta als gevolg van industrialisatie resulteert en droeg bij aan een afname in vispopulaties. In de Westerschelde verdween onder andere de Fint als gevolg van de vervuilde situatie. De verslechterde watervervuiling in de Delta droeg ook bij aan de afname van zowel de Gewone zeehond als de Bruinvis. Deze soorten staan beide als predator bovenaan de voedselketen, en toxische stoffen – doorgegeven van prooidier tot predator – accumuleren in hun lichaam. Hoge concentraties van toxische stoffen (specifiek metalen en organochlorides) kunnen de voortplanting doen falen en een verhoogde sterfte van zeezoogdieren als gevolg hebben. De recent verbeterde waterkwaliteit in het gebied zal beide soorten ten goede komen. De aanwezigheid van voldoende voedsel speelt ook een rol in de populatie van zeezoogdieren. Het verdwijnen van de Haring uit het gebied heeft mogelijk bijgedragen aan de afname in de Bruinvispopulatie in de Delta.

De verslechtering van de waterkwaliteit (eutrofiëgraad, doorzicht) hebben wisselende effecten gesorteerd op de vogelbevolking. Aanvankelijk waren de effecten veelal nadelig, met name op visetende soorten. Na verbetering van de kwaliteit namen de visbestanden en ook visetende vogels evenwel toe, en zo is een kentering te bespeuren. Eutrofiëring van het water was soms van voordeel voor plantenetende vogels door een vergroot aanbod van waterplanten. Ook verzoeting leidde tot een toename van de plantengroei en was voor deze soortgroep voordelig. Voor visetende soorten waren de tijdelijk brakke omstandigheden gunstig.

2.4 Wettelijke regelgeving

Van oudsher worden de deltawateren bevestigd, waarvoor ook al vroeg wettelijke regels werden ingesteld. De eerste visserijwetten dateren uit de 15de eeuw en zijn in de loop van deze tijd voortdurend aangepast en uitgebreid. Zo werd in de Visserijwet van 1752 onder andere bepaald dat het haring kaken slechts werd toegestaan aan vissers uit vijf steden: Rotterdam, Schiedam, Brielle, Delft en Enkhuizen. Lange tijd was sprake van een Jacht- en Visserijwet, waarin de bepalingen voor zowel de jacht als de visserij werden behandeld, maar vanaf 1908 gelden afzonderlijke wetten.

Visserij speelt een grote rol in de populatietrends van verschillende trekvissoorten, zeker in het verleden toen er grootschalige visserij op trekvissen bestond. In meer recente tijd gaat het vooral om bijvangst binnen visserijen op andere doelsoorten dan trekvissen. Momenteel is alleen voor paling een gerichte visserij, welke via het Aalbeheersplan wordt beheerd. Een toename in visserijintensiteit draagt, naast watervervuiling en rivieraanpassingen, bij aan een verdere afname en uiteindelijk de verdwijning van enkele trekvissoorten in de Delta. Commerciële beving van trekvissen als Europese Steur, Atlantische Zalm, Elft en Houting starten al vroeg in de middeleeuwen en intensiveren in de late 19de en vroege 20ste eeuw en zorgden voor het lokaal uitsterven van deze trekvissoorten in de loop van de 20ste eeuw. Met het verminderen van de steur- en zalmvisserij vindt er overstap plaats naar Houting, Elft en Fint visserij wat ook uiteindelijk bijdraagt aan het (bijna) uitsterven van deze drie trekvissoorten in de Delta.

Jacht heeft wat betreft de voor de Zuidwestelijke Delta kenmerkende soorten vooral betrekking op zeezoogdieren en vogels. In de duinen speelt daarnaast het al dan niet bejagen van zoogdieren als Konijn, Vos en Damhert een rol aangaande de ontwikkeling van de ecosystemen. In het bijzonder het Konijn heeft een grote invloed op de spontane successie en kan ongewenste opslag van struiken en bomen voorkomen, terwijl al het gegrave positief bedraagt aan de dynamiek van het duinsysteem.

De Vos kan veel schade aanrichten aan grondbroeders, terwijl het Damhert plaatselijk tot overbegrazing leidt. Wat de mariene zoogdieren betreft heeft jacht eeuwenlang de zeehondenpopulaties in de Delta bepaald. Begin 1900 wordt de zeehond gezien als concurrent van de visserij waardoor er een premiejacht bestaat op zeehonden in de Zeeuwse wateren. De Grijze zeehond is al in de Middeleeuwen uitgestorven in de Delta. De omschakeling van de jacht met netten naar een jacht met vuurwapens verhevigde de negatieve gevolgen voor de zeehondenpopulatie. Pas halverwege de 20ste eeuw krijgt de Gewone zeehond de status van beschermde diersoort. Het is pas sinds 1980 dat er een stijgende trend is waar te nemen in het aantal zeehonden in de Delta, hoewel de populatie te kampen heeft met enkele virusuitbraken. De toename van zeehonden wordt deels toegeschreven aan migratie vanuit de Waddenzee. Vanaf 2003 wordt ook de Grijze zeehond weer gezien. Het is pas sinds het begin van de 21ste eeuw dat weer zeehondenpups worden geboren in de Delta en dat het aantal Grijze zeehonden toeneemt.

Wat betreft de vogels hebben veranderingen in jachtgebruiken – afgezien van 'jachtwild' – een sterke invloed gehad op vooral meeuwen, sterns en roofvogels. Bij de laatste groep speelde daarnaast ook het gebruik van gif een rol. Tijdens de hoogtijdagen van het strooien van gif, enkele decennia geleden, zakten de vogels letterlijk door de eieren). Meeuwen, sterns en roofvogels werden in de eerste helft van de vorige eeuw massaal bejaagd, waardoor zich geen omvangrijke populaties op konden bouwen. Als eerste werd de jacht op sterns gestopt. De oprichting van Vogelbescherming in 1899 vond haar aanleiding in het doden van deze vogels ten behoeve van de hoedenindustrie (Saris 2007; zie ook Coesèl et al. 2007). Later werden ook roofvogels en nog later de meeuwen gevrijwaard van vervolging.

Jacht op 'jachtwild', in het bijzonder op ganzen en zwanen is in de loop van de vorige eeuw steeds meer tot staan gebracht. Slechts een beperkt aantal soorten was tot voor kort bejaagbaar. Daardoor ontstonden grote populaties van met name grasetende vogels als ganzen en eenden. Door ontheffingen in het kader van schadebestrijding is met name de jacht op graseters echter weer toegenomen.

3 Bronnen en analyse

De verschillende soortenroepen die in deze studie aan bod komen (flora en vegetatie, mariene fauna, vogels) verschillen sterk ten aanzien van de aard en de hoeveelheid van de beschikbare gegevens en daarmee ook met betrekking tot de verwerking daarvan. En hetzelfde geldt voor de hydromorfologie van het de Zuidwestelijke Delta en de invloeden van de mens daarop. Voordat we op de beschikbare bronnen voor de afzonderlijke soortengroepen ingaan en de manier waarop deze geanalyseerd zijn, besteden we kort aandacht aan de effecten die het menselijke handelen in de voorbije eeuw op de abiotische omstandigheden hebben gehad.

3.1 Civieltechnische ingrepen en hydromorfologische effecten

Voor het verkrijgen van een overzicht van de belangrijkste civieltechnische ingrepen in de Zuidwestelijke Delta gedurende de laatste honderd jaar en voor het schetsen van een kader gevormd door de ingrepen in de 19de eeuw is literatuuronderzoek verricht. Als belangrijkste bronnen is daarbij gebruik gemaakt van een serie 'Beschrijvingen behorende bij de waterstaatskaart' per provincie (zie Figuur 3.1). Voor de vroegste gegevens, in het bijzonder voor de Biesbosch, is de 'Statistiek tableau der polders in Noord-Brabant' van De Geus & Van Rappard (1843) een belangrijk document, naast de 'Kaart van den Verdrongen Zuid Hollandsche Waard', uitgegeven omstreeks 1840 en vervaardigd door H.V. van Gogh. Veel detailinformatie over inpolderingen in met name Zeeuws-Vlaanderen is verkregen uit 'Tussen Afsluitdammen en Deltadijken' van Van Wilderom (1973), terwijl ook de overige publicaties uit deze reeks veel relevante data bevatten (De Bruin & Van Wilderom 1961; Van Wilderom 1964, 1968). Een verdere bron van informatie vormden de verschillende edities van de zogenaamde Waterstaatskaarten, uitgegeven door Rijkswaterstaat.²³ Voor een beschrijving van de hydromorfologische effecten van de verschillende ingrepen is geput uit de literatuur waarnaar in de tekst verwezen wordt.

Zuid Holland	<i>Rijkswaterstaat (1937). Beschrijving van de provincie Zuid Holland behorende bij de waterstaatskaart; bewerkt bij den Algemeenen Dienst van den Rijkswaterstaat. 's-Gravenhage Algemene Landsdrukkerij, Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatcourant 1937.</i>
	<i>Rijkswaterstaat (1967), Beschrijving van de provincie Zuid Holland behorende bij de Waterstaatskaart, Bewerkt bij Directie Algemene Dienst Rijkswaterstaat, Staatsdrukkerij en uitgeversbedrijf, 's Gravenhage 1967</i>
Zeeland	<i>Rijkswaterstaat (1971), Beschrijving van de provincie Zeeland behorende bij de Waterstaatskaart, Directie Algemene Dienst, Rijkswaterstaat, Staatuitgeverij 's Gravenhage 1971</i>
	<i>Rijkswaterstaat (1984), Beschrijving van de provincie Zeeland behorende bij de 5e editie van de Waterstaatskaart, Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst Delft, 1984</i>
Noord Brabant	<i>Rijkswaterstaat (1946). Beschrijving van de provincie Noord Brabant behorende bij de waterstaatskaart; bewerkt bij den Algemeenen Dienst van den Rijkswaterstaat. 's-Gravenhage Algemene Landsdrukkerij, Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatcourant 1946.</i>
	<i>Rijkswaterstaat (1989), Beschrijving van de provincie Noord Brabant behorende bij de 5e editie van de Waterstaatskaart, Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst Delft, 1989</i>

Figuur 3.1 Beschrijvingen behorende bij de waterstaatskaart voor de drie provincies waarvan de Zuidwestelijke Delta deel uitmaakt.

Bij de analyse is de aandacht vooral gericht op veranderingen in het areaal van typerende estuariene ecotopen. De eerste inpolderingen (of bedijkingen) betroffen voornamelijk relatief hooggelegen land

²³ www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/geodata/dmc/waterstaatskaart/geogegevens/raster

en gemakkelijk af te dammen kreken. Door de groei van technische mogelijkheden en kennis konden later ook lagere slik- en schordelen worden ingepolderd (Vroon et al. 1997). Dit maakt de aanname gerechtvaardigd dat het ingepolderd areaal overeenkomt met een even groot verlies aan oppervlakte intergetijdengebied.²⁴ Voor de polders waar vanaf de jaren negentig van de vorige eeuw de invloed van het getij is hersteld, is aangenomen dat het areaal overeenkomt met een even grote winst aan oppervlakte intergetijdengebied.²⁵ Een exact beeld van de verschillende dieptezones en een gedetailleerd onderscheid tussen plaat, slik, schor, gors en griend, is niet nagestreefd. De beschikbare gegevens laten dat niet toe.

Deze benadering geeft een beeld van de directe effecten van bedijkingen op de arealen intergetijdengebied. Een beeld van de indirecte effecten op de verdere ontwikkeling van het buitendijkse gebied, veroorzaakt door wijzigingen in hydrodynamische processen als gevolg van de polderontwikkelingen, blijft bij deze benadering echter achterwege.

De systematische wijze waarop in de oudere 'Beschrijvingen behorende bij de waterstaatskaart' de inpolderingen zijn opgenomen, geeft vertrouwen dat deze een zo volledig mogelijk beeld geven van de periode tot 1950. Enige twijfel blijft bestaan omtrent de Biesbosch, of het gegeven overzicht voor de periode 1800-1850 voor dit gebied volledig is. De Geus & Van Rappard (1843) vermelden een serie inpolderingen van totaal zo'n 2.000 ha, waarbij het jaartal onbekend is. In ons overzicht is aangenomen dat dit inpolderingen betreft uit de voorafgaande 18de eeuw.

Na 1950 ontbreken in de literatuur systematische overzichten. Het aantal inpolderingen neemt sterk af en moet uit diverse bronnen worden gereconstrueerd (zie tekst en Bijlage 14). In nog sterkere mate geldt dat voor de reeks van kleine en grotere ontwikkelingen in polderareaal die vanaf 1990 vorm krijgt. Het gegeven overzicht is niet compleet. Voor sommige ingrepen (bijvoorbeeld de aanleg van de havens bij Moerdijk) is vanwege het (vooralsnog) ontbreken van een bron gebruik gemaakt van een schatting uit waterstaatskaarten. De betrouwbaarheid van de gegeven cijfers over de ontwikkelingen in polderareaal na 1950 wordt dan ook lager ingeschat dan die over voorgaande perioden. Als een eerste benadering gaan we voor de totaalcijfers over de periode na 1950 uit van een onzekerheidsmarge in de orde van 500 ha.

Overeenkomstige problemen doen zich voor bij het maken van een schatting over de impact van de verschillende deltdammen op de arealen intergetijdengebied. Door het (grotendeels) wegvallen van het getij komen abrupt grote delen van de bekkens permanent onder water, ofwel droog te liggen. Ecotopen gelegen boven Laag-Laag-Water-Spring' (LLWS), laagwater tijdens springtij), ofwel ecotopen die meer of minder frequent bloot staan aan overspoeling door het getij, gaan verloren. Over hoe groot dit verlies aan intergetijdengebied was bestaan uiteenlopende schattingen.

Paalvast (2014) geeft een schatting van het totale areaal – uitgesplit naar diep- en ondiep water, plaat en slik, schor, gors, rietvelden en grienden – dat door de deltawerken van estuariene invloed is verstoken. Het totale ecotoopverlies in de zone boven LLWS, schat hij op om en nabij 35.000 ha. Een reconstructie van de achteruitgang in de afzonderlijke bekkens blijkt lastig. Bronnen ontbreken, zijn niet helder in hun definitie van intergetijdengebied, beperken zich tot een specifiek ecotoop (bijvoorbeeld schorren of alleen grienden) of spreken elkaar tegen. Door een combinatie van verschillende bronnen (zie tekst en Bijlage 14) zijn schattingen gemaakt per deelgebied zoals weergegeven in de Figuren 2.6, 2.11, 2.17, 2.19, 2.20, 2.23, 2.26 en 2.27. Gesommeerd leveren deze schattingen een totaalverlies aan ecotopen boven LLWS van circa 28.000 ha. Een vergelijking met de schatting van het totale areaal door Paalvast (2014) leert dat de berekende 28.000 ha is te beschouwen als een conservatieve schatting.

²⁴ Een uitzondering vormen de havenuitbreidingen van Maasvlakte-1 en -2, waarbij ook belangrijke oppervlakken van diepere getijdenezones zijn verdwenen, en in het geval van Maasvlakte-1, belangrijk duingebied (De Beer).

²⁵ Voor de natuurontwikkeling in voormalige polders in de Biesbosch en het Rijn Maasmondgebied zou wellicht beter gesproken kunnen worden van *potentieel* intergetijdengebied in die zin dat voor het gehele, herstelde natuurgebied op termijn ontwikkeling tot intergetijdengebied mogelijk is.

3.2 Flora en vegetatie

Het vaststellen van de historische referentie voor flora en vegetatie verliep via verschillende trajecten. Voor de flora vormden de floristische gegevens van FLORON een belangrijke bron samen met de gegevens van het recente project *Flora Zeelandica* van Peter Meininger en medewerkers (Meininger 2018). Voor de vegetatie boden de (kwantitatieve) gegevens van het project 'Atlas van plantengemeenschappen in Nederland' (Weeda et al. 2000-2005) een belangrijke basis, samen met gegevens uit vegetatiekarteringen.

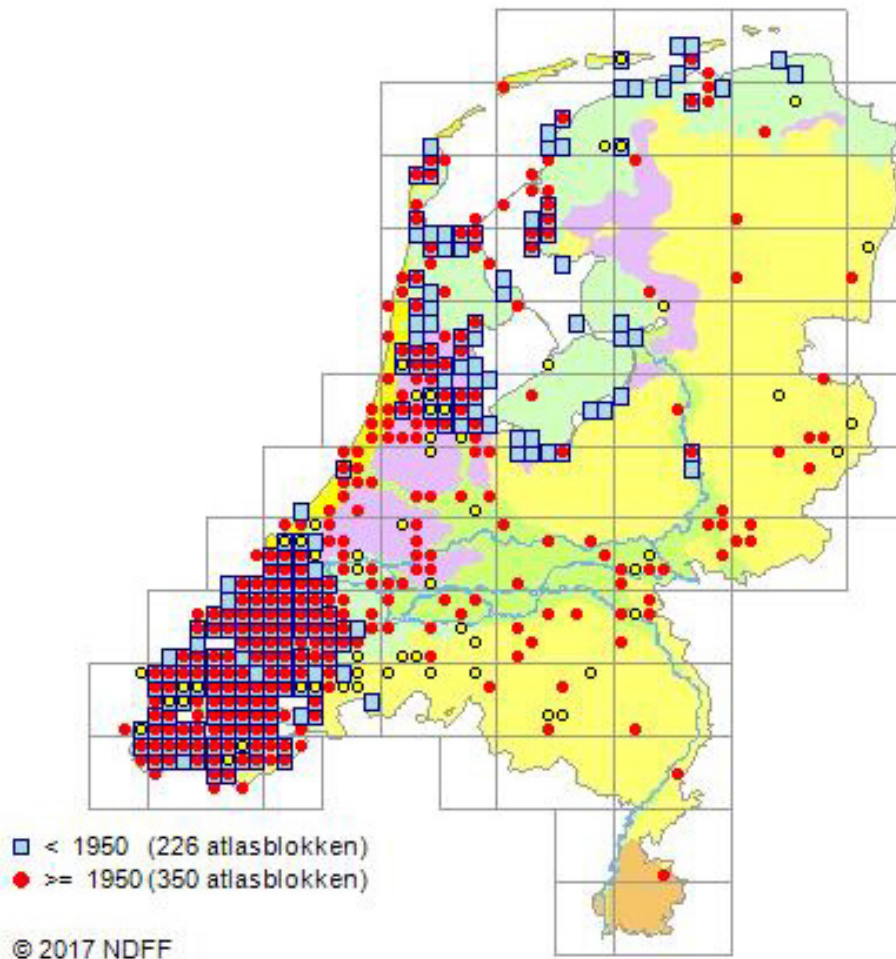
In het geval van vegetatie is een tweedeling aangehouden, waarbij werd aangegeven welke plantengemeenschappen: (1) in het 'zoekgebied' van estuariene delta en benedenrivieren voorkomen, en (2) welke daar een zwaartepunt hebben of zelfs exclusief zijn. Zo komt het Essen-Iepenbos (*Fraxino-Ulmetum*) wel voor maar is niet karakteristiek, anders dan bijvoorbeeld de Associatie van Klein zeegras (*Zosteretum noltii*) die wel kenmerkend is. Het uitgangspunt vormt het niveau van de associatie, maar in enkele gevallen zijn ook subassociaties in de analyse betrokken, wanneer deze voor de Zuidwestelijke Delta zeer kenmerkend zijn. Een voorbeeld is het *Alismo-Scirpetum scirpetosum triquetri*, de Subassociatie met Driekantige bies (*Schoenoplectus triquetus*) van de Associatie van Heen en Grote waterweegbree.

In het geval van de plantensoorten is een lijst opgesteld van 128 soorten die kenmerkend zijn voor de verschillende biotopen in de Zuidwestelijke Delta. Hierbij is aangegeven als de desbetreffende soort hier haar zwaartepunt van voorkomen in Nederland heeft. Zo is Smal fakkelgras (*Koeleria macrantha*) een karakteristieke soorten van de duinen maar is zeker niet exclusief voor Zuidwest-Nederland, terwijl een soort als Vogelpootjesklaver (*Trifolium ornithopoides*) in de Delta juist wel haar zwaartepunt heeft.

Zowel voor de plantensoorten als voor de plantengemeenschappen zijn matrix-tabellen opgesteld, waarbij een indicatie van voorkomen is gegeven in termen van de belangrijkste biotopen: open zee en Voordelta, zeearmen (open zout, gesloten zout, gesloten zoet), zoetwatergetijdengebied, strand en duinen, en inlagen, kreekrestanten en polders (resp. Bijlage 1 en Bijlage 2).

3.2.1 Flora

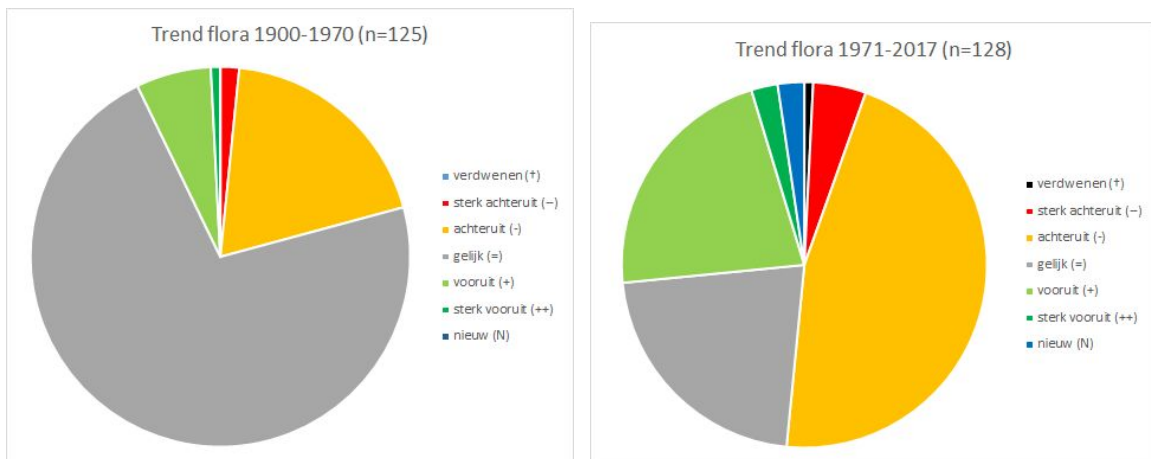
Wat betreft de huidige en historische verspreiding van plantensoorten in ons land konden we beschikken over een breed spectrum aan gegevens. Zo zijn de verspreidingsgegevens van alle plantensoorten in ons land te raadplegen via de website van de 'Verspreidingsatlas vaatplanten van FLORON' (www.verspreidingsatlas.nl), met een resolutie van 5x5 km. Met behulp van een schuifbalkje is, met intervallen van vijf jaar, naar believen een periode aan te geven waarvan men de gegevens wil bekijken, beginnend bij 1850 (Figuur 3.2). Voor de historische referentie is de driedelige 'Atlas van de Nederlandse flora' van Jaap Mennema en medewerkers een belangrijke bron (Mennema et al. 1985) en de Nieuwe Atlas van de Nederlandse flora van FLORON uit 2011. In beide werken is het jaartal 1950 als een kantelpunt gekozen. Van grote waarde is verder de reeds aangestipte *Flora Zeelandica*, een meer dan duizend pagina's tellend boekwerk met kaarten over twee perioden (1970-1990, na 1990), dat in 2018 is verschenen; hierin zijn onder andere de nooit gepubliceerde inventarisatiegegevens van de provincie Zeeland uit de jaren zeventig van de vorige eeuw vervat. Voor het project werden de (op dat moment nog niet gepubliceerde) uitvoerige beschrijvingen van elke individuele soort ruimhartig ter beschikking gesteld.



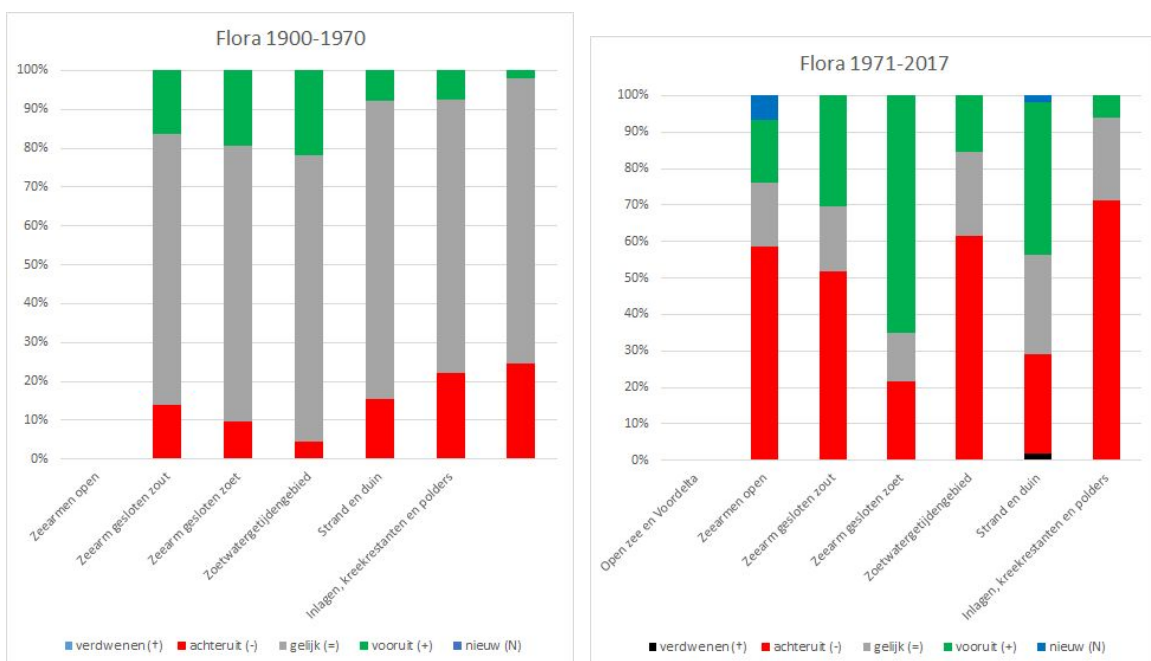
Figuur 3.2 Landelijke verspreiding van *Apium graveolens* (Selderij). Via de website van de 'Verspreidingsatlas vaatplanten van FLORON' kunnen van alle plantensoorten in ons land de verspreidingsgegevens worden geraadpleegd (www.verspreidingsatlas.nl).

Voor de Database Plantensoorten (Bijlage 1) heeft FLORON van de door ons geselecteerde soorten gedetailleerde gegevens beschikbaar gesteld om trends in verspreiding te kunnen bepalen in de periode vóór en na de deltawerken. Deze dataset geeft van iedere soort de volgende informatie: (1) aantal kilometerhokken waarin de desbetreffende soort in de Zuidwestelijke Delta is waargenomen in vier gehanteerde perioden, te weten 1900-1950, 1951-1970, 1971-1990 en 1991-heden, (2) door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) berekende trends op basis van jaarlijkse waarnemingen sinds 1975 voor het gehele land waarbij is gecorrigeerd voor waarnemingsinspanning, en (3) voor een klein aantal soorten verspreidingskaartjes over de vier perioden. Deze laatste hebben we in de rapportage opgenomen als illustratie voor de veranderingen die zijn opgetreden. Deze soorten staan symbool voor verschillende biotopen. Het betreft de volgende soorten: Engels gras (*Armeria maritima*; zeearmen zout en inlagen), Zeewolfsmelk (*Euphorbia paralias*; duinen) en Groot zee gras (*Zostera marina*; zeearmen open en zeearmen gesloten zout).

De door FLORON aangeleverde basisgegevens zijn geïnterpreteerd en omgezet in trends (volgens de klassenindeling in Bijlage 1) over de perioden 1900-1970 (vóór de deltawerken) en 1971-heden (na de deltawerken), zowel voor de gehele Zuidwestelijke Delta (Figuur 3.3) als per biotoop (Figuur 3.4). De interpretatie betreft een expert-inschatting op basis van alle hiervoor genoemde bronnen. Deze interpretatie is noodzakelijk omdat de ruwe data met betrekking tot de verspreiding van de soorten over de verschillende perioden tot verkeerde conclusies kan leiden, vooral omdat ze gebaseerd zijn op sterk wisselende waarnemingsinspanningen. De tweede periode (1950-1971) is relatief slecht bemonsterd, terwijl uit de laatste periode (1991-heden) juist opvallend veel waarnemingen beschikbaar zijn.



Figuur 3.3 Trends in het voorkomen van voor de Zuidwestelijke Delta kenmerkende plantensoorten over de perioden 1900-1970 (a) en 1971-heden (b).



Figuur 3.4 Trends in het voorkomen van voor de Zuidwestelijke Delta kenmerkende plantensoorten per biotoop over de perioden 1900-1970 (a) en 1971-heden (b).

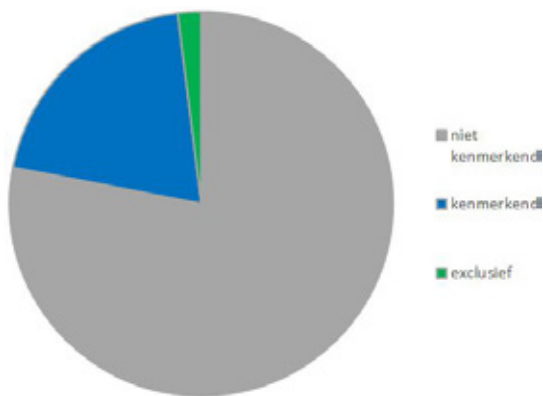
3.2.2 Vegetatie

Voor de vegetatie biedt de genoemde vierdelige boekenreeks 'Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland' van Eddy Weeda en medewerkers de belangrijkste informatie (Weeda et al. 2000, 2002, 2003, 2005). In deze boekenreeks zijn de perioden 1930-1974 en 1975-heden gehanteerd, waarvan de data dus min of meer representatief zijn voor de periode vóór en de periode na de deltawerken.

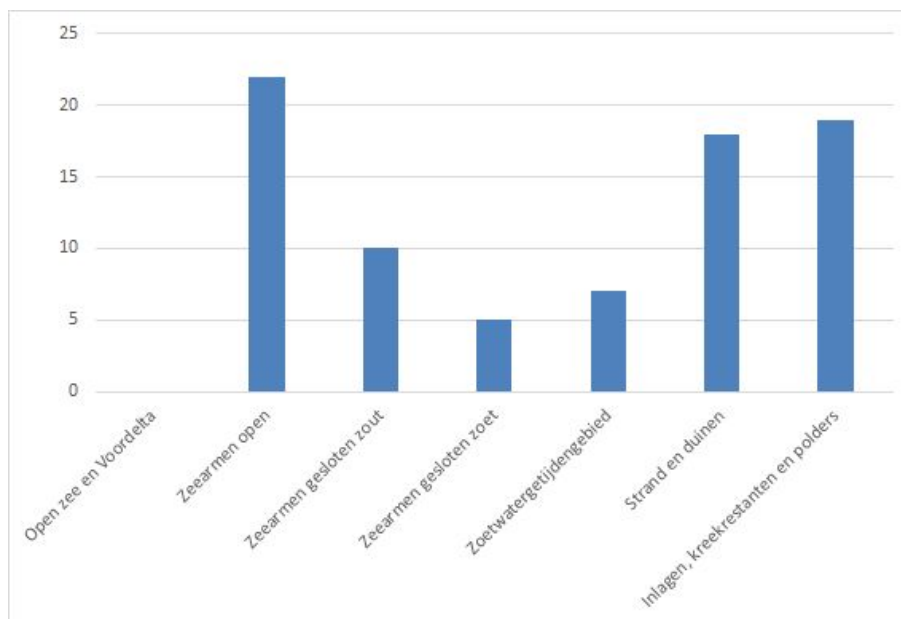
De vier atlassen vormden de basis voor de samengestelde database plantengemeenschappen, die alle plantengemeenschappen van de Standaardlijst (Schaminée et al. 2017) omvat, met daarbij een aanduiding of die in de Zuidwestelijke Delta voorkomen (Bijlage 2). Dit betreft de scores 0 t/m 4 in de eerste kolom, waarbij 3 en 4 aangeven dat het hier om kenmerkende of zelfs exclusieve gemeenschappen gaat (zie legenda Bijlage 2). De analyse richt zich verder op deze twee categorieën, waarbij allereerst geturfd is in hoeveel atlasblokken de desbetreffende gemeenschappen in de twee onderzochte perioden voorkwamen. Gebruikmakend van de beschrijvingen in de atlassen en de ruim aanwezige expert kennis is vervolgens een schatting gemaakt van het voorkomen van deze plantengemeenschappen over de vier perioden die we zoveel mogelijk in het project hebben aangehouden,

volgens de klassenindeling in Bijlage 2. Daarop is het oordeel gevormd over de trends in de perioden 1900-1970 en 1971-heden (waarbij dezelfde categorieën zijn aangehouden als bij de plantensoorten; zie legenda Bijlage 2). Een duiding van de huidige oppervlakte is hieraan toegevoegd (voor de indeling in categorieën zie legenda Bijlage 2). Bijlage 3 omvat een groot aantal factsheets, waarin voor alle kenmerkende plantengemeenschappen de verzamelde gegevens per gemeenschap worden samengevat. Dit betreft in totaal 60 gemeenschappen (associaties en subassociaties), waarvan er 54 kenmerkend en 6 exclusief zijn. De codering is conform de codes van de Standaardlijst (Schaminée et al. 2017).

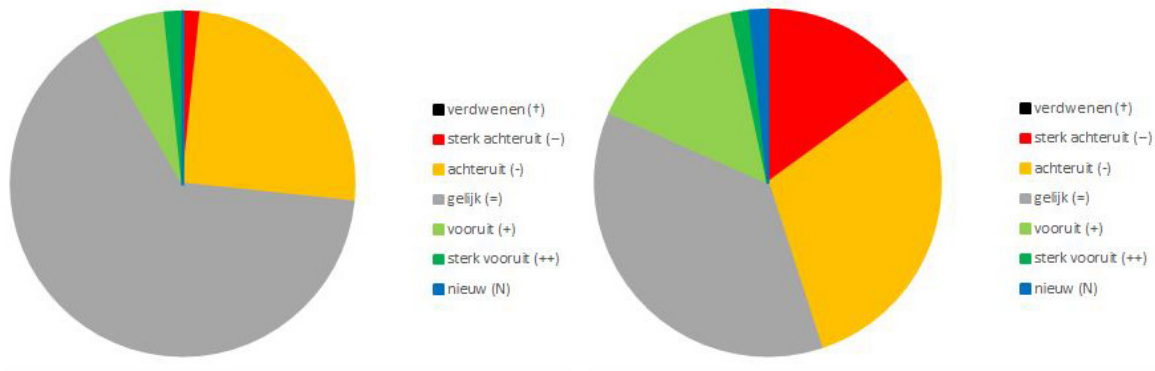
Op basis van de database plantengemeenschappen is een aantal analyses uitgevoerd, waarvan de resultaten staan weergegeven in staaf- en taartdiagrammen. Figuur 3.5 toont het aandeel van de voor de Zuidwestelijke Delta kenmerkende en exclusieve plantengemeenschappen ten opzichte van het totaal aantal in dit gebied voorkomende plantengemeenschappen, terwijl Figuur 3.6 het aantal kenmerkende plantengemeenschappen per biotoop laat zien. Figuur 3.7 toont de trends in het voorkomen van de kenmerkende plantengemeenschappen (associaties en subassociaties) over respectievelijk de perioden 1900-1970 en 1971-heden. In Figuur 3.8 wordt dezelfde informatie nogmaals getoond, maar nu verdeeld over de afzonderlijke biotopen. In hoofdstuk 4 worden de resultaten besproken per deelgebied (biotoop), waarna in Hoofdstuk 5 conclusies worden getrokken met betrekking tot de Zuidwestelijke Delta als geheel.



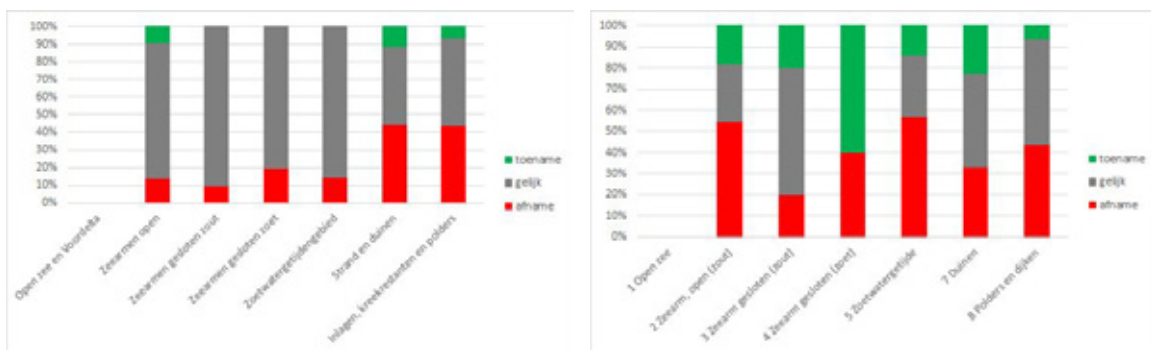
Figuur 3.5 Aandeel van de voor de Zuidwestelijke Delta kenmerkende en exclusieve plantengemeenschappen ten opzichte van het totaal aantal in dit gebied voorkomende plantengemeenschappen.



Figuur 3.6 Aantal voor de Zuidwestelijke Delta kenmerkende en exclusieve plantengemeenschappen per biotoop. De indeling van de biotopen volgt de indeling in deelgebieden zoals gehanteerd in Hoofdstuk 4.



Figuur 3.7 Trends in het voorkomen van de kenmerkende plantengemeenschappen over de perioden 1900-1970 (a) en 1971-heden (b).



Figuur 3.8 Trends in het voorkomen van de kenmerkende plantengemeenschappen per biotoop over de perioden 1900-1970 (a) en 1971-heden (b).

In de bespreking van de biodiversiteit per deelgebied (Hoofdstuk 4) wordt in een aantal gevallen de vegetatieverandering ook geïllustreerd aan de hand van vegetatiekaarten. Deze geven in detail de veranderingen weer in enkele geselecteerde gebieden (Verdronken Land van Saeftinghe, Springergors in de Grevelingen en Beninger en Korendijkse Slikken in het Haringvliet), maar staan in zekere zin ook 'pars pro toto' voor het geheel. Als derde bron om de veranderingen te illustreren kan gebruik worden gemaakt van PQ-reeksen (Permanente Kwadraten), waarvan zeer mooie voorbeelden voorhanden zijn, onder andere uit de archieven van het Delta-Instituut (Beeftink-archief) en de Biesbosch (Zonneveld-archief).

3.3 Vogels

Historische informatie van vóór de Deltawerken over het voorkomen van vogels in de Delta is veelal anekdotisch en niet systematisch verzameld. Mooi voorbeeld daarvan zijn de dagboekantekeningen van Lebret over zijn vogelwaarnemingen in de Biesbosch uit de jaren dertig van de vorige eeuw (Ouweneel 2017). Vanaf met name de jaren zestig van de vorige eeuw zijn steeds meer gestandaardiseerde, kwantitatieve gegevens verzameld en wordt de kennis dus een stuk exacter. De eerste integrale tellingen van doortrekkende en overwinterende watervogels in de Delta vonden plaats in herfst en winter van 1966/1967 (Wolff 1967). Herhaalde tellingen leverden ook de eerste inzichten op in de veranderingen in de vogelstand (Saeijs & Baptist 1977). Gegevens van broedvogels zijn veel verspreider vastgelegd. Van verslagen van beheerders tot rapporten en bijdragen aan een reeks van natuurtijdschriften. Geregeld zijn daarvan samenvattingen verschenen zoals voor het noordelijk deel van de Delta door Meininger et al. (2000). Ook zijn soms samenvattingen voor individuele vogelsoorten gemaakt, zoals voor de Dwergstern door Den Boer et al. (1993).

De oude gegevens en de huidige telgegevens worden tegenwoordig centraal opgeslagen in de Nationale Databank Flora & Fauna, bij SOVON Vogelonderzoek en bij Delta Project Management. Uit

uitgebreid onderzoek van oude publicaties en 'grijze' literatuur, waaronder ook gesprekken met oudere vogelaars uit de Delta, in combinatie met de reeks recente tellingen kan een goed beeld worden verkregen van de grootschalige ontwikkelingen in de vogelstand. Een recente samenvatting van de ontwikkelingen in de watervogelstand wordt gegeven door van der Winden et al. (2017).

3.4 Mariene fauna

Het onderzoek naar de mariene fauna richt zich, zoals hiervoor al aangegeven op zeezoogdieren, trekvissen en macrobenthos, met de jaartallen 1900, 1950, 1990 en 2016 als ijkpunten voor de historische referentie, de periode vlak voor en vlak na de uitvoering van de Deltawerken en de huidige tijd. Om context te bieden aan de veranderingen die hebben plaatsgevonden in de mariene fauna in de loop van de tijd is getracht tevens een beeld te schetsen van de veranderingen in mariene biotopen, waarbij de focus ligt op de intergetijdengebieden in de zeearmen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de biotopen diep water, ondiep water, slikken en zandplaten, en schorren (Ysebaert et al. 2013a). Op basis van een modelanalyse is een kaart gemaakt met deze biotooptypen voor een situatie waarbij sprake is van een volledig open delta met een ongehinderde estuariene dynamiek en een geheel open verbinding tussen de Noordzee en de rivieren. Een kanttekening hierbij is dat deze kaart is gebaseerd op de huidige grenzen tussen land en water. Na 1950 hebben inpolderingen plaatsgevonden waardoor de landgrenzen van nu enigszins afwijken van de gereconstrueerde landgrenzen in 1950. Bij de analyse dient verder rekening gehouden te worden met de zandhonger die heeft plaatsgevonden in de Oosterschelde en de Westerschelde, de veranderingen in rivierafvoer gedurende de voorbije decennia en zeespiegelstijging.

In de analyse van de afzonderlijke diergroepen zijn steeds de verschillen in oppervlakte van de afzonderlijke biotopen tijdens de situatie vóór de deltawerken en in de situatie na de deltawerken meegewogen, waarbij ook is stilgestaan bij veranderingen in waterkwaliteit. Per soortengroep zijn indicatorsoorten gekozen om de veranderingen te illustreren, zoveel mogelijk gebaseerd op de kwantitatieve data. Voor deze selecte groep soorten wordt ingegaan op hun habitatvoorkeuren en behoeften (marien, brak of zoet; litoraal of sublitoraal). Op basis van de beschikbare biotopen en de habitatvoorkeuren van de gekozen soorten wordt hun ontwikkeling door de jaren heen beschreven.

Uit de periode vóór de start van de bouw aan de deltawerken waren de meeste gegevens alleen beschikbaar uit niet-digitale bronnen, waarvan de ruwe gegevens gewoonlijk niet meer zijn te achterhalen. Waar relevant zijn dergelijke gegevens zo precies mogelijk gedigitaliseerd.

De database zal, zover dat mogelijk is op basis van de gevonden en beschikbare kwantitatieve data, per indicatorsoort voor de verschillende waterbekkens in de Zuidwestelijke delta en per jaar een mate van aanwezigheid weergeven, bijvoorbeeld het aantal waargenomen individuen in het geval van zeezoogdieren of de gevangen hoeveelheid in het geval van vissen. Dergelijke gegevens zijn trouwens niet voor alle jaren en niet voor alle bekkens beschikbaar. Daarnaast zijn de gegevens vaak met verschillende methoden verzameld waarop een op een vergelijken van vangsten van voorgaande periodes niet zomaar mogelijk is. Omdat voor macrozoöbenthos gegevens over aantallen aanwezige aantallen schaars zijn wordt hier volstaan met een kwalitatieve beschrijving van de trends en ontwikkelingen in de Zuidwestelijke Delta.

3.4.1 Zeezoogdieren

Voor de zeezoogdieren ligt de focus op de Gewone zeehond (*Phoca vitulina*), de Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) en de Bruinvis (*Phocoena phocoena*). Belangrijke bronnen voor de historische ontwikkeling van zeezoogdieren in het Deltagebied zijn onder anderen Dedert et al. (2015), De Vooy et al. (2012), Camphuysen & Siemensma (2011), Mees & Reijnder (1994) en, specifiek voor de Westerschelde, Meininger et al. (2003).

3.4.2 Trekvissen

Het vaststellen van een historische referentie van de visfauna voor de Zuidwestelijke Delta wordt gedaan door het bijeenbrengen van data uit verschillende rapporten die over het algemeen focussen op specifieke waterbekkens (o.a. Hovenkamp & Van der Veer 1993; Vaas 1968; Doornbos 1987 met betrekking tot de Grevelingen; Quak 2016 met betrekking tot het Haringvliet en Twisk 2004 met betrekking tot het Veerse Meer). De focus ligt bij trekvissen, zoals Atlantische zalm (*Salmo salar*), Europese steur²⁶ (*Acipenser sturio*), Elft (*Alosa alosa*) en Fint (*Alosa fallax*). Voor de periode na 1970 is gebruik gemaakt van rapportages die tijdsreeksen van de visstand voor de Delta beschrijven op basis van data afkomstig van verschillende monitoringsprogramma's zoals de Demersal Young Fish Survey (DYFS), de Ankerkuil bemonstering en de visstand bemonstering, als onderdeel van de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR).

3.4.3 Macrozoöbenthos (bodemdieren)

Het macrozoöbenthos zijn bodemdieren die in of op de bodem leven zoals schelpdieren, wormen en verschillende soorten kreeftachtigen. Het macrozoöbenthos vormt een typische groep van organismen die in mariene, estuariene en aquatische milieus voorkomen en vormen een centraal element in de voedselketen van deze ecosystemen. Tevens is het macrozoöbenthos een goede milieu-indicator. Veel informatie over het voorkomen van het macrozoöbenthos in de Zuidwestelijk Delta bij het begin van de 20^{ste} eeuw is er niet. Wel is er heel wat informatie voorhanden van de situatie net voor de Deltawerken en voor een historisch beeld van het macrozoöbenthos in de Zuidwestelijke Delta is vooral Wolff (1973) een belangrijke bron. Wolff (1973) heeft gedurende de jaren 1958–1970 ecologisch onderzoek verricht aan de diergroepen die de zand- en modderbodems van de estuaria in het Deltagebied bewonen. In de reeks Fauna Zeelandica zijn twee delen verschenen over de zeefauna in Zeeland, waarvan het eerste deel de sponzen, neteldieren, zakpijpen, wormen, tentakeldieren en stekelhuidigen omvat (Leewis et al. 2005) en het tweede deel de kreeften, krabben en garnalen (Leewis et al. 2010). Daarnaast is gebruik gemaakt van literatuur die specifiek over één watersysteem gaan.

De volgende drie typische estuariene soorten zijn gekozen om nader te analyseren (o.a. op basis van beschikbare data, voedselgilde en belangrijkheid): Nonnetje (*Limecola balthica* = *Macoma balthica*), een veelvoorkomend schelpdier en deposit feeder in het intergetijdengebied en subtidaal, Kokkel (*Cerastoderma edule*), een belangrijke filter feeder en vaak in hoge biomassa's voorkomend in het intergetijdengebied, en een belangrijke voedselbron voor met name Scholekster, en zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor* = *Nereis diversicolor*), een omnivoor van het intergetijdengebied). Daarnaast wordt specifiek aandacht besteed aan de brakwaterfauna en zoetwatergetijdenfauna.

Voor de mariene fauna geldt dat gepoogd is om een beeld te geven van de grote veranderingen in de soortgroepen over tijd. De aangeleverde informatie geeft geenszins een volledig beeld van de ontwikkelingen van de mariene fauna in de Delta. Zo zullen niet alle waterbekken voor alle mariene soortgroepen aan bod komen. Hiervoor was binnen het huidige project niet de ruimte.

²⁶ Recente onderzoeken naar historisch en archeologisch materiaal hebben aangetoond dat er in Nederland naast de Europese steur (*Acipenser sturio*) ook de Atlantische steur (*Acipenser oxyrinchus*) voorkwam (o.a. Thieren et al. 2016). Beide soorten zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden en de historische Steurvangsten kunnen dus op beide soorten betrekking hebben.

4 Biodiversiteit per deelgebied

4.1 Open zee en Voordelta

4.1.1 Mariene fauna

Over veranderingen in de mariene fauna op open zee (Noordzee) en in de Voordelta bestaan, in tegenstelling tot de afzonderlijke zeearmen, geen overkoepelende kwantitatieve gegevens. Derhalve zullen we hier volstaan met een korte kenschets van de aanwezige biodiversiteit, waarop de geschetste veranderingen in deze 'zeeschappen' mede in oenschouw genomen dienen te worden (zie Par. 2.2.1).

Net als op het land zijn alle hogere niveaus in de voedselketen afhankelijk van primaire productie door planten, in dit geval het fytoplankton. Het fytoplankton in de Noordzee (en Voordelta) bestaat uit enkele honderden soorten, die in twee groepen kunnen worden opgedeeld. De eerste groep betreft autochtone soorten, de tweede groep oceanische soorten. Deze laatste komen met het instromende Atlantische water mee en hun populaties in de Noordzee ontwikkelen zich afhankelijk van de omstandigheden sterk of minder sterk.

De productie van organisch materiaal door fytoplankton kent grote regionale verschillen, als gevolg van hydrografische en klimatologische omstandigheden. Ze is bijvoorbeeld afhankelijk van waterdiepte en de menging van de waterkolom. Deze beïnvloeden de beschikbaarheid van nutriënten en de lichtomstandigheden waaronder de algen kunnen groeien. Op het moment dat door toename van de lichtinstraling de temperatuur stijgt en zich een gelaagdheid in het water ontwikkelt, treedt bloei van voornamelijk grote diatomeeën op. In de zuidelijke Noordzee begint de voorjaarsbloei begin april, terwijl in het noorden de bloei drie tot vier weken later aanvangt. De productie in de zuidelijke Noordzee duurt meer dan vijf maanden, in het noorden slechts drie tot vier maanden. De productiviteit in het noorden is dan ook veel lager dan in het zuiden.

De primaire consument van het fytoplankton is het zoöplankton. Dit bestaat uit zowel soorten met een tijdelijk als uit soorten die een volledige planktonisch levenscyclus hebben. Typische vertegenwoordigers van de laatste groep zijn roeipootkreeftjes (copepoden), een soort watervlooien van de zee. Doorgaans volgt de populatieontwikkeling van deze copepoden de ontwikkeling van het fytoplankton. Alleen in het voorjaar, wanneer de watertemperaturen nog laag zijn en het zoöplankton zich traag ontwikkelt, ontstaat er een verschil tussen de aanwezigheid van fytoplankton en zoöplankton. Algenmateriaal dat in deze periode wordt gevormd, kan dan massaal naar de bodem zinken, waar het een grote rol speelt als voedselbron voor het benthos, de ongewervelde dieren die in en op de bodem leven. Later in het jaar, als de populatie zoöplankton zich goed heeft ontwikkeld, zinkt vrijwel geen vers materiaal meer naar de bodem. Alle plantenmateriaal wordt door het zoöplankton gegraasd. Het benthos raakt afhankelijk van in het water opgelost (oud) materiaal of van de minimale hoeveelheden die de bodem nog weten te bereiken. De totale hoeveelheid primair materiaal dat in een zeegebied geproduceerd wordt, bepaalt uiteindelijk de biomassa van de hogere trofische niveaus in het gebied. Voor het noordelijke deel van de Noordzee wordt de primaire productie geschat op 100 tot 200 mg C/m² per dag. Voor de zuidelijke Noordzee liggen de schattingen meer dan twee keer zo hoog. Voor estuaria worden nog hogere waarden gegeven. Het WNF rapport *Hoogtij voor Laag Nederland* stelt dat de productiviteit in estuaria ongeveer twintig keer zo hoog is als op zee en circa anderhalf keer zo hoog als de productie op landbouwgrond (Braakhekke et al. 2008).

Door de heterogeniteit van de structuur en het functioneren van de verschillende delen van de Noordzee zijn de deelgebieden voor uiteenlopende soorten van belang. Veelal is sprake van een seizoendifferentiatie. Dit geldt vooral voor hoog mobiele organismen, waaronder vissen, zeezoogdieren en vogels (zie verderop). Haring (*Clupea harengus*), Kabeljauw (*Gadus morhua*) en Schol (*Pleuronectes platessa*) hebben specifieke paai-, foerageer- en opgroeigebieden. Andere vissoorten

gebruiken de Noordzee slechts tijdelijk als voedselgebied of als een uitwijkgebied in perioden dat de omstandigheden er gunstig zijn. Voor soorten die min of meer toevallig in de Noordzee terecht komen, zoals maanvissen of Braam, is deze zee het eindstation: ze zijn hier ten dode opgeschreven. Het hoge voedselaanbod en de lage aantallen grote vissen die jagen op jonge vis maken de Voordelta (evenals de andere delen van onze kustzone) tot een belangrijke kraamkamer voor een groot aantal vissoorten. Van soorten als Bot (*Platichthys flesus*), Tong (*Solea solea*), Schol, Schar (*Limanda limanda*), Griet (*Scophthalmus rhombus*), Tarbot (*Psetta maxima*), Kabeljauw, Wijting (*Merlangius merlangus*) en Steenbolk (*Trisopterus luscus*) zijn de aantallen juveniele dieren in deze zone bijzonder hoog. Ook de Haring groeit hier op. Daarnaast is de Voordelta, dankzij de ligging bij de monding van de grote rivieren, het belangrijkste zeegebied voor trekvisserij als Houting (*Coregonus oxyrinchus*), Zeeprink (*Petromyzon marinus*), Atlantische zalm (*Salmo salar*) en Fint (*Alosa fallax*).

Van de walvissen en dolfijnen worden Bruinvis en Witsnuitdolfijn als inheems beschouwd. Verder komen vijftien soorten in de Noordzee voor die als (onregelmatige tot regelmatige) gast worden beschouwd (Figuur 4.7; zie ook de mooie plaat in het boek *Fraaie schepsels* van Ed Buijsman over de Grote stern in Nederland). In de meeste gevallen beperkt hun verspreiding zich tot het gebied ten noorden van de Doggersbank en langs de Engelse en Schotse oostkust, zodat ze in het gebied van de Zuidwestelijke Delta geen rol van betekenis spelen.

In de Voordelta is als gevolg van de aanvoer van voedingsstoffen met rivierwater en de ondiepte (veel licht) de primaire productie relatief hoog, veel hoger dan op open zee. Op de aanwezige zandbanken en droogvallende platen komen hierdoor bijna twee keer zoveel bodemorganismen voor qua dichtheid en biomassa dan op plekken van gelijke omvang elders op de Noordzee (Jansen & Schaminée 2009 en de bronnen daarin genoemd, waaronder Hamerlynck & Craeymeersch 1990, Craeymeersch et al. 1997 en Witteveen & Bos 2007). Er zijn meer dan honderd soorten die hier ten minste een deel van hun leven op de bodem doorbrengen, waaronder larven van wormen, vissen en kreeftachtigen. Ruim 150 soorten leven permanent in de bodem, waaronder borstelwormen, kleine kreeftachtigen, schelpdieren en stekelhuidigen. De fauna bestaat zowel uit soorten van de open zee als uit estuariene soorten, waarmee de Voordelta een overgangszone vormt. De hoogste dichtheden aan bodemdieren leveren de worm *Spiophanes bombyx*, de Schelkokerworm (*Lanice conchilega*) en de Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), terwijl tegenwoordig ook het Mesheft (*Ensis directus*) in grote aantallen en daarmee met hoge biomassa voorkomt. Verder dragen de Zeeklit (*Echinocardium cordatum*) en zeeanemonen flink bij aan de biomassa in het gebied. De diverse bodemdieren zijn niet homogeen over de Voordelta verdeeld: de soortensamenstelling verschilt per buitendelta met een gradiënt in dichtheden en biomassa van west naar oost. De ondiepe, zandige banken aan de westzijde zijn het minst soortenrijk, als gevolg van de grofkorrelige bodem en de hoge stroomsnelheden. Kenmerkend zijn hier kniksprietkreeftjes (*Bathyporeia*) en Zandspiering (*Ammodytes tobianus*). Dichter bij de kust worden de aantallen hoger, vooral op de overgang van platen naar geulen. Hier is de primaire productie het hoogst, wat gepaard gaat met hogere dichtheden aan vissen, zeesterren, garnalen en krabben. Het brakke en slibrijke gebied voor de Haringvlietsluizen daarentegen is relatief arm aan soorten, waarbij de Wadpier (*Heteromastus filiformis*) domineert. Ook Kokkel (*Cerastoderma edule*) en Nonnetje (*Macoma balthica*) hebben hier hoge dichtheden, de laatste vooral in de monding van de Westerschelde.

4.1.2 Vogels

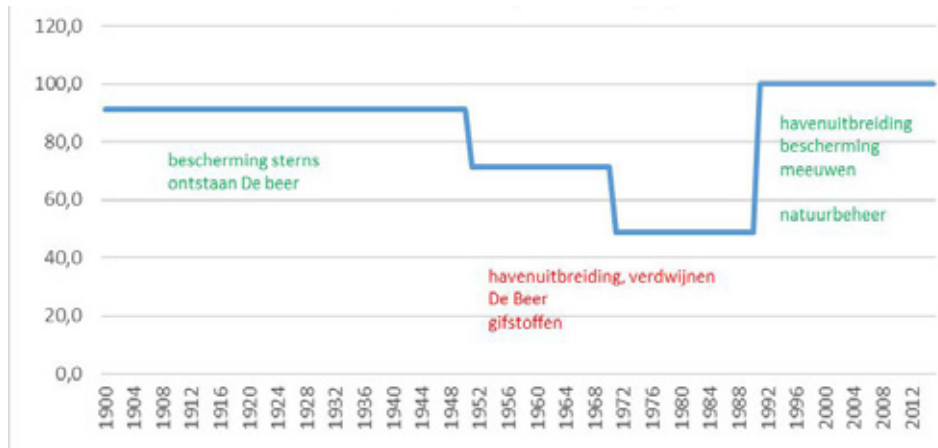
De Voordelta en Open zee zijn behalve voor kustbroedvogels ook voor veel vogels van belang als doortrek- en overwinteringsgebied, zowel voor visetende als voor schelpdieretende soorten.

Viseters

Broedvogels (zie Figuur 4.1):

Karakteristieke broedvogels van de Voordelta zijn kustbroedvogels als Grote Stern, Dwergstern, Visdief en Kleine Mantelmeeuw. Grote Sterns broeden langs de randen van de Voordelta (Haringvliet, Grevelingen, Westerschelde) en zijn volledig afhankelijk van de open zee om voedsel te zoeken en van de zandplaten om hun jongen op te laten groeien na het uitvliegen. Na het verdwijnen van De Beer (in 1964; zie Buijsman 2007), de belasting met gifstoffen en toegenomen recreatie verdwenen de sterns vrijwel geheel als broedvogel in de Voordelta. De Grote stern keerde, uitgezonderd begin jaren

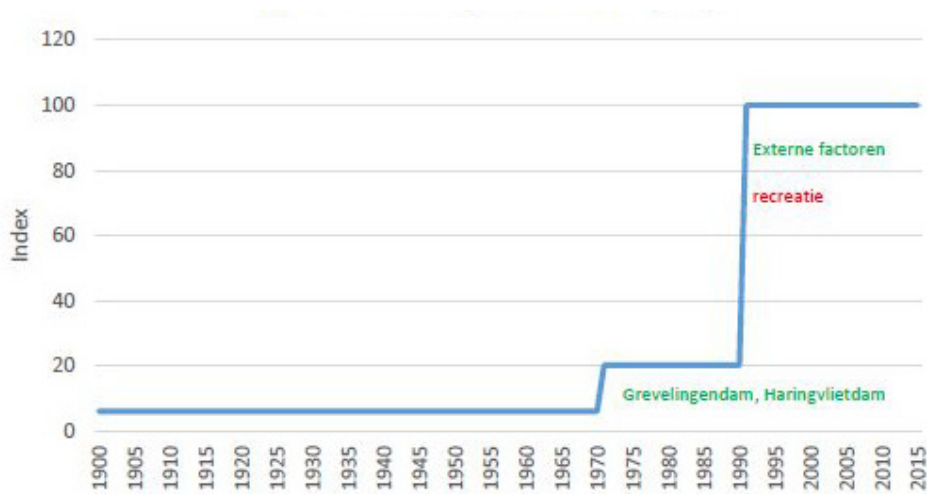
zeventig enkele jaren op De Kwade Hoek (enkele honderden paren), niet terug als broedvogel. Visdief en Dwergstern keerden wel terug maar haalden nooit meer de aantallen van vroeger. Dwergsterns nestelen op de meest rustige delen van het Noordzeestrand en zijn kwetsbaar voor verstoring. Geholpen door natuurbeheer zijn grote kolonies visdieven te vinden op de Maasvlakte, in de monding van het Haringvliet, Oosterschelde en Westerschelde. In 1957 werd het eerste broedpaar van de Kleine mantelmeeuw vastgesteld in de Delta (De Beer). In die tijd werden de meeuwen sterk vervolgd. Pas vanaf de jaren tachtig namen de aantallen sterk toe. Broedvogels die uit de Hollandse duinen werden verdreven door de Vos (*Vulpes vulpes*) vestigden zich op de ruim voorhanden geschikte broedgebieden in de Europoort en op de Maasvlakte. Dit mondde uit in de grootste kolonie van Nederland (en de wereld) van de Kleine mantelmeeuw op de optieterreinen van de Maasvlakte. Ook op Neeltje Jans en in de Meeuwenduinen op Schouwen komen duizenden Kleine mantelmeeuwen tot broeden.



Figuur 4.1 Trends in het aantal visetende broedvogels van de open zee tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (zie Figuur 4.2):

Voor viseters is de Voordelta van groot belang als doortrek- en overwinteringsgebied. Belangrijke aantallen van de Roodkeelduiker overwinteren in het zeegebied tussen de Kop van Schouwen en Goeree. Dit overwinteringsgebied is vooral vanaf het midden van de jaren 1980 in opkomst gekomen, na de afsluiting van het Grevelingenmeer. Voor de meeste andere viseters geldt eveneens dat er sprake is van een toename na de afsluiting van de zeearmen. Sinds de eeuwwisseling is de Middelste Zaagbek toegenomen in de Voordelta. Mogelijk is er een verplaatsing van de lokale winterpopulatie vanuit het Grevelingenmeer (waar de trend sinds de eeuwwisseling negatief is) naar de Voordelta. Voor de Kuifduiker is de kustzone voor de Brouwersdam een van de belangrijkste overwinteringsgebieden in NW-Europa. Deze soort is in het bijzonder vanaf de eeuwwisseling in aantal toegenomen. Met de toename van de Lepelaar in Nederland kwam ook de Voordelta in beeld. Voor de Lepelaar is de Voordelta van groot belang en de aantallen vertonen een positieve trend. De vogels uit de grote kolonie lepelaars in het Quackjeswater op Voorne halen voor een groot deel hun voedsel op de Hinderplaat, de Westplaat en de Kwade Hoek.



Figuur 4.2 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwintelaars van de Voordelta tussen 1900 en 2015.

Bodemdiereters

Doortrekkers-overwintelaars (zie Figuur 4.3):

Voor schelpdiereters is de Voordelta van groot belang als overwinteringsgebied. Zwarte Zee-eenden kwamen in de vorige eeuw talrijk voor in de Voordelta. In de jaren 1930-1960 werden waarnemingen gedaan van 10.000-25.000 exemplaren voor de kust van Schouwen. Tegenwoordig is dit deel van de Voordelta nog steeds het belangrijkste overwinteringsgebied maar bij een goede voedselsituatie kunnen groepen tijdelijk in de gehele Voordelta opduiken. De trend bij de Zwarte Zee-eend is de laatste jaren negatief in de Voordelta. Het voedselaanbod is de laatste jaren gering, mogelijk speelt commerciële schelpdiervisserij op soorten als Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*, sinds kort *Ensis leei*) en *Spisula (Spisula)* een rol. In de kustzone bij de Brouwersdam komt veel verstoring door surfers en kite-surfers voor. Ook de Brilduiker vertoont een negatieve trend in de Voordelta. Belangrijke overwinteringsgebieden van deze soorten liggen in de kustzone van de Maasvlakte en de Brouwersdam. De afname in de laatste jaren wordt over het gehele Deltagebied opgemerkt en heeft mogelijk te maken met een verplaatsing van overwinteringsgebieden. Het (gedeeltelijk) afsluiten van zeearmen en aanleg Maasvlakte had een positieve invloed op het areaal slik. De slikkige zandplaten in de noordelijke Voordelta (Hinderplaat, Westplaat, Kwade Hoek) zijn tegenwoordig van groot belang als doortrek- en overwinteringsgebied voor duizenden steltlopers, met name Scholeksters, Drieteenstrandloper en Bonte Strandloper.



Figuur 4.3 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwintelaars van de Voordelta tussen 1900 en 2015.

4.2 Zeearmen en zoetwatergetijdengebied

4.2.1 Zeearmen open

4.2.1.1 Flora en vegetatie

Zowel de Oosterschelde als de Westerschelde zijn met betrekking tot hun flora en vegetatie goed gedocumenteerd, zodat we deze gebieden hier beide (afzonderlijk) ten tonele voeren.

OOSTERSCHELDE

De Oosterschelde was de laatste zeearm in Zuidwest-Nederland die zou worden afgedamd. Na de vele protesten tegen de volledige afsluiting, in de jaren zeventig van de vorige eeuw, is – met het oog op de hoge natuurwaarden en de schelpdierteelt – besloten een stormvloedkering aan te leggen, waarmee het zoute karakter van het gebied behouden kon blijven. Het gebied bleef daarmee na de aanleg van deze dam in 1985 onder invloed van getij staan, zij het in 'afgetopte' vorm. Wel werden het Markiezaat en Zoommeer aan de oostzijde (bij Bergen op Zoom) en het Krammer-Volkerak (aan de noordzijde) afgedamd, waarmee een groot areaal aan schorren verloren ging.

Door de Deltawerken ging tevens de toevoer van rivierwater verloren, met als gevolg dat de Oosterschelde veranderde van een estuarium met geleidelijke zoet-zout gradiënten en hoogteverschillen naar een luwe baai met zout water en gedempt getij. Door de afgenomen stroomsnelheden verdwijnt steeds meer sediment in de geulen, en daarmee vlakken de hoogteverschillen af. Deze 'zandhonger' gaat ten koste van schorren en droogvallende zandplaten en slikken. Om de erosie van schorren tegen te gaan zijn op verschillende plekken stenen oeververdedigingen aangebracht.

In 1910 bedroeg de oppervlakte aan schorren in de Oosterschelde zo'n 2.000 ha. Deze oppervlakte nam toe door de aanplant en uitbreiding van Engels slijkgras (*Spartina anglica*), dat vooral in het huidige Krammer-Volkerak voor een sterke schoruitbreiding zorgde. In 1960 bedroeg de oppervlakte zo'n 2.200 ha, maar ruim 1.500 ha hiervan ging verloren na de afsluiting van het Markiezaat, Zoommeer en Krammer-Volkerak. Na de aanleg van de stormvloedkering ging van het in de Oosterschelde resterende areaal (ca. 630 ha in 1978) ruim 1/3 deel verloren door erosie. In 2013 resteerde nog 465 ha schor. De grootste schorgebieden van de Oosterschelde liggen in de oostelijke delen van de baai: de Schorren van Anna Jacobapolder, de Schorren bij Sint Annaland (Figuur 4.4), het Schor bij Rattekaai en de Slikken van Viane.

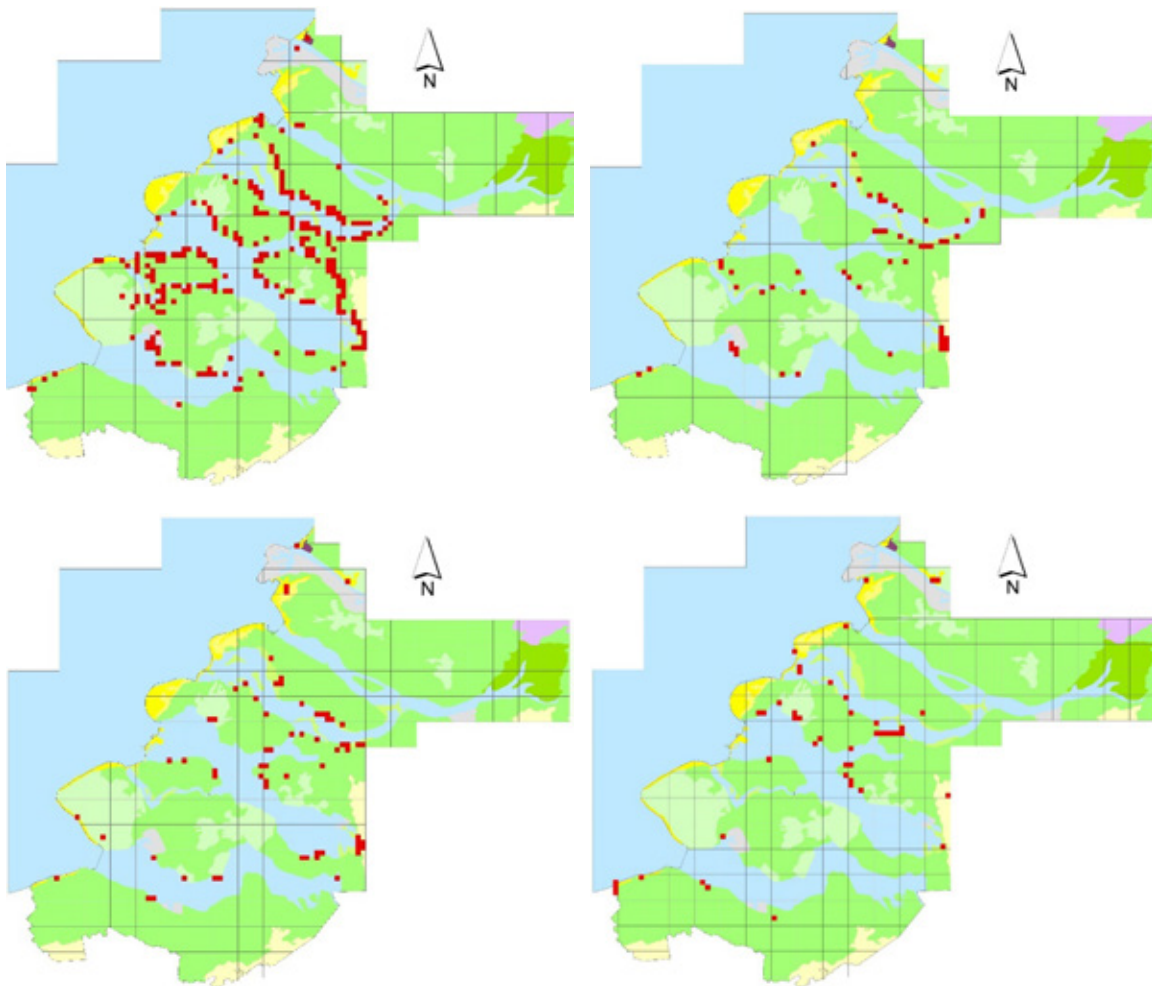
De vegetatie op de schorren veranderde eveneens door de afsluiting. Door de afgenomen overstroming trad meer doorluchting en rijping van de bodem op. De lage delen van de schorren zijn over grote oppervlakte begroeid geraakt met Engels slijkgras (*Spartina anglica*), dat voorheen vooral op het slik groeide. Alleen waar beweiding plaatsvindt, zoals op de Slikken van Viane, komen over aanzienlijke oppervlakte begroeiingen voor met Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*). De middelhoge kwelderdelen zijn vooral begroeid met Gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*) en – op wat minder ontluchte plekken – Lamsoor (*Limonium vulgare*). De hoogste delen en oeverwallen langs kreken worden gedomineerd door Strandkweek (*Elytrigia atherica*). Al met al is de soortensamenstelling van de schorren sterk verarmd (zie Figuur 3.3).

De verandering in verspreiding van Engels gras (*Armeria maritima*) in de Zuidwestelijke Delta illustreert de verarming van de flora van schorren (Figuur 4.4a, 4.4b, 4.4c en 4.4d). In het Krammer-Volkerak en de Grevelingen is de soort sterk achteruitgegaan door verzoeting van de voormalige schorren, terwijl in de Oosterschelde de schorren verruigd zijn door het verminderde getij en het afgenomen gebruik als weidegrond, waardoor er weinig ruimte meer is voor een weinig concurrentiekrachtige soort als Engels gras.



- Kpp: Prepionierzone
- Kp: Pionierzone kwelder
- Kpb: Pionierzone brakke kwelder (estuaria)
- Kl: Lage kwelder
- Klb: Lage kwelder brakke kwelder (estuaria)
- Km: Middelhoge kwelder
- Kmb: Middelhoge brakke kwelder (estuaria)

Figuur 4.4 Verandering in kwelderzones op het schor bij Sint Annaland in de Oosterschelde tussen 1978 (boven) en 2013 (onder). De kwelderzonering is in de tussenliggende periode nauwelijks veranderd. Alleen in de oostelijke, relatief jonge deelgebieden, heeft ophoging plaatsgevonden, alsmede achteruitgang van de pionierzone (Bron: webviewer kweldervegetatie Rijkswaterstaat).



Figuur 4.5 Verspreiding van Engels gras (*Armeria maritima*) over de perioden 1900-1950 (a), 1951-1970 (b), 1971-1990 (c) en 1991-heden (d). De gegevens zijn verstrekt door FLORON.

Binnendijks bevinden zich ook talloze locaties met zoutvegetatie in de vele inlagen en karrevelden. Hierin komen plaatselijk zeldzame soorten voor als Blauw kweldergras (*Puccinellia fasciculata*) en Zeegerst (*Hordeum marinum*). Als compensatie voor de erosie van slikken en schorren door de zandhonger, zijn grote oppervlakten landbouwgebied omgezet naar zilte, binnendijkse terreinen (Plan Tureluur), vooral aan de zuidkust van Schouwen (De Prunje). Een groot deel van deze terreinen staat via kwelbuizen in contact met de Oosterschelde. Hier komen nu grote oppervlakten pionierbegroeiingen met zeekralen voor, alsmede hogere schorbegroeiingen. In de waterplassen hebben zich massaal de zeldzaam geworden Snavelruppia (*Ruppia maritima*) en Spiraalruppia (*Ruppia cirrhosa*) gevestigd. De vegetaties die deze soorten vormen zijn daarmee recent in omvang sterk toegenomen, vanuit een diep dal uit de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw, toen beide soorten door verzoeting en eutrofiëring van brakke wateren erg zeldzaam waren geworden. Buitendijks zijn dit soort begroeiingen uiterst zeldzaam. Hetzelfde geldt voor de vegetatie van Groot zeegras (*Zostera marina*), die in heel Zeeland alleen nog van de Plaat van Oude Tonge bekend is. Begroeiingen van Klein zeegras (*Zostera noltei*) komen in de Oosterschelde nog op meer plekken voor, deels op droogvallende slikken en deels in ondiepe krekken op de schorren.

Een recente compensatie voor het verlies aan schorareaal is het herstel van estuariene dynamiek in het Rammegors. Dit gebied maakte voor de Deltawerken onderdeel uit van de estuariene gradiënt van Oosterschelde naar de Eendracht. Het is afgesloten bij de aanleg van de Schelde-Rijnverbinding. Door verzoeting ontstonden begroeiingen zoals die ook in het Krammer-Volkerak aanwezig zijn. In 2014 is een verbinding met de Oosterschelde gemaakt, waarmee het gebied verzilt en er schorvegetatie kan ontstaan.

WESTERSCHELDE

De Westerschelde is feitelijk het enige gebied in de Zuidwestelijke Delta waar het natuurlijke karakter van de zeearm grotendeels behouden is geweest. De Westerschelde is nog steeds een estuarium, met een geleidelijke gradiënt van zoet naar zout en een groot getijdeverschil. Het betreft zelfs een van de grootste estuaria van Europa, met als bijzonderheid een tweetal hoofdgeulen die de afvoer en aanvoer van het water reguleren. Ondanks deze uitzonderlijke karakteristieken is ook in de Westerschelde veel van het oorspronkelijke karakter verloren gegaan. Dit betreft met name een sterk verlies aan areaal schorbegroeiingen sinds 1925, inclusief een verlies aan laag dynamische delen in de zijarmen. Dit alles is een gevolg van de vele bedijkingen van voormalige schorren en van het afdammen van de zijtakken zoals het Sloe en de Braakman.

Het schorareaal nam in het eerste kwartaal van de twintigste eeuw nog toe, als gevolg van een sterke aanwas door de aanplant en uitbreiding van Engels slijkgras (*Spartina anglica*). In 1938 was sprake van een maximale omvang in deze eeuw van 3.657 ha schor. Daarna is het areaal sterk afgenomen door diverse inpolderingen, met name in het westelijke en middendeel van de Westerschelde. Alleen al de afdamming van de Zuid-Sloe en de Braakman betrof een verlies aan respectievelijk ongeveer 300 en 600 ha schorvegetatie. In het oosten bij Ossendrecht verdween zo'n 600 ha door inpoldering ten behoeve van de aanleg van het kanaal van Rotterdam naar Antwerpen. Deze sterke achteruitgang is deels gecompenseerd door voortdurende uitbreiding van het schor in het Verdrongen Land van Saeftinghe. Dit is het grootste schorgebied van Nederland en – door het enorme getijdeverschil – ook het meest indrukwekkende schorgebied, met enorm brede, diepe en sterk vertakte geulen. Omstreeks 1980 was sprake van zo'n 2.350 ha schor, en dit oppervlakte was in 1995 opgelopen tot boven de 2.500 ha.

Van het Verdrongen Land van Saeftinghe is een prachtige reeks vegetatiekaarten gemaakt die de vegetatieontwikkelingen in de loop der tijd illustreren (Figuur 4.6). Behalve deze vlakdekkende gegevens is er ook een uitgebreide vegetatiebeschrijving bekend van het gebied uit 1929 door de Belg Van Langendonck. Deze beschrijving gaat vergezeld van talloze vegetatieopnamen, volgens de methodiek die in die tijd in Scandinavië werd gehanteerd (Figuur 4.7). Deze opnamen behoren tot de oudste vegetatieopnamen uit ons land. Een jaar later publiceerde Van Langendonck – in het Frans – eenzelfde soort vegetatiebeschrijving van de schorren van het Zwin en het middendeel van de Braakman (Schorren van Philippine). De publicatie over Saeftinghe bevat beschrijvingen van plantengemeenschappen van het schor, waaronder begroeiingen met Zeekraal (*Salicornia* species), begroeiingen met Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*) in verschillende varianten, begroeiingen met Klein slijkgras (*Spartina maritima*) en begroeiingen met Heen (*Bolboschoenus maritimus*). Al deze gemeenschappen (m.u.v. de gemeenschappen met Klein slijkgras) worden ook nu nog in het Verdrongen Land van Saeftinghe aangetroffen, maar opmerkelijk is dat er geen plantengemeenschappen van het hoge schor zijn beschreven. Het is – ook uit de vegetatiekaarten – duidelijk dat er sinds 1930 als gevolg van sedimentatie een sterke successie heeft plaatsgevonden van begroeiingen van het lage schor naar begroeiingen van het hoge schor (Figuur 4.8).



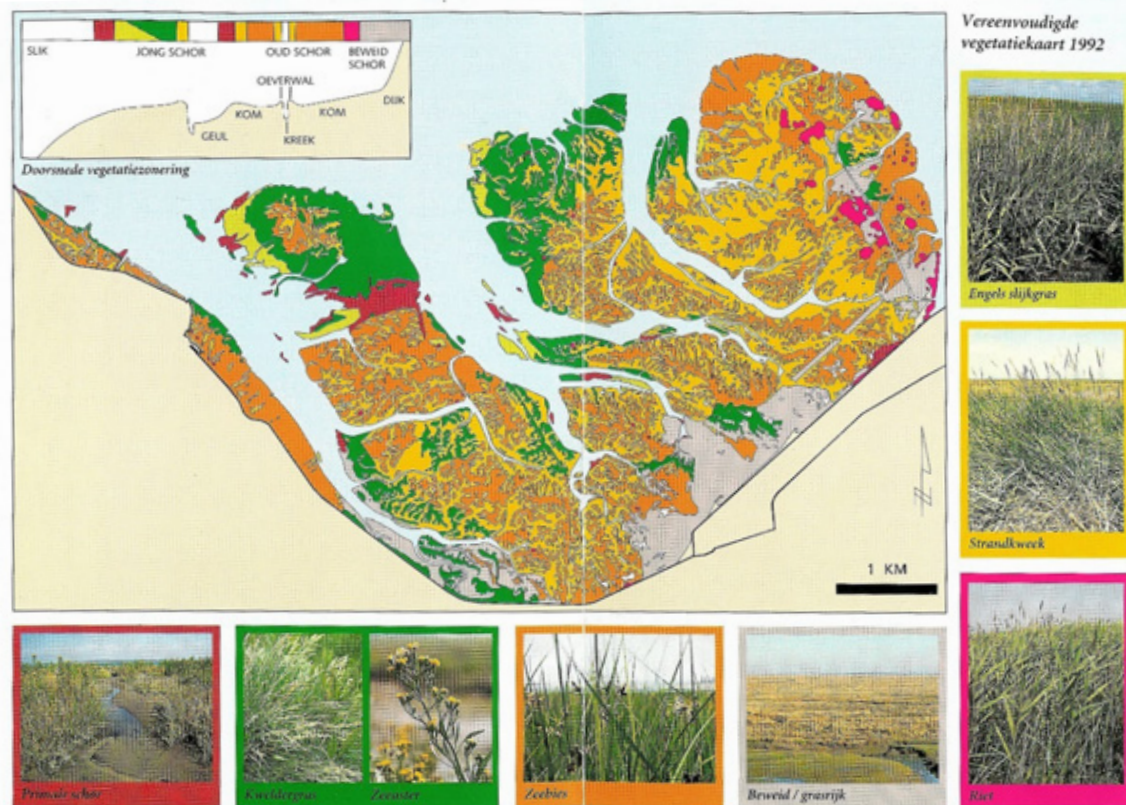
Figuur 4.6 Vereenvoudigde vegetatiekaart van het Verdrongen Land van Saeftinghe uit 1992, waarop prachtig de patronen van geulen, oeverwallen en kommen in het gebied te zien zijn (Uit: Storm & Pieters 1994).

1 m ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F %	D(1)
<i>Aster Tripolium</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Atriplex hastata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Glyceria maritima</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	1
<i>Salicornia herbac.</i>	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	100	2
<i>Scirpus maritimus</i>	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	20	1
<i>Spartina stricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10	1
<i>Suaeda maritima</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Triglochin marit.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Individu Nr. 2.

1 m ²	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	F %	D
<i>Aster Tripolium</i>	2	—	2	2	2	2	1	2	—	—	70	2
<i>Atriplex hastata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Glyceria maritima</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	100	2
<i>Salicornia herbac.</i>	3	4	3	2	2	3	3	2	4	4	100	3
<i>Scirpus maritimus</i>	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	30	1
<i>Spartina stricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Suaeda maritima</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	10	1
<i>Triglochin marit.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Figuur 4.7 Twee vegetatieopnamen van Zeekraal-begroeiingen in het Verdrongen Land van Saeftinghe in 1929. De opnamen zijn gemaakt volgens de methode van de Scandinavische school, waarbij 10 beschrijvingen van 1 m² zijn samengevoegd tot één beschrijving met de frequentie (F) en bedekking (D) van de soorten (Uit: Van Langendonck 1932).



Figuur 4.8 Gedeelte van het Verdrongen Land van Saeftinghe dat droog blijft bij gemiddeld hoogwater (donkergroen) in 1931, 1963 en 1992 (Uit: Storm & Pieters 1994).

4.2.1.2 Mariene fauna

Het dynamische karakter van een estuarium en de natuurlijke overgangen (droog naar nat, zoet naar zout, stabiele naar onstabiele bodem) die hieruit voorkomen, leiden tot verschillende mariene habitattypen (Ysebaert et al. 2013). Schorren, slikken en platen, ondiep getijden watergebieden en diep getijdenwater zijn daarbij de meest kenmerkende voor estuariene wateren (Ysebaert et al. 2013a), zoals de Zuidwestelijke Delta dat was voor de aanleg van de Deltawerken. Zoals eerder in de rapportage reeds naar voren gebracht (Par. 3.3) richten we ons bij de bespreking van de zeearmen in eerste instantie op de zeezoogdieren (Bijlage 6) en de trekvissen (Bijlage 11), waarbij we de afzonderlijke waterbekkens de revue laten passeren. Voor een indicatie van de veranderingen in het macrozoöbenthos wordt een beschrijving gegeven van de situatie voor de Deltawerken op basis van het werk van onder meer Wolff (1973 en verwijzen we naar de factsheets (Bijlage 7), waar drie 'gidssoorten' aan bod komen: Nonnetje, Kokkel, en Zeeduizendpoot (zie ook Par. 3.4). Bijlage 8 toont de verspreiding van bodemdieren over een zout-zoet gradiënt. Voor de vissen zijn vier extra bijlagen samengesteld: Bijlage 9 presenteert een overzicht van alle in de estuaria waargenomen soorten, Bijlage 10 geeft een overzicht van de uiteenlopende visgemeenschappen in de afzonderlijke waterbekkens op basis van monitoring, Bijlage 12 geeft informatie over de vismigreerbaarheid van de afzonderlijke waterbekkens en Bijlage 13 geeft aan de hand van samenvattende grafieken een beeld van de veranderingen in het voorkomen van overige vissoorten in de Zuidwestelijke Delta.

Zeezoogdieren

Historische gegevens (al van ver vóór 1900) vermelden de aanwezigheid van 32 soorten zeezoogdieren in de Nederlandse kustwateren en het Nederlandse deel van de Noordzee (Nederlands Continentaal Plat, NCP; Meininger et al. 2003). Twintig van deze soorten werden in het verleden ook waargenomen in de Zuidwestelijke delta en dan specifiek in de Westerschelde (Figuur 4.9). De meerderheid van de zeezoogdieren kwam maar zelden voor in de delta met uitzondering van de Gewone Zeehond en de Bruinvis. De laatste jaren wordt de Grijze zeehond steeds vaker waargenomen. In dit hoofdstuk wordt een beeld geschetst van de historische trend van zeezoogdieren aan de hand van deze drie indicatorsoorten.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Voorkomen
Walvissen		
Gewone Vinvis	<i>Balaenoptera physalus</i>	zeer zeldzaam
Dwergvinvis	<i>B. acutorostrata</i>	zeer zeldzaam
Potvis	<i>Physeter macrocephalus</i>	zeer zeldzaam
Beloega	<i>Delphinapterus leucas</i>	zeer zeldzaam
Dolfijn van Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	zeer zeldzaam
Gewone Spitsnuitdolfijn	<i>Mesoplodon bidens</i>	zeer zeldzaam
Butskop	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	zeer zeldzaam
Griend	<i>Globicephala melaena</i>	zeer zeldzaam
Dolfijnen		
Snaveldolfijn	<i>Steno bredanensis</i>	zeer zeldzaam
Witflankdolfijn	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	zeer zeldzaam
Witsnuitdolfijn	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	zeer zeldzaam
Tuimelaar	<i>Tursiops truncatus</i>	zeldzaam
Gewone Dolfijn	<i>Delphinus delphis</i>	zeer zeldzaam
Grijze Dolfijn	<i>Grampus griseus</i>	zeer zeldzaam
Bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>	vrij zeldzaam
Zeehonden		
Grijze Zeehond	<i>Halichoerus grypus</i>	vrij zeldzaam
Gewone Zeehond	<i>Phoca vitulina</i>	algemeen
Ringelrob	<i>Phoca hispida</i>	zeer zeldzaam
Klapmuts	<i>Cystophora cristata</i>	zeer zeldzaam
Walrus	<i>Odobenus rosmarus</i>	zeer zeldzaam
algemeen	tussen de 10 en 50 waarnemingen per maand	
vrij zeldzaam	< 12 waarnemingen per jaar	
zeldzaam	> 10 waarnemingen per eeuw	
zeer zeldzaam	< 10 waarnemingen per eeuw	

Figuur 4.9 Overzicht van het voorkomen van zeezoogdieren (walvissen, dolfijnen en zeehonden) in de Zuidwestelijke Delta (Meininger et al. 2003).

De Gewone en Grijze zeehond foerageren in visrijke kustwateren binnen een zone van circa 60 km van geschikte rustplaatsen op onder andere platvis (met name Tong en Schol), Kabeljauw en Haring (Meininger et al. 2003). In Nederland komen de Gewone en Grijze zeehond voor in zowel de Waddenzee als het Deltagebied (Reijnders 1992a, 2000; Meininger et al. 2003). Zandplaten en stranden fungeren als belangrijke rustplaatsen, in het bijzonder tijdens het verharen en de geboorte- en zoogperiode. De verhaar- en geboorteperiode van de Gewone zeehond vindt plaats tegen het einde van de zomer waardoor de zeehonden relatief meer tijd spenderen op de zandbanken (De Vooyoys et al. 2012). Voor de Grijze zeehond gebeurt dit in de winterperiode, rond december. De Bruinvis komt voor in ondiepe randzeeën (zelden dieper dan 200 m) op het noordelijke halfmond. Daar jaagt de Bruinvis vooral op kleine vissen, zoals Haring, Sprot, platvis, maar bijvoorbeeld ook op Pijlinktvisjes en garnalen.

PERIODE 1900-1950

Aan het begin van de 20ste eeuw bestond er een premiejacht op zeehonden in de Zeeuwse wateren (De Vooyoys et al. 2012). De premiejacht werd in 1591 geïntroduceerd, vooral omdat zeehonden gezien werden als een bedreiging voor de visserij in het gebied omwille van competitie, beschadiging aan of plunderen van het vistuig (De Vooyoys et al. 2012). Door een berekening te maken op basis van afschotgegevens wordt het aantal zeehonden in 1900 in het Deltagebied geschat op 11.5000 dieren (met een bandbreedte van 6.000–11.700; Reijnders 1994). Ongeveer 25% van de populatie bevond zich in de Oosterschelde (Reijnders 1992a). In de Westerschelde is het jaarmaximum in 1900 geschat op 1.000 dieren (Meininger et al. 2003). De aantallen in de Oosterschelde en vooral de Grevelingen lagen aanzienlijk hoger dan in de Westerschelde (Mees & Reijnders 1994; Reijnders 1994; Reijnders et al. 2000). Voor het einde van de 19de eeuw werd in Nederland voornamelijk met netten op zeehonden gejaagd (Anonymys 1852; Kuelper 1912, zoals beschreven in De Vooyoys et al. 2012). Omstreeks de eeuwwisseling werd er tijdens de jacht steeds meer gebruik gemaakt van vuurwapens (met betere ammunitie en precisie), wat leidde tot een efficiëntere jacht met negatieve gevolgen voor de populatie zeehonden (De Vooyoys et al. 2012). De Vooyoys et al. (2012) relateren de afname in zeehondvangsten vanaf 1920 aan een daling van het aantal zeehonden in het Deltagebied als gevolg van deze efficiëntere jachtmethode ten opzichte van de jaren daarvoor. De premiejacht op zeehonden is in 1934 stopgezet; desondanks werd de zeehondenjacht toch voortgezet (De Vooyoys et al. 2012). Havinga (1933) schatte de populatie in de Zuidwestelijke Delta in 1933 op ongeveer 1.300 dieren. Los van de perioden tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog (resp. 1914-1918 en 1939-1945) hebben zich in deze periode geen grootschalige veranderingen in milieuomstandigheden voorgedaan (De Vooyoys et al. 2012). Gewone zeehonden bleken met name Zwarte grondel (*Gobius niger*), Bot, Schol en Zeedonderpad (*Myoxocephalus scorpiuste*) te eten en in mindere mate Haring, Wijting, Kabeljauw en garnalen (Havinga 1933). Grijze zeehonden zijn in de Middeleeuwen in de Nederlandse wateren uitgeroeid (Reijnders et al. 1995). Er zijn in deze periode geen waarnemingen geregistreerd van deze soort.

Data over aantallen Bruinvissen in het begin van de 20ste eeuw zijn beperkt. Echter, historisch gezien was de Bruinvis in Nederland een veel voorkomende soort (Camphuysen & Peet 2006). Van 1900 tot de vroege jaren 1950 kwam de Bruinvis in hoge aantallen en wijdverspreid voor in de kustwateren van de zuidelijke Noordzee, inclusief de Nederlandse wateren (Weber 1922; Van Deinse 1925; Verwey 1975). Zo schrijft Van Deinse in 1925: "Van de 15 juistgenoemde soorten komt alleen de bruinvisch te allen tijde, algemeen op onze kust voor; ook in de vele binnenwateren voor zover die gemakkelijk vanuit zee te bereiken zijn. Van de hele orde der Cetacea hebben we dus maar één vertegenwoordiger in ons land." De ondiepere wateren van de zuidelijke Noordzee, inclusief estuaria en riviermondingen, zouden voornamelijk leefgebieden zijn geweest (Camphuysen & Peet 2006). In de jaren 1930-1940 waren de Nederlandse kustwateren een belangrijk voortplantingsgebied (hele zomer) en paaigebied (augustus) voor de Bruinvis (Meininger et al. 2003). Omstreeks 1900 kwam de Bruinvis in de Westerschelde met honderden dieren voor (Meininger et al. 2003). Meininger et al. (2003) geven echter aan dat de Bruinvis in de periode van 1910-1930 jaarlijks in aantal achteruitging (Moens & Vergauwen 1999) en dat dit mede toegeschreven werd aan het verdwijnen van de Haring uit het gebied (Drinkwaard 1970). In de periode vanaf 1930 (tot 1980) veroorzaakte de toenemende watervervuiling een verdere afname in het aantal Bruinvissen in de Nederlandse kustwateren incl. het Deltagebied (Smeenk 1987; Addink et al. 1995a, 1995b).

PERIODE 1950-1990

In 1953 wordt het aantal Gewone zeehonden in het Deltagebied geschat op zo'n 1.000 dieren (Reijnders 1985; Reijnders et al. 1995). Van de Grijze zeehond zijn in deze periode geen tot zelden waarnemingen geweest.

De jacht op zeehonden werd in 1961 gesloten en in 1962 werd de Gewone zeehond als een beschermd diersoort beschouwd. Dat jaar werden nog 350 Gewone zeehonden geteld in het Deltagebied, voornamelijk waargenomen in de Westerschelde en de Oosterschelde (Mees & Reijnders 1994). Deze periode wordt gekenmerkt door een sterke afname van het aantal zeehonden (Wolff 1973) in het Deltagebied. In de jaren zeventig werd de soort als bijna verdwenen beschouwd (Wolff 1972) en in de jaren tachtig als uitgestorven (Benschop & Haperen 1988, zoals aangegeven in Reijnders 1982). In de Westerschelde wordt de sterke afname van de Gewone zeehond na 1955 gerelateerd aan de gevolgen van overbejaging en een toenemende verstoring door toeristen (Meininger et al. 2003). De afname van de populatie aantallen wordt mede toegeschreven aan een sterke daling van het aantal geboorten, mogelijk veroorzaakt door vervuiling van het water met PCB's (Reijnders 1982). Zeehonden zijn gevoelig voor watervervuiling, omdat ze als predator boven aan de voedselketen staan, waardoor ze toxische stoffen in hun lichaam accumuleren (Mees & Reijnders 1994). Hoge concentraties van specifieke organochlorines en metalen worden geassocieerd met voortplanting falen en verhoogde sterfte bij zeezoogdieren (Mees & Reijnders 1994). Hoewel de Oosterschelde eerder afgesloten werd van watertoevoer van de Schelde, wat de waterkwaliteit ten goede zou komen, werden in de periode 1980-1987 zodanig hoge concentraties PCB-153 in mosselen in de Oosterschelde aangetroffen dat verwacht wordt dat dit ook de voortplanting van zeehonden in de Oosterschelde heeft beïnvloed (Mees & Reijnders 1994).

Tussen 1957 en 1987 vond de aanleg van de Deltawerken plaats, wat ook effect zou kunnen hebben gehad op het aantal dieren in het gebied (Reijnders 1980), vooral in de laatste jaren van de afname (1965 en verder), maar een groot deel van de populatie was al verdwenen vóór het begin van de deltawerken (Mees & Reijnders 1994). Zo was de Gewone zeehond al uit het Haringvliet en het Veerse Meer verdwenen vóór dat de dammen waren aangelegd (Reijnders 1985). Verstoring tijdens de aanleg van de kunstwerken zou mogelijk wel een rol hebben gespeeld. Echter vanaf 1986 zou de verstoring van de werkzaamheden minder moeten zijn geworden. De Oosterscheldekering levert geen barrière op voor zeehonden om de zeearm in te zwemmen (Reijnders et al. 1990). Door het direct verlies van biotoop door afdamming en een veranderend getijderegime is de draagkracht van het Deltagebied na de Deltawerken verminderd en zouden er naar schatting circa 4.000 dieren kunnen leven, afhankelijk van het beheer van het gebied (Reijnders 1994). Sinds de jaren tachtig laat het aantal Gewone zeehonden weer een stijgende lijn zien in het Deltagebied (Dedert et al. 2015). Wel is verstoring door recreatie activiteiten gedurende de jaren 1980-1990 toegenomen, in aanvulling op scheepvaart, visserij en onderzoeksschepen (Mees & Reijnders 1994).

In 1988 brak er een virus uit onder de Europese zeehondenpopulaties. Hoewel het aantal dode zeehonden als resultaat van het virus niet in vergelijking stond met het aantal dode zeehonden in de Waddenzee, heeft het virus wel gevolgen gehad voor de Deltagebied populatie, in zoverre dat rekolonisatie van het Deltagebied mede afhankelijk is van immigratie voornamelijk vanuit de Nederlandse Waddenzee (Mees & Reijnders 1994).

In de periode 1960-1970 zijn amper Bruinvissen gezien. Verondersteld werd dat ze lokaal uitgestorven waren in de Nederlandse wateren (Camphuysen & Siemensma 2011). Gedurende 1970-1985 zijn jaarlijks echter wel aangespoelde Bruinvissen gevonden, wat duidde op een kleine *offshore* populatie (Camphuysen & Siemensma 2011).

PERIODE 1990-2016

In 1990 wordt het aantal Gewone zeehonden in het Deltagebied geschat op om en nabij 14 dieren. Dit getal loopt op tot 325 dieren in 2010 (Reijnders 1985; Reijnders et al. 1995). Sinds 1990 verbetert de waterkwaliteit van de Oosterschelde, maar de Westerschelde kan nog steeds gerekend worden tot een zwaar vervuilde zeearm (Van Eck et al. 1991, zoals aangegeven in Mees & Reijnders 1994). Vanaf 2004 worden er weer zeehondenpups in het Deltagebied geboren (Dedert et al. 2015). Een analyse van het aantal aangespoelde Gewone zeehonden in het Deltagebied laat zien dat over het algemeen gezien het aantal toeneemt in de periode 1997-2013 (Dedert et al. 2015; zie Bijlage 6). Dit is te relateren aan de toename van Gewone zeehonden in het Deltagebied (Osinga et al. 2012). In

2002 was er wederom een virusuitbraak die een grote sterfte onder zeehonden tot gevolg had (Harkonen et al. 2006, zoals vernoemd in Dedert et al. 2015). De populatie Gewone zeehonden in de Delta blijkt niet in staat zichzelf in stand te houden (Aarts et al. 2013). De populatie is grotendeels afhankelijk van immigratie, met name vanuit de Waddenzee. De Gewone zeehond wordt nu voornamelijk aangetroffen in de Oosterschelde, de Westerschelde en de Voordelta, sporadisch in de Grevelingen. Natuurlijk herstel van de zeehondenpopulatie in het Deltagebied is onder andere afhankelijk van de populatiegroei in de Waddenzee en een verbeterde waterkwaliteit van de Noordzee, Rijn, Maas en Westerschelde (Mees & Reijnders 1994). Hoewel door de deltawerken traditionele zandbanken zijn verdwenen, zou de Oosterschelde nog voldoende zandbanken en voldoende voedsel moeten hebben om als geschikt habitat voor de Gewone zeehond te dienen (Mees & Reijnders 1994).

Pas in 2003 worden weer Grijs zeehonden in het Deltagebied waargenomen (Brasseur et al. 2013). In 2010 is het aantal dieren opgelopen tot 382 dieren en een aantal van plus minus 200 in 2012 (Dedert et al. 2015). De populatie van de Grijs zeehond in het Deltagebied is voornamelijk afhankelijk van migratie vanuit gebieden die belangrijk zijn voor de voortplanting van deze soort zoals, de westelijke Waddenzee, Groot-Brittannië en de Duitse Waddenzee (Dedert et al. 2015). Onverstoorde, permanent droge platen, stranden en duinen zijn belangrijke biotopen voor de voortplanting van de Grijs zeehond (Reijnders et al. 1995).

Vanaf de jaren 1990 neemt het aantal strandingen en waarnemingen van de Bruinvis in Nederlandse kustwateren toe. De Bruinvis wordt als teruggekeerd beschouwd na een afwezigheid van enkele tientallen jaren, waarbij de status veranderd van zeldzaam tot algemeen voorkomend (Camphuysen 2004). Door gebrek aan onderzoek zijn de redenen van de populatie afname in de jaren 1950-1960 en de terugkeer van de Bruinvis halverwege de jaren negentig niet bekend (Camphuysen & Siemensma 2011). In het Deltagebied neemt het aantal waarnemingen pas sinds 2001 toe. In de Oosterschelde vestigt zich vanaf 2001 een klein maar toenemend bestand aan Bruinvissen, tot ongeveer 100 exemplaren in 2010 (Camphuysen & Siemensma 2011). De toegenomen scheepvaartintensiteit en het ontbreken van een haringpopulatie zijn waarschijnlijk de meest beperkende factoren. Daarnaast is afname van verstoring door recreatie activiteiten, scheepvaart en visserij van belang (Meininger et al. 2003). In de Oosterschelde voert Stichting Rugvin, sinds 2009, jaarlijkse Bruinvistellingen uit. De laatste jaren worden gemiddeld genomen een 30-tal Bruinvissen gesignaleerd in de Oosterschelde (<https://rugvin.nl/onderzoek/oosterschelde/scans/>).

Trekvisseren

Inzicht in de trendontwikkeling van visfauna in de Zuidwestelijke delta, met name wat betreft de diadrome soorten (trekvisseren), is gebaseerd op bronnenonderzoek (zie Par. 3.4), waarbij zoveel mogelijk gekeken is naar de gevonden en beschikbare data per waterbekken. De databeschikbaarheid van visseren is niet voor alle bekkens gelijk, en doordat gegevens vaak met verschillende methoden verzameld zijn is een op een vergelijken van vangsten van voorgaande periodes niet zomaar mogelijk.

Reguliere bemonsteringen van de visfauna in de verschillende zoute waterbekkens (Westerschelde, Oosterschelde en Grevelingenmeer) van de Zuidwestelijke Delta vinden pas sinds 1970 plaats als onderdeel van de Demersal Fish Surveys (uitgevoerd door WMR in opdracht van het Ministerie van LNV). De bemonsteringen in het Grevelingen meer zijn gestopt in 1986. Bemonsteringen worden uitgevoerd met een 3 m boomkor met een maaswijdte van 20 mm en een oppervlak van 80 m². Hierbij is het van belang om te weten dat met de boomkormethode niet alle vissoorten gevangen kunnen worden (snel zwemmende visseren, zoals Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*), kunnen aan het net ontsnappen) en dat de bemonsteringmethode zich beperkt tot de diepere delen (> 2m) van het gebied. Wanneer een bepaalde soort niet aanwezig is in de boomkorvangsten, hoeft dit dus niet per se te betekenen dat de vis niet in dat gebied voorkomt. De mogelijkheid bestaat dat de soort moeilijk te vangen is met de boomkor of dat de frequentie van monitoring te laag is om de soort te treffen. De DFS vindt alleen in het najaar plaats en vissoorten die niet jaarrond, maar tijdelijk in het onderzoeksgebied aanwezig zijn, bijvoorbeeld als doortrekker in het voorjaar, zullen ook worden gemist. Visfauna in de zoetwaterbekkens van de Delta wordt bemonsterd met fuiken als onderdeel van de Passieve Monitoring Grote Rivieren (uitgevoerd door WMR in opdracht van het Ministerie van LNV). Deze bemonstering loopt sinds 1994 voor het Hollands Diep en het Volkerakmeer en vanaf 1995 voor het Zoommeer. Met ingang van 2010 is deze fuikenbemonstering veranderd van opzet door sluiting

van de Aalvisserij op de grote rivieren in verband met te hoge dioxinegehalten en een gesloten periode in het najaar voor overige gebieden in het kader van het Aalbeheersplan. Naast de reguliere bemonsteringen hebben in de verschillende waterbekkens over de jaren heen nog aanvullende onderzoeken en monitoring plaatsgevonden. Om inzicht te krijgen in de situatie van visfauna in de verschillende waterbekkens van de Zuidwestelijke Delta vóór 1970 is gekeken naar eerdere rapportages met betrekking tot de historische ontwikkeling van de visfauna. Historische gegevens over het voorkomen van vissoorten in de Delta zijn slechts beperkt beschikbaar; zo houdt de overheid geen vangsten bij van de beroepsvisserij. Historische visserijgegevens zijn beschikbaar, maar dit betreft veelal vissoorten die op de afslag werden aangeboden. Economisch minder interessante soorten werden zelden aangevoerd (Schouten & Quak 1994).

De huidige rapportage richt zich op de historische en huidige trends van diadrome vissoorten in de Delta. Historisch gezien was de Haringvliet de primaire optrekroute in de Zuidwestelijke delta voor diadrome vissen, zoals Europese steur (*Acipenser sturio*), Atlantische zalm (*Salmo salar*) en Elft (*Alosa alosa*; Quak 2016). In Hoofdstuk 5 zal worden ingegaan op de historische ontwikkeling van deze soorten in de Zuidwestelijke Delta als geheel. Voor de huidige open zeearmen zal met name de Westerschelde behandeld worden en in mindere mate de Oosterschelde en de Nieuwe waterweg. De gevonden data en het feit dat de Westerschelde als toegangspoort dient tot de Schelde is hiervoor de onderliggende reden. De Oosterschelde is al sinds 1870 afgesloten van de Schelde door de aanleg van de Kreekrakdam en Sloedam (Haas 1998). Dit is al vóór de periode die in de voorliggende rapportage bekeken wordt. Voor de Nieuwe waterweg zal een korte beschrijving gegeven worden van de huidige situatie. Onder de huidige 'Gesloten zeearmen zout' worden de ontwikkelingen in het Grevelingen meer en het Veerse Meer beschreven. Onder de huidige 'Gesloten zeearmen zoet' zal zoals eerdergenoemd uitgebreider gekeken worden naar het Haringvliet en in enige mate naar het Volkerak-Zoommeer. Het Hollands Diep wordt niet behandeld. Alvorens in te gaan op de trendontwikkelingen van visfauna in de verschillende waterbekken zal eerst een korte beschrijving gegeven worden van het gebruik van estuaria door diadrome vissen. Bijlage 9 toont een overzicht van de vissoorten die gedurende verschillende perioden en per waterbekken zijn aangetroffen op basis van de gebruikte literatuurbronnen.

Estuaria vormen een belangrijke schakel in de levensloop van veel vissoorten. Deze kustgebieden zijn van nature voedselrijk door aanvoer van nutriënten uit de rivieren en door een hoge primaire productie als gevolg van uitgestrekte gebieden met ondiep water. Estuaria bieden voor verschillende vissoorten de juiste omstandigheden om te paaien (lage stromingen, estuariene dynamiek, saliniteit gehalte) en beschutting (troebelheid en ondiep water) tegen predatoren en hebben daarmee een belangrijke functie als paaigebied en kraamkamer (Tangelder et al. 2012). Daarnaast fungeren deze kustgebieden als belangrijke doortrekgebied tussen de rivieren en de zee en vormt daarmee een belangrijke corridor tussen opgroei-, foerageer- en paaigebieden in zowel zoete als zoute wateren.

Vissen die voorkomen in een estuarium kan men indelen in zes zogenaamde ecologische gildes. Dit betreft achtereenvolgens:

- Diadrome soorten: soorten die het estuarium gebruiken als trekroute tussen paai- en opgroeigebied en waarbij sommige soorten het estuarium ook gebruiken als foerageer- en leefgebied. Diadrome soorten kan men verder opsplitsen in katadrome soorten die in zee paaien en het zoete water optrekken om op te groeien en anadrome soorten die als adult stroomopwaarts de rivieren optrekken om hun paaigebieden te bereiken. Voorbeelden van katadrome vissoorten zijn Paling, Bot en Harder. Voorbeelden van anadrome vissoorten zijn Europese steur, Atlantische zalm (*Salmo salar*), Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) Fint (*Alosa fallax*) en Elft (*Alosa alosa*).
- Estuariene residente soorten: soorten die hun hele leven in het estuarium kunnen verblijven en hierop sterk zijn aangewezen. Voorbeelden van estuariene residente soorten zijn Brakwatergrondel, Botervis en Zandspiering.
- Mariene juveniele soorten: soorten die het estuarium gebruiken als opgroeigebied gedurende hun juveniele fase. Voorbeelden zijn Haring, Schol, Zeebaars en Schar.
- Mariene seizoensgasten: mariene soorten die gedurende een vast seizoen het estuarium bezoeken, meestal in volwassen stadium. Voorbeelden zijn Ansjovis en Vijfdradige meun.
- Mariene dwaalgasten: mariene soorten zonder een specifieke behoefte aan een estuarium. Voorbeelden zijn Dwergtong en Smelt.

- Zoetwatersoorten: riviersoorten die kunnen voorkomen in de licht brakke zone van het estuarium, bijvoorbeeld om te foerageren. Voorbeelden van zoetwatersoorten zijn Blankvoorn, Snoekbaars en Karper.

Leeuw & Backx (2000) geven een uitgebreide lijst van vissoorten die geassocieerd worden met een estuarium. De ecologie van de vissoorten en de omstandigheden in het estuarium bepalen de samenstelling van de visgemeenschap in tijd en ruimte en de migratie van vissoorten tussen estuarium, rivier en zee. Hierdoor verandert de aanwezigheid van specifieke soorten gedurende het jaar (Kranenbarg & Backx 2004).

Het nut van een estuarium verschilt per soort. Voor de Atlantische zalm, Zeeprík en Rivierprík is de corridorfunctie (passeerbaarheid) van het estuarium voor de gehele populatie van groot belang. Voor de Fint is de corridorfunctie als ook de habitatfunctie (foerageer- en paaigebied) van betekenis (Griffioen et al. 2017). Het belang van de corridor- en habitatfunctie voor enkele diadrome soorten is weergegeven in Figuur 4.10



Figuur 4.10 Weergave van de mate van belang van een estuarium als corridorfunctie (Y-as) en de mate van belang van het estuarium als habitatfunctie (afkomstig van Griffioen et al. 2017).

Diadrome soorten maken gebruik van verschillende mechanismen om zich te oriënteren om relevante doortrekroutes en habitatgebieden te kunnen vinden (zoals paaigronden in het zoete water). Oriëntatie op open zee kan bijvoorbeeld op basis van aardmagnetisme of met waterstromen plaatsvinden (Rommel & McCleave 1972; Schmidt 1922). Dichterbij de riviermonding zouden vissen zich mogelijk ook oriënteren aan de hand van geurstoffen, kustlijnen of de zoet-zout gradiënt (Winter et al. 2014). Welke oriëntatietechnieken toegepast worden, verschilt per soort en is niet voor alle soorten bekend.

Een barrièrevrije zoet-zout overgang is van groot belang voor het voortbestaan van diadrome vissoorten om hun voortplanting- of opgroeihabitat te kunnen bereiken en hun levenscyclus te voltooien (Tangelder et al. 2017). Barrières in de migratie route van diadrome soorten is echter niet de enige beperkende factor in de levenscyclus van vissen. Naast migratiebarrières (bereikbaarheid) kunnen visserij, habitatkwaliteit (paai- en opgroei gebieden), waterkwaliteit en (exotische) pathogenen ook een beperkende rol spelen (Griffioen et al. 2017).

NIEUWE WATERWEG

De Nieuwe waterweg is een van de laatste open zeearmen (weliswaar zeer kunstmatig en sterk door de mens beïnvloed) met een geleidelijke zoet-zout overgang (zie Par. 2.2.2.1) in de Zuidwestelijke Delta. Verder is er alleen in de Westerschelde nog sprake van een dergelijke zoet-zout overgang. Hedendaags komen diadrome vissoorten via de Nieuwe waterweg geen fysieke barrières tegen en directe intrek is mogelijk (Hartgers et al. 2011). Van onder andere Atlantische zalm en Zeeforel is bekend dat ze naast het Haringvliet ook gebruik maken van de Nieuwe waterweg tijdens hun intrek in de Zuidwestelijke delta. Vanaf 1990 wordt zenderonderzoek uitgevoerd naar vooral Zeeforel en in mindere mate Atlantische zalm, waarbij zeeforellen en zalmen bij het Haringvliet zijn gevangen en voorzien van een zender. Een deel van deze bij het Haringvliet gezenderde zalmen en zeeforellen zwemt via de Nieuwe Waterweg de delta binnen. Echter hoeveel er rechtstreeks naar de Nieuwe Waterweg zwemmen is onduidelijk. In hoeverre deze soorten dus intrekken via de Nieuwe Waterweg en via het Haringvliet (hoeveel aantal) is nog onbekend.

OOSTERSCHELDE

De voltooiing van de Oosterscheldekering en de Oesterdam in 1986 en van de Philipsdam in 1987 leidde tot een afname van zoetwaterinvoer in het systeem en een verandering in de getijwaterbeweging in de Oosterschelde. Voor een uitgebreide beschrijving van de historische ontwikkeling van het gebied wordt verwezen naar Par. 2.2.2.4.

PERIODE 1900-1950

Bottemanne (1883) compileerde een lijst van vissen die eind 19de eeuw in de Oosterschelde aangetroffen konden worden (Bijlage 10). Het betrof 45 vissoorten, waaronder 9 diadrome soorten, te weten: Europese steur, Atlantische zalm, Elft, Bot, Harders (*Mugilidae*; er is hier geen onderscheid gemaakt tussen Dunlipharder en Diklipharder), Houting, Rivierprik, Spiering en Zeeprik. Hierbij moet een kanttekening geplaatst worden dat mogelijk ook Fint aangetroffen werd maar dit als Elft werd benoemd omdat vissers deze soorten toentertijd niet zouden onderscheiden. Eenzelfde soort situatie zou hebben bestaan voor harders. Harders, Spiering en Bot werden door Bottemanne (1884) aangeduid als algemeen voorkomende soorten in de Oosterschelde. Elft, Zeeprik en Rivierprik werden geboekstaafd als geringer in aantal. Atlantische zalm, Houting en Europese steur golden als zeer zeldzaam.

In een studie van De Joode & Verkooijen (1981) werden in de periode 1900-1927, op basis van weervisserijvangsten (fuik) uit de Jaarverslagen omtrent "den toestand der Visscherijen op de Zeeuwsche Stroomen", 30 vissoorten aangetroffen waarvan 7 diadrome vissoorten, te weten Bot, Elft, Harder, Paling, Spiering, Europese steur en Atlantische zalm. Ook hier kan verwarring met Fint niet uitgesloten worden en zal tenminste een deel van de elften verkeerd zijn geïdentificeerd. De Joode & Verkooijen (1981) vermelden dat de vangsten van deze soorten, met uitzondering van Paling, in deze periode terugliepen, waarbij het voor Atlantische zalm en Europese steur alleen enkele exemplaren betrof. Kanttekening is hierbij dat Paling pas vanaf 1922 werd genoteerd en dat weervisserij, een passieve visserij die toegepast werd in ondiepe zeearmen en riviermondingen, niet geschikt is om alle voorkomende vissoorten te vangen.

Dat er nog maar enkele exemplaren gevangen werden van Europese steur, Atlantische Zalm en Elft en geen Houting meer werden genoemd als vangsten na Bottemanne (1883) in deze periode is niet verrassend in verband met hun uitsterven in Nederlandse wateren in de jaren dertig voor Europese steur, Houting en Elft en halverwege de jaren vijftig voor Atlantische zalm (De Groot 2002; De Winter et al. 2015).

PERIODE 1951-1970

In de periode 1960-1976 zijn in totaal 44 vissoorten aangetroffen in de Oosterschelde (Hostens 2003; Bijlage 10). De aangetroffen diadrome soorten waren Bot, Driedoornige stekelbaars, Paling en Spiering. Als gevolg van de deltawerken veranderde de variëteit in habitat niet hoewel de getijbeweging en het evenwicht tussen erosie en sedimentatie wel werden verstoord ('zandhonger'). Op basis van de boomkorbemonsteringen uit de Demersal Fish Survey (DFS) hebben de deltawerken maar een beperkt effect gehad op de visgemeenschap in de Oosterschelde. Het enige merkbare effect was de afname in het aantal anadrome vissoorten (o.a. Spiering en Paling) in de Oosterschelde als gevolg van de verbroken verbinding met de rivieren en daarmee de aanvoer van zoetwater (Troost et

al. 2012), waarbij Paling in geheel Europa een afname liet zien. Voor de meeste vissoorten die gebruik maken van de kinderkamerfunctie van de Oosterschelde werden geen grote gevolgen als gevolg van de deltawerken geconstateerd (Hostens 2003). Sinds 1960 zijn in de Oosterschelde 97 vissoorten aangetroffen, waaronder de diadrome soorten Fint, Paling, Bot, Diklipharder, Rivierprik, Dunlipharder, Spiering, Driedoornige stekelbaars, Zeeprik, Zeeforel en Atlantische zalm en de mariene juveniele soorten Haring, Zeebaars, Kabeljauw, Schar, Wijting, Schol, Pollak, Tarbot, Griet, Tong en Steenbol (Hovenkamp & Van der Veer 1993).

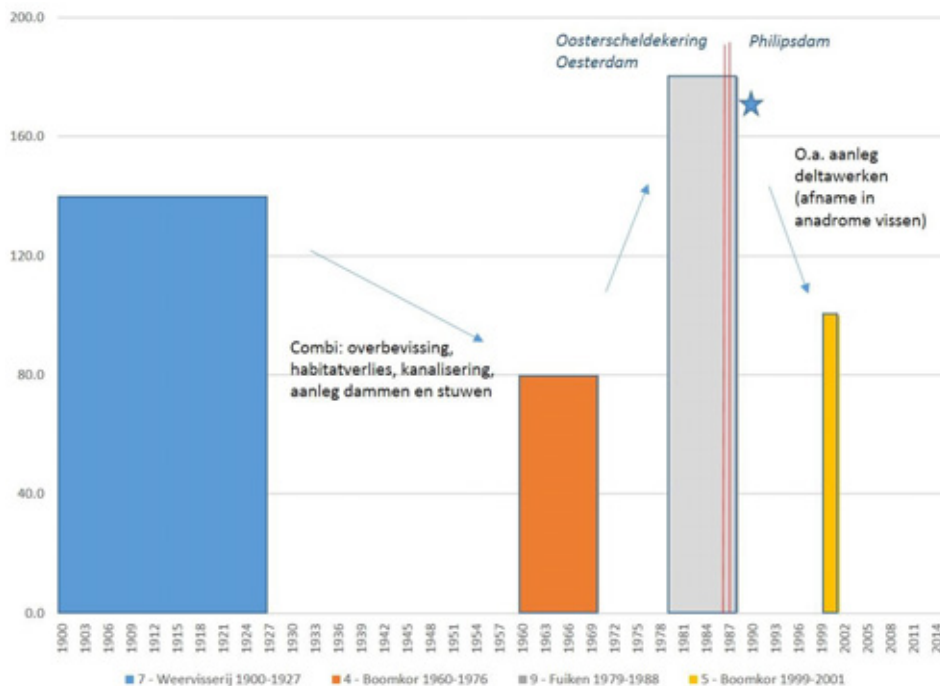
PERIODE 1971-1990

Hamerlynck & Hostens (1994; Bijlage 10) voerden in de periode 1979-1988 een monitoring uit van de visfauna in de Oosterschelde op basis van fuikvangsten. Ze vingden 67 vissoorten, waarvan 9 diadrome soorten (Bot, Driedoornige stekelbaars, Fint, Paling, Rivierprik, Spiering, Atlantische zalm, Zeeforel en Zeeprik) en concludeerden dat veel van de veranderingen in individuele soorten toegeschreven konden worden aan andere oorzaken (o.a. schommelingen in de sterkte van de jaarklasse of onderdeel van veranderingen die plaatsvonden op een grotere geografische schaal) dan de bouwwerkzaamheden van de dammen tijdens de Deltawerken. De enige impact van de bouwwerkzaamheden leek een afname te zijn in het aantal anadrome vissen. De Oosterschelde maakt als zoute zeearm wel onderdeel uit van het kustgebied waar anadrome soorten foerageren, maar de functie van doortrekgebied is beperkter. De mogelijkheid bestaat dat de Oosterscheldekering en de verminderde getijslag het gebruik van de Oosterschelde als foerageergebied iets verminderd heeft. Echter de Oosterscheldekering vormt geen absolute barrière en hindert daarbij niet om in te zwemmen tijdens het foerageerseizoen.

PERIODE 1991-2015

De Oosterschelde is nog steeds een belangrijk opgroeigebied voor estuariënen residenten en mariene juveniele soorten, als ook een belangrijk foerageergebied voor mariene seizoengasten (Hostens 2003). In de periode 1999-2001 zijn 42 vissoorten (diadrome soorten: Bot, Fint, Paling en Spiering) aangetroffen in de Oosterschelde op basis van boomkorbemonsteringen. Dit aantal komt overeen met het aantal soorten dat in de periode 1960-1976 is aangetroffen (Hostens, 2003). Als gevolg van de Oosterscheldewerken treedt er zandhonger op in de Oosterschelde, waarbij het areaal aan litoraal habitat (geulen in schorren, platen en slikken) afneemt en het areaal aan ondiep sublitoraal toeneemt. Door erosie vindt ook verlaging van het litoraal plaats. Veranderingen in de visbestanden binnen de Oosterschelde zijn pas op lange termijn te verwachten (Rutjes 2007). Het litoraal en ondiep sublitoraal fungeert als kinderkamer voor mariene juvenielen en het sublitoraal vormt een belangrijk leefgebied voor estuariene residenten. Een afname van het areaal aan geschikte kinderkamers (voor o.a. Schol, Bot, Griet, Tarbot en Zeebaars) en een toename van het leefgebied voor estuariene residenten (o.a. grondels) zou effect kunnen hebben op deze soorten. Echter verwacht wordt dat de mogelijke effecten van zandhonger wegvallen tegenover de bestaande fluctuaties in visbestanden, door visserijdruk en variatie in jaarklassterkte (Rutjes 2007). Omdat de Oosterschelde een zoute zeearm is en er geen zoete stromende wateren in uitmonden is dit gebied niet van belang als doortrekgebied voor diadrome vis, hooguit als foerageergebied dat onderdeel uitmaakt van het kustwateren.

Een overzicht in de veranderingen van de soortenrijkdom van diadrome vissen in de Oosterschelde is schematisch weergegeven in Figuur 4.11. Bij deze en andere Figuren moet worden opgemerkt dat monitoring van de visgemeenschap voor de verschillende waterbekkens in de Zuidwestelijke Delta zijn uitgevoerd met verschillende methoden en monitoringsinspanningen. Hierdoor zijn de data niet een op een met elkaar te vergelijken. Verschillende methoden die zijn toegepast zijn onder andere weervisserij, boomkor, fuiken, zalmsteekvisserij en de aanwezigheid van vissen in koelwaterinstallaties. Visserijinspanning (trekduur, trekfrequentie) verschilt ook per uitgevoerd onderzoek. Welk vistuig en met welke intensiteit/inspanning het is toegepast zal van invloed zijn op de soorten en de aantallen die gevangen zullen worden. Zo heeft de boomkor een relatief lage snelheid (waardoor snelle zwemmers zich op tijd uit de voeten kunnen maken) en blijft beperkt tot de diepere delen (> 2m) van het bemonsterd gebied. Wanneer een soort in de boomkorvangsten niet aanwezig is, betekent dit nog niet dat de vis in dat gebied niet voorkomt. De mogelijkheid bestaat dat de soort moeilijk te vangen is met het desbetreffende vistuig of dat de frequentie van monitoring te laag is om de soort te treffen.



Figuur 4.11 Veranderingen in de soortenrijkdom van diadrome vissen in de Oosterschelde met een duiding van de oorzaken.

WESTERSCHELDE

De Westerschelde is een van de laatste open zeearmen met een geleidelijke zoet-zout overgang (zie Par. 2.2.2.5) in de Zuidwestelijke Delta; alleen in de Nieuwe Waterweg is er verder nog sprake van een zoet-zout overgang. De Westerschelde (Nederland) en de Zeeschelde (Vlaanderen) vormen samen het Schelde-estuarium. Het Schelde-estuarium verbindt de rivier Schelde met de Noordzee en is het meest benedenstroomse gedeelte van deze rivier die door Nederland, België en Frankrijk stroomt. De Schelde ontspringt in Gouy, Noord-Frankrijk en wordt opgesplitst in de Boven-Schelde (stroomopwaarts tot Gent) en de Beneden-Schelde (stroomafwaarts vanaf Gent). Het Vlaamse deel van de Beneden-Schelde wordt onderverdeeld in de Beneden-Zeeschelde (Westerschelde tot Burcht, bij de brakwatergrens) en de Boven-Zeeschelde (van Burcht tot Gent; Vrielynck et al. 2003). Het Nederlandse deel van de Beneden-Schelde noemt men de Westerschelde.

Historische beschrijvingen van de visstand in de Beneden-Schelde zijn voornamelijk gebaseerd op Van den Bogaerde (1825); Selys-Longchamos (1842) en Poll (1945, 1947). Van Damme & Pauw (1996) hebben veel historische gegevens over de visstand van de Scheldebekken verzameld en in Van Damme et al. (1994) worden deze historische gegevens vergeleken met de hedendaagse situatie van de visstand. Op basis van bovengenoemde studies geeft Vrielynck et al. (2003) een historische schets van de visbestanden in Vlaanderen voor de periode 1840-1950. Over vissen in de Westerschelde is weinig gepubliceerd (Meire et al. 1992). Echter op basis van de beschrijvingen van de visstand van de Beneden-Zeeschelde door Van Damme et al. (1994) en Vrielynck et al. (2003) kan verwacht worden dat de Westerschelde een soortgelijke vissoortensamenstelling had. De diadrome vissen die aangetroffen werden in de Beneden-Schelde zullen vrijwel uitsluitend via de Westerschelde daar gekomen zijn. De historische gegevens met betrekking tot de Westerschelde die in dit hoofdstuk besproken zullen worden, zijn grotendeels gebaseerd op het werk van Van Damme et al. (1994) en Vrielynck et al. (2003). Van Damme & Pauw (1996) geven een uitgebreide beschrijving van de ontwikkeling van de Beneden-Schelde en de gevolgen hiervan voor de visfauna. Voor de huidige visstand van de Schelde wordt gekeken naar Breine et al. (2017) die een overzicht geven van het visbestand voor het jaar 2016 op basis van fuikvangsten. Bijlage 10 geeft een soortenlijst van vissoorten (exclusief zoetwater soorten) aangetroffen in de brak water zone van de Beneden-Schelde op basis van De Selys-Longchamp (1842), Poll (1945, aangevuld met gegevens van 1947) en Van Damme et al. (1994) en Meire et al. (1992).

PERIODE VÓÓR 1900

Van Damme et al. (1994) heeft het huidige voorkomen met het historisch voorkomen van trekvissen in de Beneden-Zeeschelde, tussen Antwerpen en de Nederlands/Belgische grens, vergeleken. Halverwege de 19de eeuw werden daar ongeveer 40 vissoorten aangetroffen, waarvan 11 diadrome soorten, te weten: Bot, Elft, Fint, Grote marene, Paling, Rivierprik, Spiering, Europese steur, Atlantische Zalm, Zeeforel en Zeeprik (De Selys-Longchamps 1842; Hartgers et al. 2001; Bijlage 10). Van Damme et al. (1994) verwachten dat de Driedoornige stekelbaars ook aangetroffen had moeten worden, echter dat dit niet is gebeurd omdat de soort of over het hoofd werd gezien of nog niet bekend was. Paling, Spiering, Europese Steur en Atlantische zalm waren algemeen voorkomende soorten in de Westerschelde (Meire et al. 1992), maar de populaties van Europese steur en Atlantische zalm zijn, evenals die van Elft en Rivierprik, nooit groot geweest, omdat maar beperkte delen van de Zeeschelde voldeden aan de vereisten voor paaigebieden. Voor Bot, Fint, Paling en Spiering was het milieu echter wel zeer geschikt (Van Damme & Pauw 1996). Van Damme & Pauw (1996) concluderen dat de kleine Schelde populaties van Atlantische zalm, Europese steur en Houting reeds vóór de 16de eeuw zijn weggevisst en de latere vangsten vooral dwaalgasten betrof.

PERIODE 1900-1950

Deze periode wordt gekenmerkt door een sterke fluctuering in de visstanden. Door een snelle uitbreiding van vervuilende industrieën en door de aanleg van riolering-netwerken bij steden in het gebied in het begin van de 20ste eeuw neemt de watervervuiling in de Beneden-Schelde toe, in zo'n sterke mate dat het ecosysteem degradeert (Van Damme & Pauw 1996; Vrielynck et al. 2003). Populaties van Fint en Spiering reduceren in zodanige mate dat de soorten niet meer bevestigd kunnen worden en de Elft verdwijnt definitief als gevolg van watervervuiling. Opvallend genoeg nemen Paling en Bot toe in het gebied (Van Damme & Pauw 1996). Tijdens de Eerste Wereldoorlog liggen de industrieën stil en het ecosysteem kan zich enigszins herstellen. Vanaf 1923 ontstaat er opnieuw een destabilisering van het ecosysteem als gevolg van de terugkerende watervervuiling. De visvangst op Bot, Paling en Spiering zijn niet meer rendabel door de beperkte aantallen aanwezig in het gebied. Wederom volgt een periode van verbetering tijdens en na de Tweede Wereldoorlog. Deze heropleving is echter slechts gedeeltelijk en vooral van toepassing op resistente soorten, zoals Paling, Bot en Spiering. In 1942/1943 worden ongeveer 40 vissoorten aangetroffen (Poll 1945, 1947; Bijlage 10), waaronder acht diadrome soorten (Bot, Dunlipharder, Fint, Paling, Rivierprik, Spiering, Zeeforel en Zeeprik), waarbij de Zeeforel maar eenmaal en de Zeeprik slechts zelden is waargenomen. Meire et al. (1992) kenmerken Bot, Driedoornige stekelbaars, Paling en Spiering als algemeen voorkomend in deze periode. Enkele jaren na de oorlog raakt het ecosysteem helemaal gedegradeerd en het Scheldewater giftig. Vanaf 1950 verdwijnen ook de resistentere trekvissen (Van Damme & Pauw, 1996).

PERIODE 1950-1970

Binnen het huidig project is geen informatie gevonden over de visstand van de Westerschelde gedurende de periode 1950-1970. In deze periode blijft de waterkwaliteit zeer slecht en is de situatie voor trekvissen vergelijkbaar met de periode vlak voor 1950 zoals hierboven beschreven. En daarmee beperkt geschikt voor onder andere diadrome soorten.

PERIODE 1970-1990

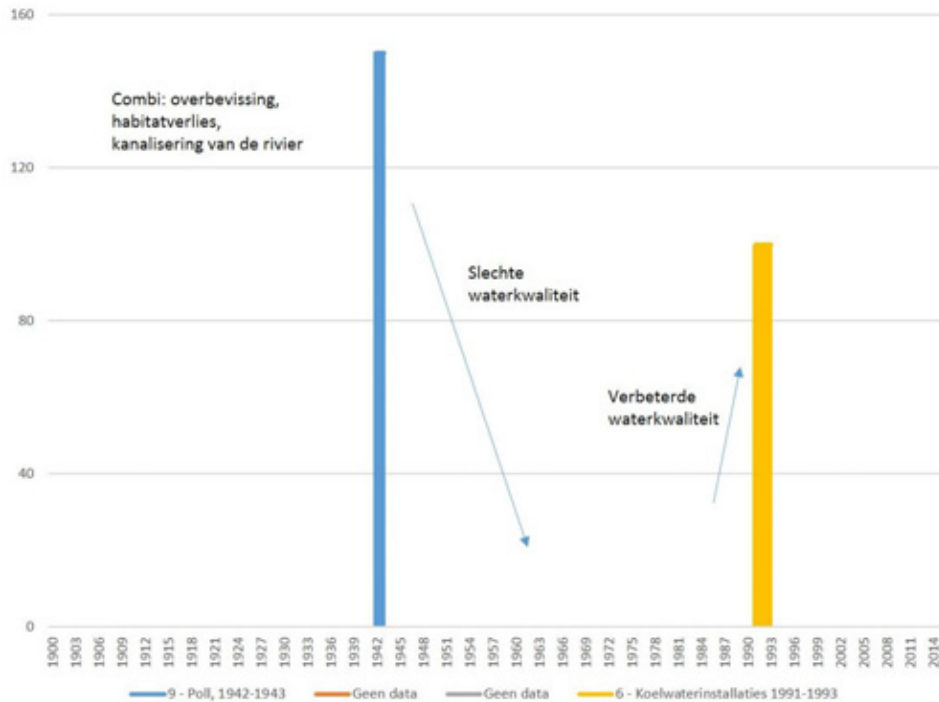
Ook de periode in de jaren zeventig en tachtig wordt gekenmerkt door een zeer slechte waterkwaliteit. Pas sinds 1990 is er sprake van een sterke verbetering van de waterkwaliteit in de Zeeschelde (Vrielynck et al. 2003).

PERIODE 1990-2015

De verbeterde waterkwaliteit vanaf 1990 in de Zeeschelde betekent ook de terugkeer van verschillende soorten trekvissen. In 1994 worden 25 vissoorten aangetroffen in de Beneden-Schelde, waaronder vijf diadrome soorten (Bot, Driedoornige stekelbaars, Paling, Rivierprik en Spiering; Van Damme et al. 1994; Bijlage 10). Van Damme et al. (1994) merken op dat in vergelijking met de soortenlijsten van De Selys-Longchamps (1842) en Poll (1945) 15 vissoorten zijn verdwenen uit de Beneden-Schelde. Rivierprik en Harder laten in deze periode wel al herstel zien (Vrielynck et al., 2003). De Fint wordt voor het eerst weer waargenomen in 1996 (Maes 2001) en keert nadien terug als paaipopulatie in de Schelde (Breine et al. 2017). Zeeprik, Steur, Atlantische zalm, Elft en Houting blijven echter afwezig (Vrielynck et al., 2003). In de actuele toestand wordt het estuarium van de

Zeeschelde gekenmerkt door de aanwezigheid van drie groepen vissen: mariene juvenielen, estuarien residenten en diadrome soorten (Ysebaert et al. 2001). In 2016 worden, op basis van fuikvangsten, 37 soorten aangetroffen in de Zeeschelde (van Gent tot Nederlands/Belgisch grens; Breine et al. 2017). Het betreft zes diadrome soorten, te weten: Bot, Driedoornige stekelbaars, Fint, Paling, Rivierprik en Spiering.

Een overzicht in de veranderingen van de soortenrijkdom van diadrome vissen in de Westerschelde is schematisch weergegeven in Figuur 4.12. Hieronder vatten we de gegevens voor een aantal belangrijke soorten nog kort samen:



Figuur 4.12 Veranderingen in de soortenrijkdom van diadrome vissen in de Westerschelde met een duiding van de oorzaken.

Europese steur (zie ook Bijlage 11): De Europese steur kwam voor op de Beneden-Schelde in de 19de eeuw (De Selys-Longchamps 1867) maar was wel zeldzaam. Het betrof waarschijnlijk maar een kleine populatie omdat mogelijke paaigebieden in het Scheldebekken zeldzaam waren (Van Damme & Pauw 1996). Hoewel de Europese steur rond de eeuwwisseling nog werd aangetroffen in het Schelde-estuarium, beargumenteren Van Damme & Pauw (1996) dat de gevangen steuren veelal dwaalgasten betroffen. Omstreeks 1900 bestond een gemiddelde vangst per jaar uit 12 exemplaren (Van Damme & Pauw 1996). Het verdwijnen van de Europese steur wordt gerelateerd aan overbevissing en habitatverwoesting (Van Damme & Pauw 1992; Redeke 1941). Een natuurlijk herstel van een steurpopulatie in de (Wester)Schelde is twijfelachtig omdat deze soort langs de Europese kust bijna niet meer voorkomt (Ysebaert et al. 2001). De Europese steur heeft grindbodems in snelstromend, zuurstofrijk water op dieptes van 2-10 m nodige om te kunnen paaien. Het is maar de vraag of dergelijk habitat nog voldoende aanwezig is voor een succesvol terugkeer van deze iconische soort, zelfs bij sterk verbeterd waterkwaliteit (Van Damme & Pauw, 1996).

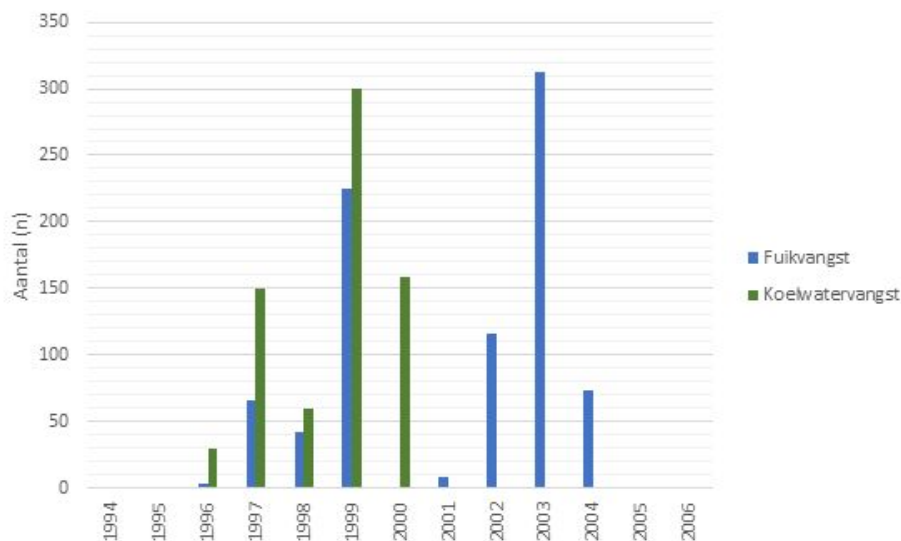
Atlantische zalm (zie ook Bijlage 11): De Atlantische zalm trok regelmatig en in grote aantallen de Schelde op in de 19de eeuw en was daarmee een algemeen voorkomende soort in deze rivier (De Selys-Longchamps 1842; Ysebaert et al. 2001). De populatie in de Schelde zal echter nooit groot zijn geweest door de beperkte aanwezigheid van geschikte paaigebieden (riviergedeeltes met grindbodems en zuurstofrijk, snelstromend water; Van Damme & Pauw 1992; Vrielynck et al. 2003). De Westerschelde en de Beneden-Schelde zouden tot 1900 nog relatief frequent bezocht zijn (Van Damme & Pauw 1996). De laatste vermeldingen van gevangen zalmen in de Zeeschelde zijn uit 1909 en 1915. De Atlantische zalm wordt niet meer genoemd in de lijst brakwaterzone vissoorten van

Poll (1945) in de Beneden-Schelde. Van Damme & Pauw (1996) concluderen dat de hedendaagse paaimogelijkheden voor Zalm onbestaand zijn door afwezigheid van de juiste milieueisen.

Bot: De Bot was in de 19de eeuw een zeer algemene soort (De Selys-Longchamps 1842). Vrielynck et al. (2003) benoemen de slechte waterkwaliteit als voornaamste oorzaak voor het terugdringen van de Bot uit de binnenwateren. In de hedendaagse situatie komen de meeste Nederlandse botten voor in ondiepe kustwateren en estuaria, zoals de Eems-Dollard en de Westerschelde (Griffioen et al. 2017). De aanwezigheid van Bot toont aan dat ze het estuarium gebruiken als opgroeigebied (Breine et al. 2017). Verwacht kan worden dat de Bot altijd redelijk veel is voorgekomen in de Westerschelde, aangezien van mariene paaiplaatsen naar estuaria driften/selecteren en er geen riviergebonden populaties zijn. Verder Schelde inwaarts zal de teruggang groter zijn geweest gedurende de periode dat de waterkwaliteit slecht was.

Elft (zie ook Bijlage 11): De Elft kwam van oudsher voor in het Schelde-estuarium (De Selys-Longchamp 1842). Selys-Longchamps (1867) benoemt vóór 1900 al de moeilijke situatie waarin de elft zich bevindt als gevolg van migratieknelpunten en overbevissing. Halverwege de 20ste eeuw werd de soort niet meer aangetroffen in de Schelde (Poll 1945, 1947). Vrielynck et al. (2003) verwachten dat de Elft al in 1912 volledig is uitgeroeid, aangezien het tijdschrift *Pêche et Pisciculture* in 1919 vermeldt dat in dat jaar geen Elft wordt waargenomen. Antropogene invloeden (o.a. migratiebarrières, overbevissing) worden genoemd als oorzaak van de verdwijning van de soort. Een terugkeer van de Elft als paaipopulatie is in de huidige situatie niet te verwachten, gezien de barrières in de Schelde en de habitatkwaliteit van de bovenstroomse delen van de Schelde.

Fint (zie ook Bijlage 11): De Fint was een van de vele trekvissoorten die historisch gezien voorkwamen in de Schelde. De Westerschelde functioneerde als corridor naar de paaiplaatsen op de grens van zoet en brak water, onder andere op de grindbanken en zandplaten bij de monding van de zijrivieren van de Schelde (Maes 2001) en als opgroei en foerageergebied voor jonge fint. De Fint zou van oudsher zeer algemeen voorkomen in de Schelde (Vrielynck et al. 2003). Van oudsher werd er ook al intensief gevist op deze soort (Maes 2001). Verslechtering van de waterkwaliteit en verlies van de grote zandplaten voor het paaien hebben ertoe geleid dat de fintpopulatie in de Schelde begin 1900 afnam. In de jaren dertig is de soort in de Schelde uitgestorven (Hartgers et al. 2001). Sinds 1995 wordt de Fint in toenemende mate weer waargenomen in de Schelde (Hartgers et al. 2001; Breine et al. 2017; zie Figuur 4.13). De terugkeer van de soort wordt gerelateerd aan de verbetering van de waterkwaliteit (Maes 2001). De aanwezigheid van Fint is een indicator van een goede zuurstofhuishouding (Breine et al. 2017). Er zijn waarnemingen dat de Fint zich voortplant in het stroomgebied van de Schelde, maar de paa- en opgroeigebieden zijn nog niet goed bekend (Stevens et al. 2011, Breine et al. 2017).



Figuur 4.13 Het aantal gevangen Finten in de Schelde uit vangsten in een fuik in de Westerschelde bij Bath en in het koelwater van de kerncentrale van Doel (Op basis van COL, Bron: Katholieke Universiteit Leuven).

Zeeforel: Voor de (Wester)Schelde zijn weinig gegevens voor deze soort. Vrielynck et al. (2003) verwacht dat deze soort nooit algemeen voorkwam in het Scheldebekken. Poll (1945) benoemt het vangen van maar één exemplaar. In 2016 is de Zeeforel ook aangetroffen in de Zeeschelde (nabij de grens van Nederlands en België, tijdens ankerkuilbemonsteringen; Breine et al. 2017b). In de huidige situatie maakt de Westerschelde met name onderdeel uit van de kustgebieden waar zeeforellen uit ander bronpopulaties foerageren. De Schelde zelf heeft geen paaipopulatie meer in de bovenlopen.

Paling: De Selys-Longchamps (1867) geven aan dat de paling zeer abundant is in de Schelde. Rond de eeuwwisseling zou de palingvangst echter achteruit zijn gegaan ten gevolge van de slechte waterkwaliteit (Van Damme & Pauw 1996). In de ankerkuilbemonsteringen in de Zeeschelde is Paling aangetroffen. Ze zwemmen als glasaaltjes het estuarium in en gebruiken het als opgroeigebied. Zuurstof is lang een limiterende factor voor hun aanwezigheid geweest (Breine et al. 2017). De huidige situatie is weer veel gunstiger voor paling, maar gezien de afnemende trend van paling in geheel Europa is de huidige gunstigere situatie in der Westerschelde nog niet tot uitdrukking gekomen in een toename van paling in de Schelde.

Macrozoöbenthos

Het macrozoöbenthos van open zeearmen (estuaria) is zeer divers vanwege de grote variatie in milieuomstandigheden die deze ecosystemen kenmerkt. Daarom wordt hieronder kort eerst ingegaan op de kenmerkende dynamiek en gradiënten die bepalend zijn voor het voorkomen van het macrozoöbenthos in open zeearmen.

Dynamiek en gradiënten (deels overgenomen uit Herman & Stive 2011)

Bodemdieren, oftewel macrozoöbenthos zijn ongewervelde dieren groter dan 1 mm (volgens sommigen ook > 0,5 mm), die in, op en nabij de bodem leven. Zij vormen een belangrijke schakel in de voedselketens van aquatische en mariene milieus. Ze zijn een belangrijke consument van primaire producenten (fytoplankton, microphytobenthos). Open zeearmen zoals het Schelde-estuarium zijn estuaria, de benedenstroomse delen van riviersystemen die onder invloed staan van zeewater en de werking van getijden. De wisselende omstandigheden in estuaria, zoals wat betreft zoutgehalte, stroomsnelheid, droogvalduur, temperatuur, mobiliteit van sediment en het voorradig zijn van voedsel, zijn kenmerkend en resulteren in een grote dynamiek en verschillende gradiënten. Het is de dynamiek en de gradiënten die het voorkomen van bodemdieren bepalen in estuaria (Herman & Stive 2011).

Estuariene dynamiek manifesteert zich op verschillende tijdschalen. Binnen één getijdencyclus is er op getijdenplaten onder andere variatie in overspoeling en droogstand, in stroomsnelheden, in zoutgehalte van het water, slibconcentratie, voedselconcentratie, en de hoeveelheid zuurstof en nutriënten (Herman & Stive 2011). Met de seizoenen kunnen al deze parameters drastisch wijzigen met de variatie van zoetwaterafvoer, terwijl op langere tijdschalen gehele habitattypes (bv. platen, geulen, ondiep water) zich van de ene naar de andere plaats kunnen verleggen, wat inhoudt dat er lokaal sterke erosie (en mortaliteit) optreedt, terwijl elders nieuwe vestigingsmogelijkheden voor organismen ontstaan.

De belangrijkste gradiënt volgt de lengteas van het estuarium, van de rivier naar de zee, dus de zoet-zout gradiënt. Behalve voor het zoutgehalte is deze gradiënt belangrijk voor heel veel andere factoren die met productie en voedselweb te maken hebben (Heip et al. 1995). Er is variatie in slibgehalte, daardoor in lichtklimaat, in primaire productie, gebruik en regeneratie van nutriënten (Herman & Stive 2011). Ook de hydrodynamische energie varieert tussen de rivier en de zee, en verandert van karakter tussen rivier- en getij gedomineerd. Daarnaast is van groot belang de gradiënten in de dwarsdoorsnede van het estuarium, waarin een afwisseling van slikken, geulen en platen in een karakteristiek patroon wordt gevonden. Gradiënten in hydrodynamische energie (bv. stroomsnelheid, golfimpact) weerspiegelen zich in de samenstelling van het sediment en in de levensgemeenschappen die in die sedimenten kunnen leven.

Ecologisch zijn de gradiënten van groot belang voor de biodiversiteit van bodemdieren (Herman & Stive 2011; Ysebaert et al. 2013; Ysebaert et al. 2016). Langs de gradiënten, bijvoorbeeld in zoutgehalte, diepte en hydrodynamische energie, komen verschillende typen habitat met verschillende soorten voor. Het is aan die habitatdiversiteit dat het estuarium vooral zijn biodiversiteit ontleent. Er zijn immers maar relatief weinig bodemdieren aangepast aan het dynamische estuariene milieu (Wolff 1983; Ysebaert et

al. 2003). Over het algemeen is brak estuarien habitat soortenarmer dan overeenkomstig habitat in zoetwater of in de zee; de soorten die voorkomen zijn echter typisch voor estuaria, en verschillen binnen een estuarium ook aanzienlijk van plaats tot plaats afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden en de variabiliteit daarin. Daardoor leveren estuaria een unieke bijdrage aan de biodiversiteit.

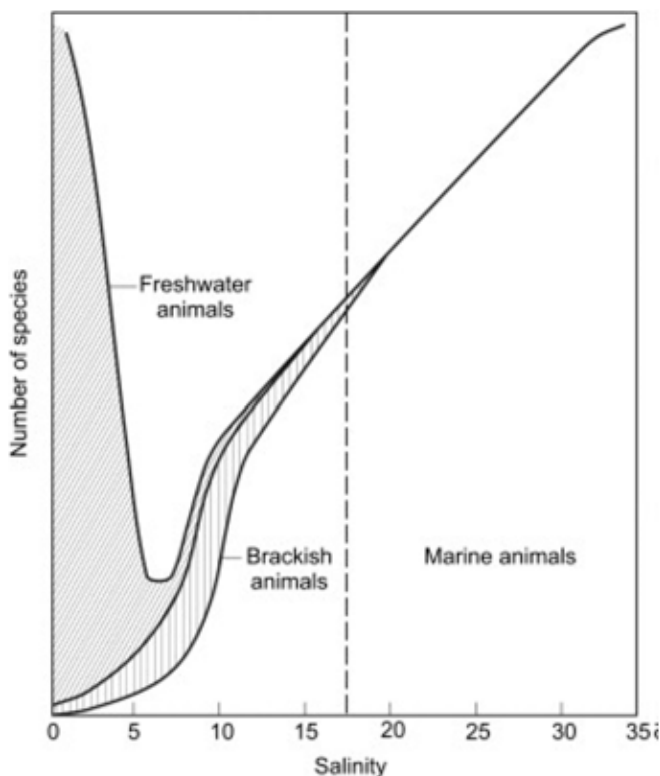
Kijken we naar de periode vóór de Deltawerken, dan zien we een Deltagebied waar de dynamiek van de rivier en de zee nog volop de ruimte hebben, ondanks het aanzienlijke verlies van estuariene habitat door vroegere inpolderingen (zie elders in dit rapport). Het gebied bestond uit een aaneenschakeling van overgangsgebieden (estuaria) met daarbij uitgestrekte arealen aan intergetijdengebied. Getijdynamiek en rivierdynamiek zorgden voor zoet-zout gradiënten met grote verschillen in tijd en ruimte en bepaalden het voorkomen van bodemdieren (zie Bijlage 8). De aanvoer van slib en zand vanuit de rivieren en de zee zorgden ervoor dat het Deltalandschap zich vormde.

Over het voorkomen van bodemdieren in de eerste helft van de vorige eeuw is weinig bekend, maar Wolff (1973) heeft een goede beschrijving achtergelaten van het voorkomen van bodemdieren in de Zuidwestelijke Delta vóór de Deltawerken. Zijn werk beschrijft hoe hier bodemdieren langs de estuariene gradiënten voorkomen, en met name met betrekking tot de zoet-zout gradiënt.

Zoet-zout gradiënt

Zoutgehalte of saliniteit is een belangrijke bepalende factor voor het voorkomen van bodemdieren in estuaria en kustgebieden (Wolff 1973; De Leeuw & Backx 2001). De brakwaterzone heeft van nature een lage biodiversiteit. Dit is al begin vorige eeuw onderzocht door Remane (1934) in de Baltische Zee en later verder onderbouwd en breder toepasbaar gemaakt door o.a. Whitfield et al. (2011, Figuur 4.14). Dit komt omdat maar enkele gespecialiseerde soorten kunnen overleven in dit dynamische milieu. In estuaria is het vooral de hoge dynamiek (in waterstanden en saliniteit) in de brakwaterzone die leiden tot een lager aantal soorten ten opzichte van zoetwater en zoutwater systemen (Attril 2002). Dit patroon wordt bevestigd door het uitgebreide benthosonderzoek van Wolff (1973) in de Zuidwestelijke Delta, voorafgaand aan de uitvoering van de Deltawerken.

De soortenrijkdom van macrobenthos is lager in de brakke gebieden (34 soorten in Haringvliet en Biesbosch) en stijgt in de richting van de monding naar de Noordzee (157 soorten; Wolff 1973).



Figuur 4.14 Het relatieve aantal zoetwater-, brakwater- en zoutwatersoorten zien bij verschillende zoutgehalten. De brakwaterzone heeft van nature een relatief lage soortenrijkdom. De stippellijn geeft de 50% waarde aan van het zoutgehalte van zeewater (Whitfield et al. 2011).

Bodemdieren van zacht substraat langsheen de zoet-zout gradiënt in de Zuidwestelijke Delta (deels overgenomen uit Tangelder, Winter & Ysebaert 2017)

Wolff (1973) heeft in de jaren zeventig een indeling ontwikkeld die is voortgekomen uit bemonstering en analyse van macrobenthos in de estuaria van de Zuidwestelijke Delta in de jaren 1958-1970. Hij maakte een onderverdeling in tien verspreidingstypen van soorten variërend van offshore soorten, stenohaliene mariene soorten, tot mariene soorten die sterk brakke tot brakke zoutgehalten kunnen tolereren, estuariene en zoetwatersoorten. In Bijlage 8 staat de verspreiding van deze typen over een saliniteitsgradiënt aangegeven van de Noordzee tot aan de rivier voor de uitvoering van de Deltawerken. De saliniteitsgradiënt is ingedeeld in vijf zones: Noordzee met een hoge, stabiele saliniteit en geëxponeerde stranden (1), de monding van estuaria met hoge, stabiele saliniteit en beschutte kusten (bv. voormalige Oosterschelde estuarium) (2), het middelste gedeelte van estuaria met onstabiele saliniteit en beschutte kusten (bv. voormalige Haringvliet estuarium) (3), de bovenstroomse delen van estuaria met zoet water met een stabiele saliniteit en beschutte kusten (bv. voormalige Biesbosch) (4) en tot slot de rivier met zoet water (5).

Macrozoöbenthos in het Schelde-estuarium en de Oosterschelde na de Deltawerken

De ecosystemen van het Schelde-estuarium en de Oosterschelde zijn sinds de Deltawerken verschillend geëvolueerd. In de Oosterschelde werd een stormvloedkering aangelegd in de monding, en compartimenteringsdammen achterin het bekken, waardoor de Oosterschelde veranderde in een ondiepe mariene baai. De stroomsnelheden zijn sterk afgenomen, zowel in de geulen als op de intergetijdengebieden, en door de veranderde hydrodynamiek is het systeem zich morfologisch aan het aanpassen. Er is sprake van zandhonger, erosie van slikken en zandplaten die langzaam verdrinken. De Westerschelde daarentegen is sinds de Deltawerken sterk verdiept om de grootste schepen toe te laten de Antwerpse haven te bereiken. Door de verruiming van de vaargeul (combinatie van vaargeulverdieping en zandwinning) en doordat het estuarium al eerder behoorlijk smaller is geworden (door bedijking, inpolderingen, zie elders in dit rapport) is de getijdenbeweging in het Schelde-estuarium de afgelopen eeuw veranderd: het verschil tussen hoog- en laagwater is nu groter en de getijgolf rolt sneller en verder het estuarium in. Onder invloed van deze ingrepen manifesteren zich veranderingen in het systeem die zijn te karakteriseren als verruiming, versimpeling/verstarring, versteiling en verdieping (zie ook Herman & Stive 2011). De stroomsnelheden in de geulen zijn toegenomen, laag-dynamische gebieden met ondiep water zijn afgenomen en de overgangen van platen en slikken naar geulen zijn versteild. Naast deze morfologische veranderingen is de waterkwaliteit ook veranderd in de Oosterschelde en het Schelde-estuarium sinds de Deltawerken. De Oosterschelde is een zeer helder, productief systeem met een relatief hoog, stabiel zoutgehalte. In het Schelde-estuarium is de waterkwaliteit sterk verbeterd, met name in de Zeeschelde, het Vlaamse deel van het Schelde-estuarium. De Zeeschelde was in de jaren zeventig van de vorige eeuw nog nagenoeg zuurstofloos, dit is echter de laatste decennia sterk verbeterd.

Al deze veranderingen hebben ook hun invloed gehad op de bodemdiergemeenschappen van deze watersystemen en tonen aan dat menselijke ingrepen grote gevolgen kunnen hebben op het ecologisch functioneren en de biodiversiteit. Observaties gecombineerd met modellen laten zien dat de biomassa aan bodemdieren in de Oosterschelde is toegenomen, met name in de geulen, terwijl in de Westerschelde het tegenovergestelde wordt vastgesteld (Cozzoli et al. 2013). Dit heeft alles te maken met de getijdynamiek en de stroomsnelheden die optreden. Voor de stormvloedkering en de verdieping, hadden Oosterschelde en Westerschelde een vergelijkbare getijdynamiek en vergelijkbare stroomsnelheden. Binnen een periode van vijftig jaar zijn beide systemen echter totaal onvergelijkbaar geworden in hun ecologisch functioneren. Tegenwoordig domineren andere soorten in de Westerschelde dan in de Oosterschelde (zie o.a. Cozzoli et al. 2013). In de Zeeschelde zien we dat de bodemdierpopulatie er veel beter aan toe is dan in de jaren zeventig tot negentig van de vorige eeuw, toen bodemdieren nauwelijks voorkwamen, *Oligochaeta* uitgezonderd (Ysebaert et al. 1995). Het aantal soorten is nog wel steeds klein, maar is normaal voor een overgangsgebied van zoet naar zout, door de hoge stroomsnelheden en sterk wisselende waterstanden. Na een explosieve toename van de biomassa van bodemdieren in de Zeeschelde tot 2005, neemt die nu weer af. Ook hier zien we, net als in de afgesloten zeearmen, dat bodemdiergemeenschappen nog steeds in verandering zijn, als gevolg van historische en recente ingrepen. Ook in de open zeearmen zijn exoten in opkomst, zoals de Japanse oester (*Crassostrea gigas*), en ook deze soorten beïnvloeden de bodemdiergemeenschappen.

4.2.1.3 Vogels

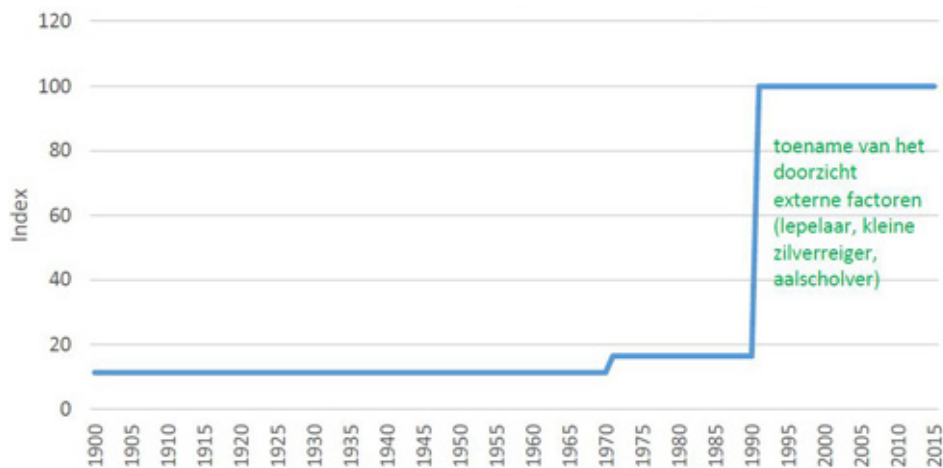
Voor de vogels wordt wat betreft de 'zeearmen open zout' onderscheid gemaakt tussen de Oosterschelde en Westerschelde. Voor beide zeearmen geldt dat hierover goede gegevens beschikbaar zijn.

OOSTERSCHELDE

Viseters

Doortrekkers-overwinteraars (zie Figuur 4.15):

De Oosterschelde is in vergelijking met de afgesloten zeearmen van minder belang voor doortrekkende en overwinterende viseters. Historische gegevens van viseters in de Oosterschelde zijn er vrijwel niet. Ze waren er wel maar vermoedelijk in relatief lage dichtheden zoals nu in open zeearmen. Met de Deltawerken verbeterde het doorzicht in het oostelijk deel van de Oosterschelde. Fuutachtigen, Aalscholver en Middelste zaagbek namen toe in de laatste periode. De toename van soorten van ondiep water zoals de Kleine zilverreiger en Lepelaar hebben duidelijk te maken met een toename van de Noordwest Europese broedpopulatie. Van oudsher broeden grote aantallen Grote sterns en visdieven rond de Oosterschelde. Grote sterns foerageren met name in de kustzone, Visdieven maken wel gebruik van de Oosterschelde om te foerageren maar niet buiten het broedseizoen. Buiten de broedtijd zijn sterns schaars in de Oosterschelde. De Visarend is een schaarse doortrekker in voor- en najaar, de aantallen van deze soort worden extern gestuurd.

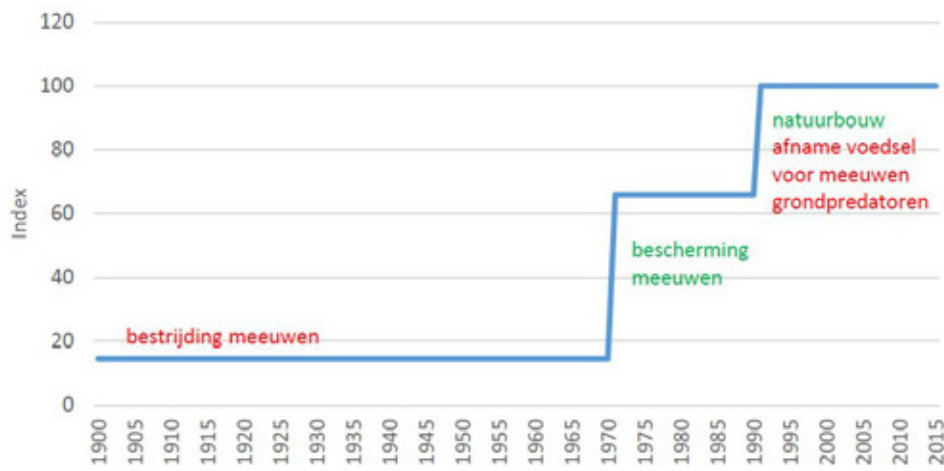


Figuur 4.15 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinteraars van de Oosterschelde tussen 1900 en 2015.

Bodemdiereters

Broedvogels (zie Figuur 4.16):

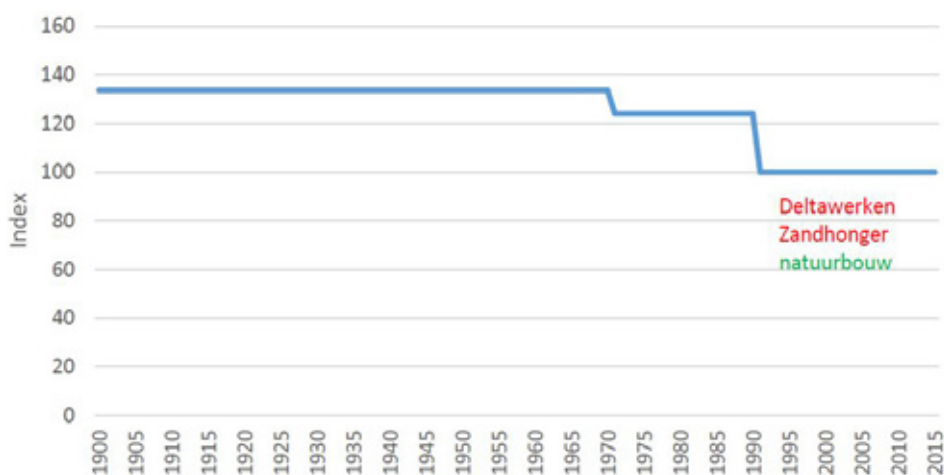
Bodemdiereters broeden voornamelijk binnendijs rond de Oosterschelde maar foerageren in de intergetijdengebieden. De trend van de bodemdiereters wordt met name bepaald door de Zilvermeeuw. Deze soort kwam begin vorige nog niet voor als broedvogel in de Oosterschelde, de eerste exemplaren probeerden zich wel te vestigen maar ze werden fel bestreden. Toen de soort in de jaren zestig/zeventig volledig werd beschermd wist die in eerste instantie bijna exponentieel toe te nemen. Recent nemen de aantallen weer iets af door concurrentie met Kleine mantelmeeuw en verminderd voedselaanbod (discard ban, afgedekte vuilnisbelten). Bovendien doen grondpredatoren hun intrede. Met name voor de Bergeend geldt dat de soort binnendijs broed maar het intergetijdengebied buitendijs van cruciaal belang is voor de opgroeiende jongen. Paren verzamelen grote aantallen jongen die met laagwater foerageren op de slikken. Deze soort is in de trendgrafiek niet meegenomen vanwege onvoldoende gegevens. Van oudsher broeden Kluten en plevieren rond de Oosterschelde. Kluten en plevieren hebben geprofiteerd van grootschalige natuurbouw rond de Oosterschelde. Ondanks de natuurbouw zijn de Strandplevieren in de laatste periode beduidend afgenomen, voor de Strandplevier is de noordkust (binnendijkse natuur) van de Oosterschelde een van de laatste bolwerken in Nederland. De Bontbekplevier weet zich op strandjes buitendijs te handhaven.



Figuur 4.16 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van de Oosterschelde tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (zie Figuur 4.17):

Met een groot areaal aan droogvallende slikken en platen is de Oosterschelde het belangrijkste gebied voor de bodemdiereters in de Delta. De talrijkste steltlopers zijn: Scholekster, Kanoet, Bonte strandloper, Wulp, Rosse grutto en Zilverplevier. Verder komen er relatief belangrijke aantallen voor van Kluut, Tureluur, Steenloper en Strandplevier. Voor 1971 zijn er geen betrouwbare aantalschattingen maar men mag aannemen dat bodemdiereters toen talrijk voorkwamen. De trends van de afzonderlijke soorten vanaf jaren zeventig verschillen per soort. De afname vanaf 1991 wordt met name veroorzaakt door de afname van de talrijkste soorten Scholekster (afname in laatste periode) en Bonte strandloper (afname al in jaren zeventig). Wulp en Zilverplevier namen toe, Kanoet en Rosse grutto bleven stabiel op de lange termijn. Tot aan de jaren tachtig was de Delta een belangrijk ruigebied voor de Noordwest Europese populatie van de Strandplevier; in juli, augustus en september verbleven honderden Strandplevieren in de Delta. Vermoedelijk als gevolg van de negatieve trend van de broedpopulatie zijn ook de najaarsconcentraties vrijwel verdwenen. In tegenstelling tot in de Westerschelde foerageren kluten niet buitendijks op de slikken maar binnendijks in plassen en sloten.



Figuur 4.17 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinteraars van de Oosterschelde tussen 1900 en 2015.

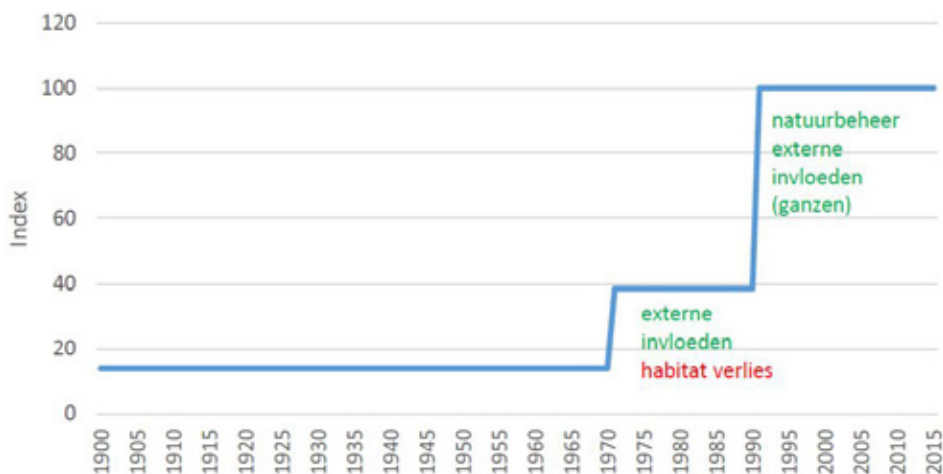
Planteneters

Broedvogels:

Broedende planteneters komen niet in relevante aantallen voor in de Oosterschelde, vanwege het beperkte areaal schorren dat hoog genoeg is om succesvol te kunnen broeden.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.18):

Externe factoren bepalen de trend van de overwinterende planteneters in de Oosterschelde. Ganzen waren relatief schaars voor 1960. Door verminderde jachtdruk, bescherming en intensivering van de landbouw namen de ganzen in Noordwest-Europa, vanaf de jaren tachtig bijna exponentieel toe. In de Oosterschelde resulteerde dat, in binnendijkse graslanden, in een enorme toename van Brandgans en Grauwe Gans. Ook de Rotgans werd talrijker vanaf de jaren zeventig. Driekwart van de overwinterende Rotganzen verblijft in de Oosterschelde. In het najaar foerageren de Rotganzen op wieren in het intergetijdengebied, in de loop van de winter, als de wieren afsterven, zijn de binnendijkse graslanden en tarweakkers steeds belangrijker als voedselbron. De talrijks planteneter is de Smient, de trend van die soort lijkt met name extern gestuurd; de trend van de Oosterschelde loopt parallel aan landelijk trend. Zaad-etende eenden, zijn karakteristiek voor de brakke overgangszones. Pijlstaart, Slobeend en Wintertaling waren in de tweede helft van de eeuw talrijker dan in de eerste helft van de eeuw. De aantallen Pijlstaarten vertonen fluctuaties en namen na piekaantallen in de jaren zeventig weer af, daarentegen profiteerden Wintertaling en Slobeend van de grote arealen nieuwe binnendijkse natuur aan de randen van de Oosterschelde en zijn talrijker dan ooit. De aantallen Wilde eenden fluctueren maar zijn opvallend stabiel vanaf de jaren zeventig.



Figuur 4.18 Trends in het aantal plantenetende doortrekkers-overwinteraars van de Oosterschelde tussen 1900 en 2015.

Roofvogels

Broedvogels:

De Oosterschelde kent weinig geschikte broedgebieden voor roofvogels. Met maximaal enkele tientallen exemplaren per telling in de in de zomermaanden is de bruine kiekendief een karakteristieke vertegenwoordiger van het open landschap rond Oosterschelde. Tegenwoordig is de Bruine Kiekendief in de Oosterschelde talrijker dan begin vorige eeuw. Dat heeft met name te maken met de uitbreiding van de Noordwest-Europese populatie een betere bescherming van de roofvogels.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.19):

In de wintermaanden trekken de watervogels roofvogels aan zoals de Slechtvalk die een echte vogeljager is. Begin vorige eeuw was de Slechtvalk een schaarse wintergast met maximaal enkele per winter. Met de groei van de Nederlandse populatie vanaf de jaren zeventig nam ook het aantal overwinterende Slechtvalken in de Oosterschelde toe, dat bereikte rond de eeuwwisseling een maximum van 10-20 exemplaren. Blauwe kiekendief (maximaal 19) en Velduil (maximaal 12) zijn karakteristieke roofvogels van de open gebieden rond de Oosterschelde, zij leven van muizen en kleine zangvogels.

De aantallen fluctueren jaarlijks en worden met name gestuurd door voedselsituatie en weer ten noorden van Nederland. In tegenstelling tot in de Westerschelde is de Bruine kiekendief een schaarse wintergast (maximaal 4-8 exemplaren). Overige karakteristieke roofvogels van open landschap zoals Ruigpootbuiszand en Smelleken zijn schaarse wintergasten (maximaal enkele exemplaren). Vanaf de jaren negentig doet de Havik, net als de Slechtvalk een beducht vogeljager, zijn intrede (maximaal 1-4 exemplaren). Haviken hebben recent de Delta gekoloniseerd en jagen ook aan de randen van de Oosterschelde.



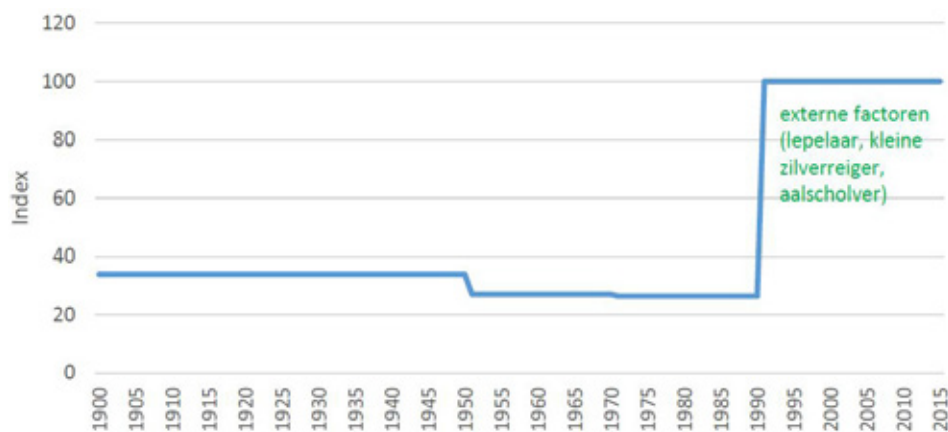
Figuur 4.19 Trends in het aantal niet-broedende Roofvogels van de Oosterschelde tussen 1900 en 2015.

WESTERSCHELDE

Viseters

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.20):

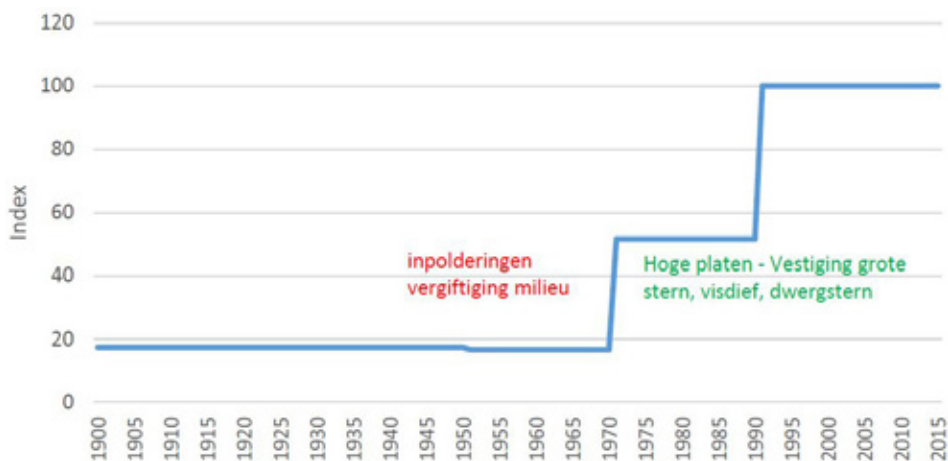
De Westerschelde is in vergelijking met de afgesloten zeearmen van minder belang voor doortrekkende en overwinterende viseters. In tegenstelling tot de Oosterschelde zijn er van de Westerschelde wel historische gegevens van viseters. Ze lijken nooit talrijk te zijn geweest in de Westerschelde. Diverse beschrijvingen suggereren echter dat ze deze soorten in de eerste helft van vorige eeuw toch wat talrijker voorkwamen, met name in het oostelijk deel van de Westerschelde. De recentelijke toename van de Aalscholver kan worden toegeschreven aan de vestiging van de soort als broedvogel. De toename van soorten van ondiep water zoals de Kleine zilverreiger en Lepelaar hebben duidelijk te maken met een toename van de Noordwest Europese broedpopulatie. Het voorkomen van sterns is sterk gebonden aan de broedkolonies in de Westerschelde. De grote sterns foerageren met name buiten de Westerschelde in de Voordelta.



Figuur 4.20 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinteraars van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.

Broedvogels (Figuur 4.21):

Visdief en dwergstern waren in de periode 1900-1950 met respectievelijk circa 1250 en 50 paar bekend als broedvogel, ze broedden op strandjes en schorren rond de Westerschelde. De grote stern ontbrak als broedvogel. Als gevolg van inpolderingen, strandrecreatie en vergiftiging van het milieu namen de aantallen vanaf de jaren zestig af tot een dieptepunt in de zeventiger jaren. De redding voor de sterns was het ontstaan van een geschikt broedgebied op de Hoge Platen in het begin van de jaren zeventig. Eerst vestigden zich daar tientallen dwergsterns die regelmatig mislukten omdat het hooggelegen broedgebied 'De Bol' nog regelmatig overspoelde, na het aanleggen van een beschermend dijke in 1978 stegen de aantallen tot boven de honderd. De visdief vestigde zich daar ook, in tien jaar tijd was de kolonie gegroeid tot 700-1000 paar. Andere belangrijke Visdief kolonies in die tijd waren die in het Verdrongen land van Saeftinghe (jaarlijks 200-500 paar) en die op het sluiscomplex van Terneuzen (jaarlijks 200-300 paar). De kolonie in Saeftinghe is bijzonder want daar broeden de vogels op 'veek', dat zijn pakketten plantenmateriaal die op het schor liggen en gaan drijven tijdens springvloed. De laatste jaren wordt de kolonie daar sterk bedreigd door de komst van landroofdieren (o.a. Vos). De kolonie van het sluiscomplex heeft zich vanwege het verdwijnen van de broedlocatie verspreid over de stad en havens van Terneuzen, dit zijn urbane visdieven. De eerste grote sterns vestigden zich op de Hoge Platen in 1987. De kolonie groeide langzaam uit tot een van de belangrijkste in de Delta met als voorlopig maximum 5300 broedpaar in 2009. De positieve trend van de viseters (broedvogels) wordt met name bepaald door de komst van de Grote stern en toename Dwergstern. Ook de Visdief wist zich te herstellen in de Westerschelde. Soorten als Lepelaar en Kleine zilverreiger vestigden zich recent in de Westerschelde, beide soorten breiden zich sterk uit in West-Europa.



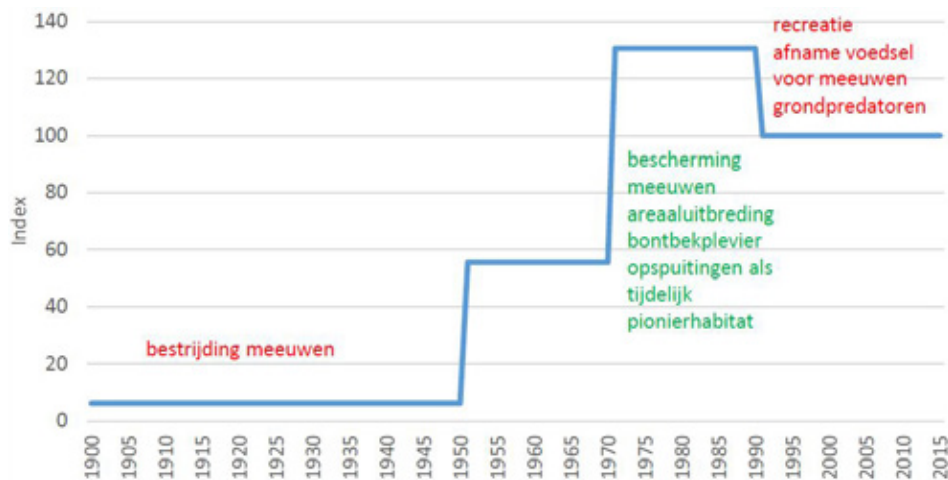
Figuur 4.21 Trends in het aantal visetende broedvogels van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.22):

De trend van de broedende bodemdiereters van de Westerschelde verschilt per soort. De extremen zijn Zilvermeeuw en Bontbekplevier die zich vestigden tegenover de Strandplevier die vrijwel verdween. Belangrijke ontwikkelingen in de Westerschelde waren de aanleg van de Kreekrakdam (1867) en Sloedam (1871). Er ontwikkelden zich uitgebreide schorren en slikken, een aantrekkelijk broedgebied voor bodemdiereters als Scholekster en Tureluur. Van aantallen uit die beginperiode is niets bekend. Men mag aannemen dat ook toen al de dichtheden hoog waren net zoals tegenwoordig. Beide soorten bereiken uitzonderlijk hoge broeddichtheden in Het Verdrongen Land van Saeftinghe. Met circa 1.500 paar broedt de helft van de Zeeuwse populatie Tureluurs in Saeftinghe. In de periode 1950-1971 werd op grote schaal ingepolderd daardoor verdween broedgebied, daarentegen kwam door opspuitingen voor haven- en industriegebieden tijdelijk geschikt broedhabitat beschikbaar voor pioniersoorten zoals Kluut en plevier die daardoor floreerden in de periode 1970-1991. De afname in de laatste periode lijkt vooral te maken te hebben met het ontbreken van geschikt broedhabitat; door bebouwing, vegetatiesuccessie en recreatie werden de broedgebieden ongeschikt. In de jaren vijftig vestigden zich de eerste Zilvermeeuwen in de Westerschelde, daarna groeide de populatie snel met vestigingen in Saeftinghe en

later in het Sloe. Omstreeks de eeuwwisseling broedden er 10 000 paar in Saeftinge. In 2015 was de kolonie op enkele paren daar helemaal verdwenen als gevolg van het sluiten van vuilnisbelten in Antwerpen en de komst van de Vos. De populatie in de Westerschelde is afgenomen, naast het Sloe (3000 paar) broedt de Zilvermeeuw buitendijks op diverse schorren (Zuidgors 500, Schor van Waarde 50, Hoge platen 65 paar).



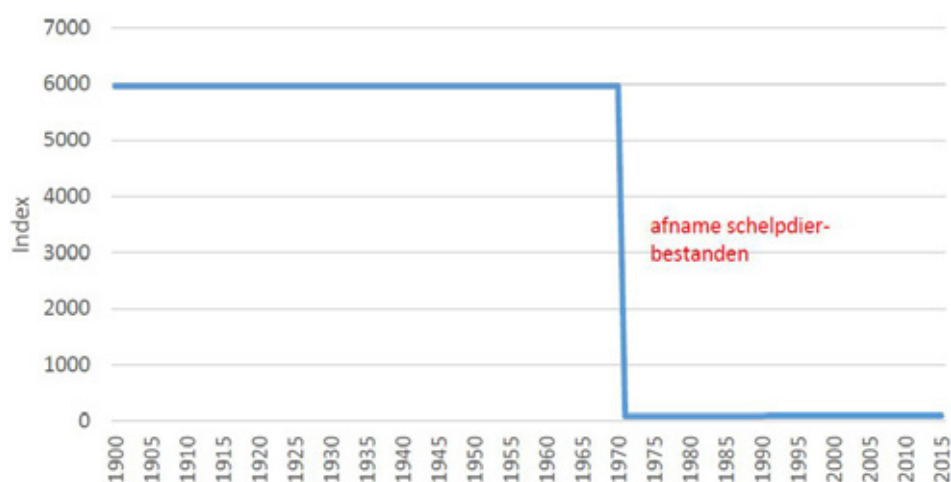
Figuur 4.22 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.23 en 4.24):

Na de Oosterschelde is de Westerschelde het belangrijkste gebied voor bodemdiereters in de Delta. De talrijkste bodemdiereters zijn Bonte strandloper, Scholekster, Bergeend, Wulp, Zilverplevier, Rosse Grutto, Kanoet, Tureluur, Drieteenstrandloper en Kluut. Voor 1950 Was Bergeend en Kluut een talrijke wintergast in het Sloe. Ze overwinteren daar nog steeds op het restant van het voormalige Zuid-Sloe maar de aantallen zijn afgenomen. Voor de Bergeend zijn de geulen en platen in de westelijke Westerschelde van internationaal belang als ruigebied. Al in de jaren zestig werd melding gemaakt van grote aantallen ruiende Bergeenden bij de Hoge Platen. Het belang is sindsdien toegenomen, tegenwoordig ruien daar 20.000-30.000 Bergeenden. Oude bronnen (<1900) maken melding van grote groepen Zwarte zee-eenden op de Westerschelde bij Terneuzen en Vlissingen, ook Brilduikers en Toppers werden regelmatig in 'aantallen' gezien. Tegenwoordig komen die niet meer voor, blijkbaar kwamen er vroeger grote schelpdierbestanden voor in de Westerschelde die werden geëxploiteerd door de schelpdieretende eenden. Steltlopers zijn altijd talrijk geweest. De meeste soorten zijn nog steeds talrijk. De Strandplevier dreigt te verdwijnen uit de Westerschelde, de zuidkust was voor 1990 met 500-1.000 exemplaren een van de belangrijkste ruiplaatsen in Noordwest-Europa. Wulp en Drieteenstrandloper zijn talrijker dan ooit, beide soorten nemen toe in de hele Delta en ook landelijk, de oorzaak van de toename ligt waarschijnlijk buiten de Delta.



Figuur 4.23 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwintelaars van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.



Figuur 4.24 Trends in het aantal bodemdieretende eenden van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.

Planteneters

Broedvogels:

Broeden in de schorren rond de Westerschelde is een gevaarlijke onderneming, tijdens springtij kan je nest wegspoelen. Als gevolg van natuurlijke successie zijn in de loop van de vorige eeuw veel schorren zo hoog geworden het voor ganzen en eenden loont om in het schor te gaan broeden. Dat heeft geleid tot een forse toename van broedende planteneters in de laatste periode (1990-2015) op met name de Hooge Platen en Saeftinge. In 2012 broedde in Saeftinge 335 paar Grauwe Gans, 111 paar Grote Canadese Gans en 626 paar Wilde Eend. Recent heeft de Vos zich daar gevestigd wat tot een forse afname heeft geleid van de broedvogels. Op de Hooge platen hebben zich recent ook ganzen gevestigd, dat schor is vrij van grondpredatoren.

Doortrekkers-overwintelaars (Figuur 4.25):

Planteneters zijn altijd talrijk geweest in de Westerschelde. Smient, Wilde Eend, Pijlstaart en Wintertaling kwamen talrijk voor op de schorren rond 1900. Ganzen waren niet zo talrijk vermoedelijk speelde jacht hierbij een grote rol. In de periode 1971-1990 waren ze wat minder talrijk vermoedelijk door verlies aan foerageerhabitat als gevolg van inpolderingen en opspuitingen. Daarentegen nam het oppervlakte schor toe als gevolg van successie. Na het sluiten van de jacht verplaatsten de Grauwe gans zijn overwinteringsgebied van Spanje naar de Westerschelde (Saeftinge). Het aantal overwinterende grauwe ganzen steeg naar 50.000-80.000 exemplaren rond de eeuwwisseling in de Westerschelde. In Saeftinge foerageerden de ganzen op Zeebiesknollen op het schor. Tegenwoordig zijn de aantallen met 10.000 tot 20.000 exemplaren aanzienlijk lager door een afname van de Zeebies

of Heen (*Bolboschoenus maritimus*) en vermoedelijk ook externe factoren. Ook de Brandgans leverde een forse bijdrage aan de positieve trend in de laatste periode; de toename in de Westerschelde vanaf 2009 was een gevolg van de vestiging en uitbreiding van de broedpopulatie in Noordwest-Europa inclusief Nederland.



Figuur 4.25 Trends in het aantal grasetende doortrekkers-overwinterraars van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.

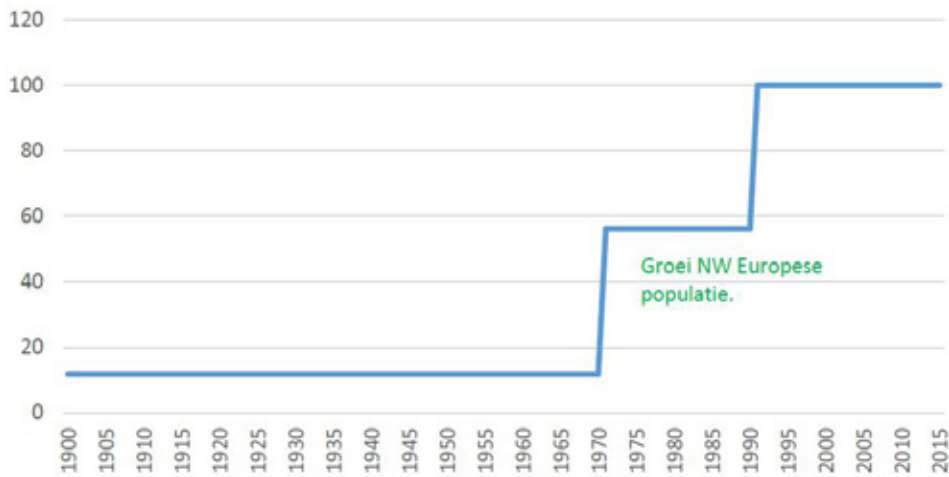
Roofvogels

Broedvogels:

In de eerste helft van vorige eeuw waren roofvogels schaars in de Delta. Vervolging, gebrek aan geschikte broedplaatsen en vergiftiging van het milieu speelden in die tijd. Bruine Kiekendief en Slechtvalk kwamen niet voor als broedvogel. Na het verbieden van de gifstoffen herstelde de Nederlandse populatie roofvogels zich langzaam. Een typische soort voor het open landschap van de Delta is de Bruine Kiekendief, alleen al in Zeeland komt tegenwoordig 20% van de Nederlandse populatie tot broeden. In 1956 vestigde de eerste Bruine Kiekendief zich in Zeeuws-Vlaanderen, in 1985 in de Westerschelde. Vanaf de jaren zeventig groeide de populatie in de Westerschelde langzaam, met als belangrijkste broedgebied het buitendijkse Saeftinge, daar groeide de populatie langzaam tot >30 paar aan het begin van deze eeuw. Op het Zuidgors broeden tegenwoordig ook Bruine kiekken. Ook de Slechtvalk breidde zich langzaam uit in Nederland. In Zeeland werden op diverse hoge gebouwen nestkasten opgehangen. In 2001 vestigde een Slechtvalk zich in een kast aan de elektriciteitscentrale bij Borssele, dat de vogels in de Westerschelde jagen bewijst de prooijijst met diverse soorten steltlopers die doortrekken in de Westerschelde. In de daaropvolgende jaren groeide de populatie rond de Westerschelde tot circa 10 paar. Bijzonder is de vestiging van een paar op de Hooge Platen, de soort broedde daar van 2006-2012 in een grondnest, overigens meestal niet succesvol.

Doortrekkers-overwinterraars (Figuur 4.26):

De Westerschelde is een aantrekkelijk habitat voor roofvogels van open gebieden. Slechtvalk en kiekendieven zijn tegenwoordig een algemene verschijning in de winter rond de Westerschelde. Dat was niet altijd zo. Met de groei van de Europese populatie Slechtvalken nam ook het aantal overwinterraars toe, hetzelfde geldt voor de Bruine kiekendief. Blauwe kiekendieven komen uit Scandinavië, die soort is vermoedelijk altijd relatief talrijk geweest in de Westerschelde. Tegenwoordig zijn de aantallen overwinterende Blauwe Kiekendieven lager, hetzelfde geldt voor het Smelleken. De schorren rond de Westerschelde worden door kiekendieven gebruikt als slaappleaats. Verreweg de belangrijkste slaappleaats is in Saeftinge. Jaarlijks worden daar tientallen Blauwe Kiekendieven aangetroffen. Uniek voor Noordwest-Europa is het overwinteren van de Bruine Kiekendief in de Delta. Dat begon in de jaren tachtig in Saeftinge met enkele exemplaren en is tegenwoordig uitgegroeid tot meer dan 100 exemplaren op de slaappleaats aldaar.



Figuur 4.26 Trends in het aantal niet-broedende Roofvogels van de Westerschelde tussen 1900 en 2015.

4.2.2 Zeearmen gesloten zout

4.2.2.1 Flora en vegetatie

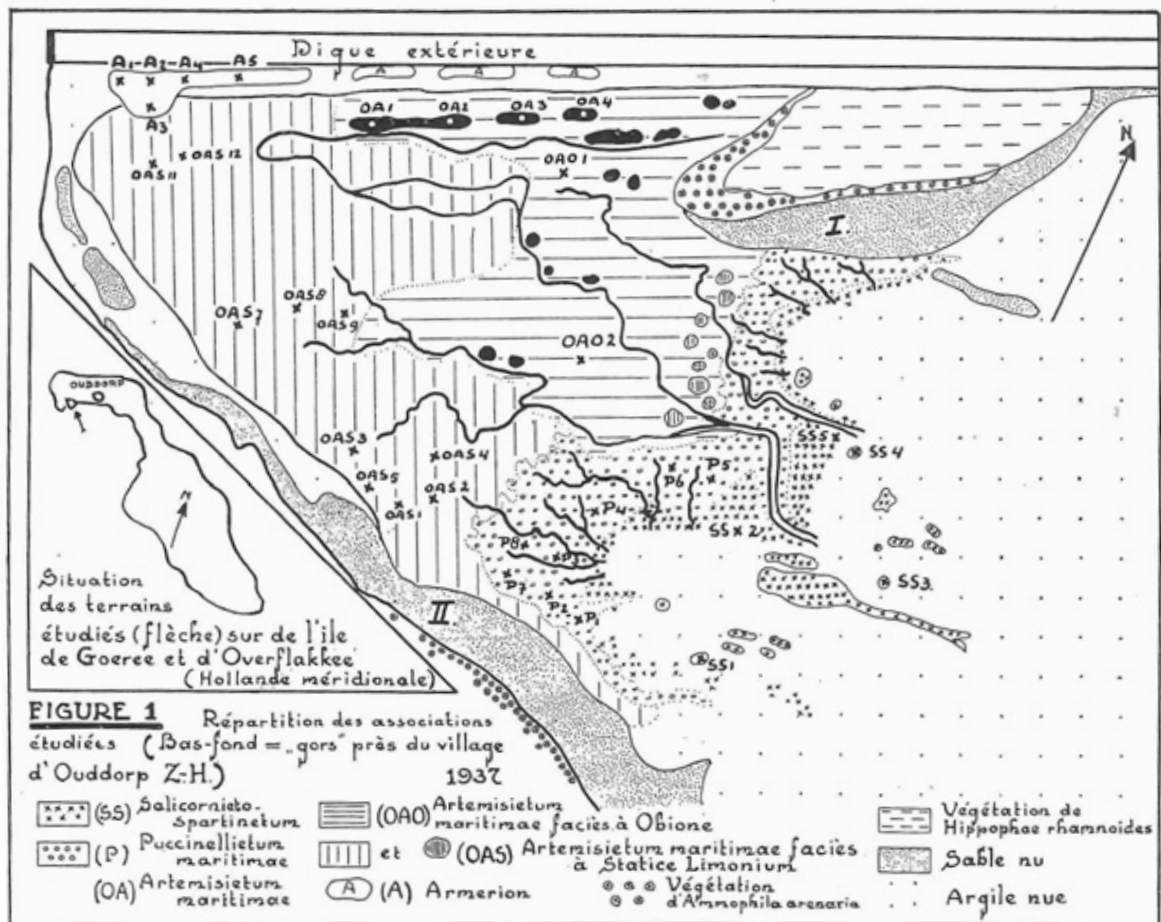
Tot voor kort vormde de Grevelingen het enige zoutwatermeer in ons land, maar enige jaren geleden is na ingrijpende maatregelen (zie Hfst. 2) daar ook het Veerse Meer bijgekomen. Beide gebieden worden hier kort toegelicht.

GREVELINGEN

De Grevelingen is oorspronkelijk een van de meest zandige en zoute zeearmen in het estuariene gebied van Zuidwest-Nederland. Het areaal aan buitendijks gelegen, begroeid oeverland was in de periode 1900-1960 beperkt, en betrof een klein schor aan de zuidzijde van de Springerspolder, een klein schor bij Zonnemaire, lage duintjes op de Hompelvoet, en – verreweg het grootste gebied – de schorren van de Slikken van Flakkee. Het getijverschil bedroeg ongeveer 2,5 m. Aan de zuidzijde werd in 1954 een schor ingedijkt waarbij het gebied Dijkwater ontstond.

De oudste vegetatieopname van de Grevelingen betreft een beschrijving uit 1934 van een begroeiing op het "gors" bij Zonnemaire. De vegetatie bestaat uit Gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*), Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*) en Zeekraal (*Salicornia species*), Zulte (*Aster tripolium*) en Klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*). Opnamen uit 1952 van dezelfde locatie beschrijven een dominantie van Gewoon kweldergras of Rood zwenkgras (*Festuca rubra*). Het gors wordt op dat moment beweid met schapen en geiten.

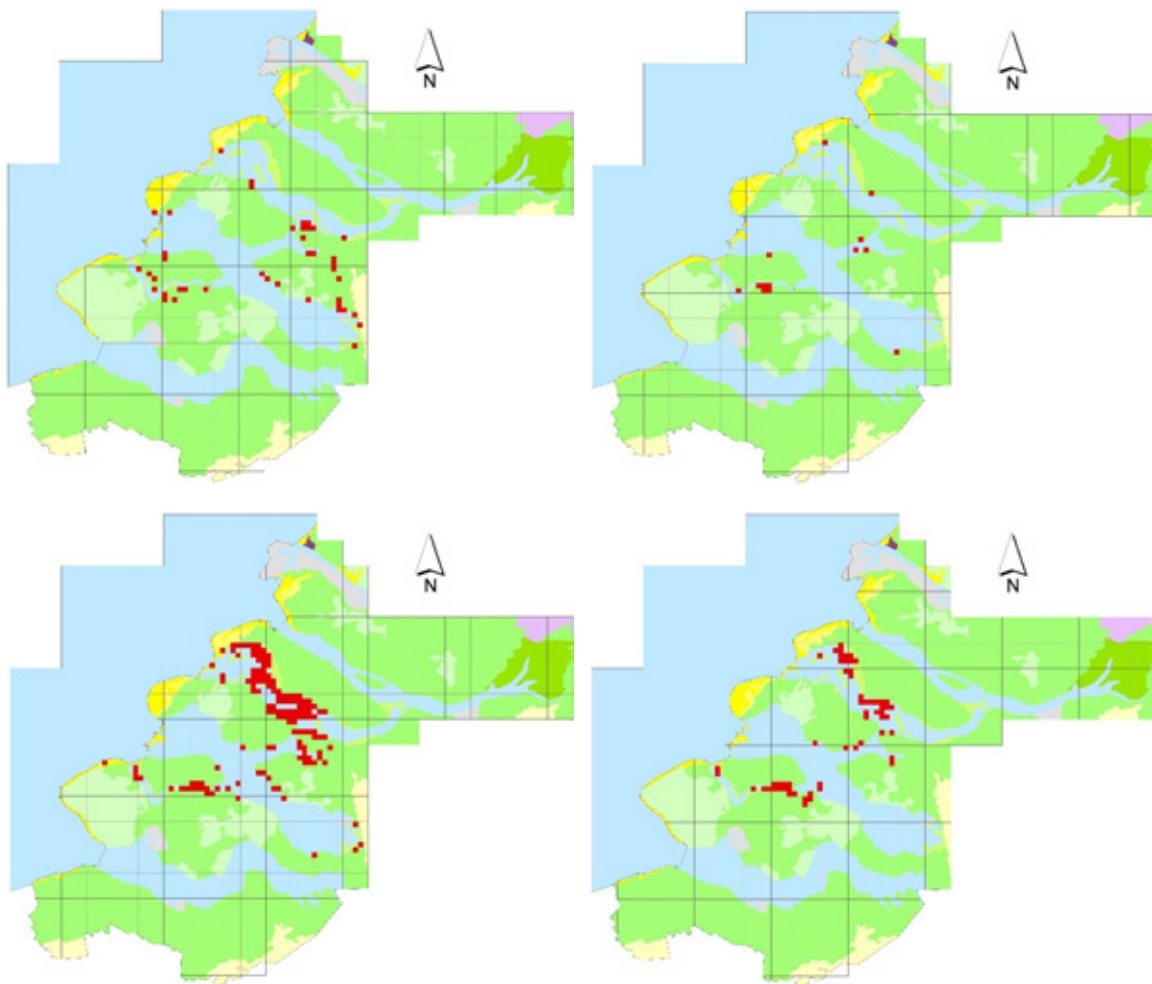
Markus Adriani beschrijft de vegetatie van het Springersgors in 1936 en 1937, en publiceert er tevens een vegetatiekaart van (Adriani 1952; Figuur 4.27). De opnamen geven een beeld van een gevarieerd, niet beheerd gors, met pioniervegetatie met Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*), lage schorvegetatie gedomineerd door Lamsoor (*Limonium vulgare*), Zeeweegbree (*Plantago maritima*), Zulte (*Aster tripolium*) en Gewone zoutmelde, en hogere delen met Rood zwenkgras en Melkkruid (*Glaux maritima*). In de jaren 1950, 1960 en 1970 wordt vanuit het Delta-Archief, onder leiding van Wim Beeftink, een groot deel van de zoute vegetatie van Zuidwest-Nederland gedetailleerd bestudeerd, met het oog op de aankomende afsluitingen van de zeearmen en de voorziene veranderingen in vegetatie. Het Springersgors wordt uitgebreid beschreven aan de hand van meer dan 300 opnamen uit de periode 1959- 1971. Deze laten nog steeds zien hoe gevarieerd dit gors op dat moment is. Naast de door Adriani beschreven vegetatietypen komen ook begroeiingen voor met dominantie van Langarige zeekraal (*Salicornia procumbens*) of Engels slijkgras (*Spartina anglica*) op het slik, met Strandkweek (*Elytrigia atherica*) op de hoge kwelder, en daarnaast lage duintjes met Biestarwegras (*Elytrigia juncea*) en Zeepostelein (*Honckenya peploides*). Dit gors is enkele jaren na de afsluiting van de Grevelingen, door de aanleg van wegen bij De Punt, onherstelbaar veranderd.



Figuur 4.27 Vegetatiekaart van het Springergors in 1936/1937 (Adriani 1952).

Op de Hompelvoet, een eiland centraal in het bekken, waren voor de afsluiting lage duintjes aanwezig met onder meer Biestarwegras, alsmede een schaars begroeid slik met Zeekraal, Engel slijkgras en Klein zee gras (*Zostera noltei*; Slim 1987).

Met de afsluiting van de Grevelingendam (1965) en Brouwersdam (1971) veranderde de Grevelingen van een estuarium in een zout meer met een permanent waterpeil (-20 cm NAP). Het zoutgehalte verschilt nauwelijks met dat in de Noordzee. Voor de zeegrassen pakte deze verandering in eerste instantie goed uit. In 1968 kwam in het estuarium reeds 1200 ha aan zeegras-begroeiingen voor, met zowel Groot zeegras (*Zostera marina*) als Klein zeegras. Na de afsluiting vond een explosieve groei plaats van Groot zeegras, dat op de maximale uitbreiding zo'n 4.400 ha innam (Weeda et al. 2000; Figuur 4.28). In de zomer van 1980 nam de hoeveelheid zeegras plotseling echter sterk af, mogelijk als gevolg van de inlaat van relatief voedselrijk water vanuit de Noordzee sinds 1978, in combinatie met de toestroom van voedselrijk polderwater (Nienhuis 1985). Door de inlaat van Noordzeewater ontstond ook een gelaagdheid met waterlagen van een verschillende dichtheid (ander zoutgehalte), waarbij in de onderste laag en op de bodem zuurstofloosheid optrad. Nienhuis (1985) ziet de zuurstofloze bodem als de voornaamste verklaring voor het instorten van het Groot zeegras. De oppervlakte aan zeegras zakte terug tot zo'n 25 ha in de jaren 1990 (Weeda et al. 2000), en inmiddels zijn beide soorten uit het gebied verdwenen. Het verdwijnen van het Zeegras wordt door sommige auteurs ook gerelateerd aan het hoge zoutgehalte en de fosfaatlimitatie in het Grevelingenmeer (Hoeksema 2002; Wetsteijn 2011).



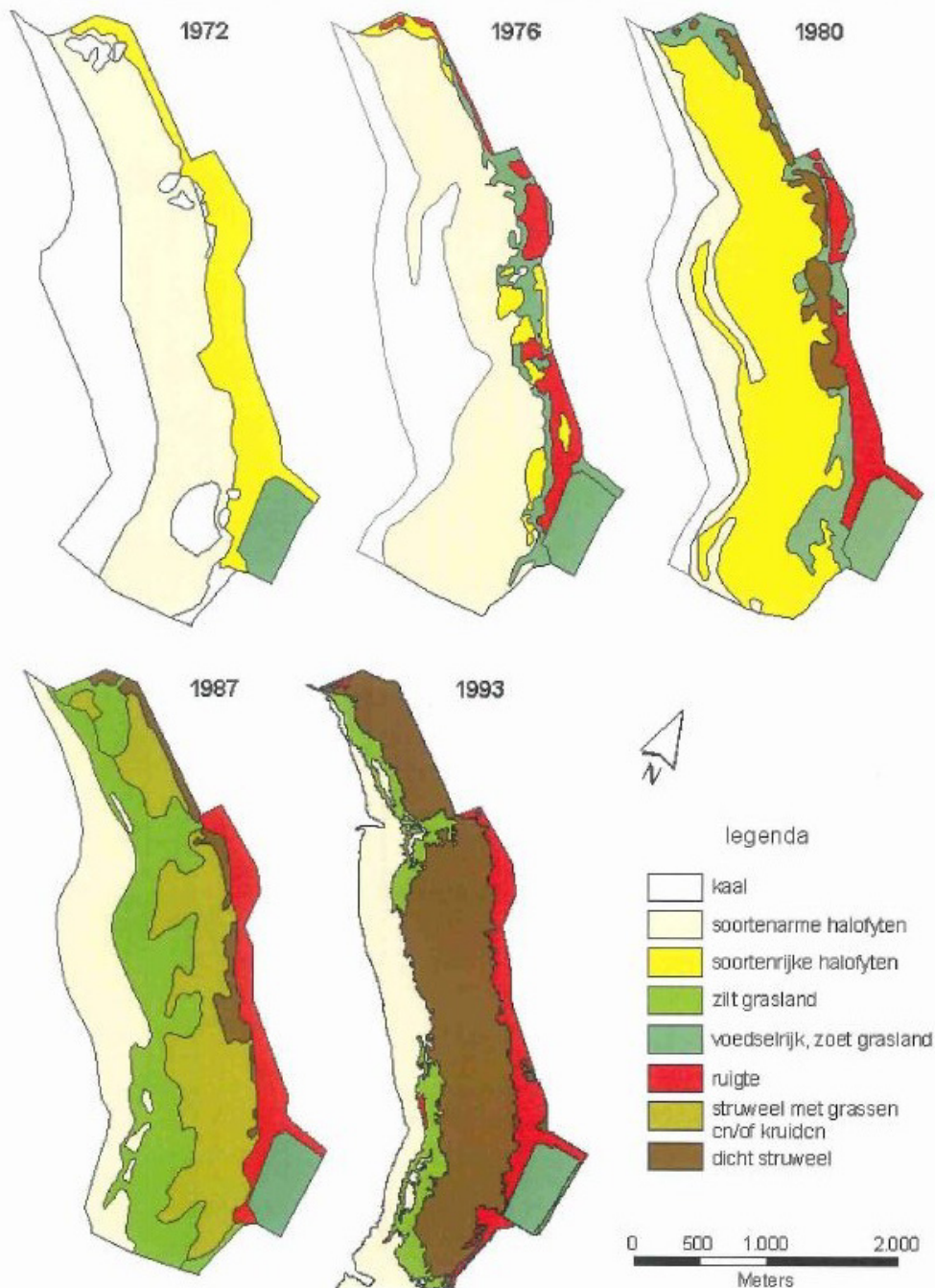
Figuur 4.28 Verspreiding van Groot zeegras (*Zostera marina*) over de perioden 1900-1950 (a), 1951-1970 (b), 1971-1990 (c) en 1991-heden (d). De gegevens zijn verstrekt door FLORON.

Op de bijna 3.000 ha aan permanent drooggevallen schorren en slikken kwam een vegetatiesuccessie op gang die tot op de dag van vandaag nog voortduurt. Het oude schor van de Slikken van Flakkee groeide in vrij korte tijd dicht met ruigtekruiden, eerst nog zoutminnende soorten, maar al vrij snel soorten van zoet milieu, waaronder Harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*) en Akkerdistel (*Cirsium arvense*). Mogelijk profiteerden deze soorten van de voedingsstoffen die vrijkomen door het afsterven van de schorplanten, maar ook de van nature voedselrijke bodem vormde een geschikt milieu. Tot op heden is de vegetatie nog steeds een ruige begroeiing, maar nu gedomineerd door grassen als Duinriet (*Calamagrostis epigejos*), Ruw beemdgras (*Poa trivialis*) en Kropaar (*Dactylis glomerata*), met daarnaast en lokaal Jacobskruiskruid (*Jacobaea vulgaris*), Grote brandnetel (*Urtica dioica*), Riet (*Phragmites australis*) en Dauwbraam (*Rubus caesius*). De dichte ruigte bood weinig ruimte voor vestiging van struiken en bomen, en deze groeien dan ook slechts op enkele plekjes, waar ze zich vlak na het droogvallen hebben weten te vestigen. In kreken en kommetjes van de schorren weten de zoutplanten zich overigens lang te handhaven, en ook nu komen hier en daar nog relictten van deze populaties voor.

Op de voormalige zandplaten en de oevers van de eilanden (Hompelvoet) trad door ontzilting een successie op van een zoutvegetatie naar zoete begroeiingen, waarbij de hogere en meer zandige delen sneller ontzilten dan de lagere en meer klei bevattende delen. Cruciale sturende factor is echter het beheer.

Op de niet-beheerde Slikken van Flakkee Noord zijn sinds de afsluiting de veranderingen nauwkeurig gevolgd aan de hand van een reeks van vegetatiekaarten (Van der Pluijm & de Jong 2003; zie Figuur 4.29). Er vond een ontwikkeling plaats van zilt grasland, via brak en zoet grasland naar struweel en bos. In het struweel groeit veel Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*), Eenstijlige meidoorn (*Crataegus monogyna*) en Vlier (*Sambucus nigra*). Opvallende soorten in het bos zijn Boswilg (*Salix caprea*),

Grauwe wilg (*Salix cinerea*), Ruwe berk (*Betula pendula*) en Ratelpopulier (*Populus tremula*). Het spontaan ontstane bos heeft op bijvoorbeeld de Veermansplaat een ondergroei met veel Rondbladig wintergroen (*Pyrola rotundifolia*) en Bosorchis (*Dactylorhiza fuchsii*), wat doet denken aan vochtige duinbossen van de associatie *Crataego-Betuletum*. De oeverlanden kennen een zonering van zeekraalvegetatie op het slik en op open, zandige oevers, via een smalle zone zilt grasland, overgaand in brakke graslanden en kleine delen met duinvallei-vegetatie, naar Duindoorn-struweel. Op enkele plekken aan de noordkant van de Slikken van Flakkee is een brakke ruigte ontstaan met Heemst (*Althaea officinalis*).



Figuur 4.29 Vegetatiesuccessie op de Slikken van Flakkee Noord tussen 1972 en 1993 (Uit: Van der Pluijm & de Jong 2003).

Het zuidelijke deel van de Slikken van Flakkee kreeg een ander beheer intensief begrazingsbeheer door Heckrunderen, terwijl voor het middendeel een extensief beheer werd ingesteld (Buth 1985; Van Haperen & Visser 1992). De oevers van de Veermansplaat worden jaarlijks gemaaid, en op de Hompelvoet wordt maaien en begrazing gecombineerd.

Op delen waar een meer of minder intensief beheer wordt gevoerd zijn uitgestrekte brakke en zoete, vochtige graslanden ontstaan, zoals die doorgaans van valleien in de duinen bekend zijn. Het is denkbaar dat dergelijke begroeiingen in een volledig natuurlijke delta ook buitendijks een plek kenden, op zandige en kalkrijke, relatief laag-dynamische plekken, maar dergelijke milieus zijn al vele eeuwen niet meer bekend uit de Delta door inpolderingen. Dankzij de kalkrijkdom van het onderliggende zand zijn deze begroeiingen zeer soortenrijk en herbergen ze veel bedreigde plantensoorten, waaronder Parnassia (*Parnassia palustris*), Fraai duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum*), Waterpunge (*Samolus valerandi*), Kleverige ogentroost (*Euphrasia stricta*), Bonte paardenstaart (*Equisetum variegatum*), Rondbladig wintergroen (*Pyrola rotundifolia*), Herfstschroeforchis (*Spiranthes spiralis*), Groenknolorchis (*Liparis loeselii*), en diverse andere orchideeën (De Kraker 2012, 2017ab). De Grevelingen herbergt in ons land een van de grootste oppervlakte van dit type duinvalleivegetatie (verbond *Caricion davallianae*), met naar schatting zo'n 250 tot 300 hectare. Dit is te danken aan het voorhanden zijn van een groot areaal zandig, voedselarm en kalkrijk substraat, als gevolg van de zeer vlakke oeverlanden, in combinatie met een intensief maai- en begrazingsbeheer, met name op de Hompelvoet, Veermansplaat en Slikken van Flakkee Zuid. In deze vegetatie komt verreweg de grootste inheemse populatie voor van de Groenknolorchis, een orchidee die beschermd is onder de Europese Habitatrictlijn. Het merendeel van de populatie bevindt zich op de Veermansplaat, naar schatting zo'n 50,000 exemplaren in 2016 (De Kraker 2017a). Voor de uiterst zeldzame Herfstschroeforchis is de Hompelvoet tegenwoordig de grootste groeiplaats van ons land (De Kraker 2017b). Een kleine oppervlakte op de Hompelvoet wordt ingenomen door droge duingraslanden, met als bijzondere soorten onder meer Harlekijn (*Anacamptis morio*), Gewone vleugeltjesbloem (*Polygala vulgaris*) en Maanvaren (*Botrychium lunaria*). Op dit gevarieerde eiland zijn sinds de afsluiting inmiddels meer dan 450 plantensoorten waargenomen (De Kraker 2012).

VEERSE MEER

In 1961 ontstond het Veerse Meer, als gevolg van het eerste project binnen de Deltawerken, door de aanleg van de Zandkreekdijk (1960) en de Veerse Dam (1961). Het meer bevat gedeelten van de voormalige kreken Veerse Gat (noordwestzijde), Zandkreek (oostzijde) en het noordelijk deel van de Sloe, dat aan de zuidzijde tot in 1871 een verbinding met de Westerschelde vormde. Bij het ontstaan van het circa 4.200 ha grote meer viel ongeveer de helft van de buitendijkse gebieden droog. Het meer heeft van het begin af aan een belangrijke recreatieve functie gehad: het was door de geringe omvang en diepte erg geschikt voor recreatie met kleine boten. Een aantal buitendijkse gebieden kwam in beheer bij Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. De grootste hiervan zijn de oeverlanden Schotsman en Goudplaat en de eilanden Haringvreter en Aardbeieneiland in het voormalige Veerse Gat, en het eiland Middelplaten in de voormalige Zandkreek. De Oranjeplaat aan de zuidzijde is een restant van de Sloe. Een deel van deze gebieden is tussen 1960 en 1980 met bos ingeplant. In het meer is tevens een tiental eilanden opgespoten, met name voor de recreatie.

Vegetatiebeschrijvingen van rond 1950 uit de Noord-Sloe geven een beeld van typische schorbegroeiingen, met begroeiingen die worden gedomineerd door Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*), Lamsoor (*Limonium vulgare*), Gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*), Zeealsem (*Artemisia maritima*) of Strandkweek (*Elytrigia atherica*). Op het lage schor waren begroeiingen met Klein slijkgras (*Spartina maritima*) in die tijd al vrijwel geheel verdrongen door begroeiingen met Engels slijkgras (*Spartina anglica*).

De ontwikkeling van de vegetatie sinds de afsluiting lijkt sterk op die van andere afgesloten zeearmen die verzoet zijn, waarbij door de recreatiefunctie relatief veel terrein aanwezig is dat intensief beheerd wordt en daardoor een korte grasmat heeft. Daar komt bij dat een grote populatie van het damhart in het Veerse Meer eveneens zorgt voor een korte begroeiing, met name op het eiland Haringvreter. In de korte vegetatie is op het kalkrijke zand een duinvallei-begroeiing ontstaan, met soorten als Parnassia (*Parnassia palustris*), Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), Geelhartje (*Linum catharticum*), Vlozegge (*Carex pulicaris*), Rondbladig wintergroen (*Pyrola rotundifolia*) en verschillende soorten Duizendguldenkruid (*Centaureum species*). Op hogere, zandige delen komen duingraslanden voor, terwijl op lage, kleiige delen restanten zoutvegetatie zich handhaven.

Vanwege de slechte waterkwaliteit is in 2004 het doorlaatmiddel 'Katse Heul' aangelegd, waarmee zout water vanuit de Oosterschelde het meer instroomt. Daarmee veranderde het Veerse Meer van een zoetwatermeer naar een zoutwatermeer. Van getij is nauwelijks sprake, omdat het water een lange weg aflegt via de Stormvloedkering, door de Oosterschelde tot in het Veerse Meer. Op smalle stroken langs de oevers is hierdoor wel een zoutvegetatie teruggekomen, met name met soorten uit het Zeevetmuur-verbond (*Saginion maritimae*), zoals Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*), Zeevetmuur (*Sagina maritima*) en Laksteeltje (*Catapodium marinum*).

4.2.2.2 Mariene fauna

Wat betreft de mariene fauna van de 'Gesloten zeearmen zout' beperken we ons tot de trekvisen, waarbij we afzonderlijk aandacht schenken aan de Grevelingen en het Veerse Meer (zie Par. 2.2.2.4).

GREVELINGEN

De Grevelingen veranderde van een estuarium in een afgesloten zeearm na de afsluiting door de Grevelingendam in 1964 en na de realisatie van de Brouwersdam (1971) in het grootste zoutwatermeer van Europa. Er heerst geen getij en er is beperkte uitwisseling van water met de Noordzee door de Brouwerssluis (sinds 1978). Recent is een verbinding aangelegd met de Oosterschelde (Flakkeese Spuisluis, in 2017).

De soortensamenstelling van de visgemeenschap op basis van monitoringgegevens is gegeven voor verschillende perioden (Bijlage 10). Waardenburg et al. (1984) geeft onder andere een overzicht van de visgemeenschap voor de periode 1900-1927, gebaseerd op Jaarverslagen Landbouw en Visserij. In de periode 1960 tot en met 1980 hebben er op de Grevelingen (Grevelingenmeer) frequent visstandsonderzoeken plaatsgevonden (Vaas 1978; Doornbos et al. 1986, aan de hand van boomkor-bemonsteringen). Daarna nog in 1982, 1988 (Vos & Twisk 1990) en 1994 (Meijer, 1995). Vervolgens is lange tijd geen onderzoek naar visstand meer verricht en zijn nog enkele beperkte bemonsteringen uitgevoerd met wisselende focus en bemonsteringstechnieken, totdat in 2016 (najaar) en 2017 (voorjaar en najaar) visstandsonderzoek is gedaan door ATKB Adviesbureau voor bodem, water en ecologie (Hop 2016, 2017a, 2017b) die beschrijving geeft van de huidige visstand.

PERIODE 1900-1950

In het begin van de 20ste eeuw, toen de Grevelingen nog een open zeearm was, kan aangenomen worden dat de vissoortensamenstelling vergelijkbaar zal zijn geweest met de Oosterschelde. In de periode 1900-1927 werden 29 vissoorten aangetroffen in de Grevelingen, waarvan 11 diadrome soorten en negen mariene juveniele soorten. De wijze waarop de visfauna bemonsterd is in deze periode is onduidelijk. Op basis van de Jaarverslagen Landbouw en Visserij van 1900-1927 blijken de diadrome soorten Bot, Elft, Fint, Paling, Spiering, Europese steur, Atlantische zalm, Zeeforel en Zeeprik nog in 1900 voor te komen in de Grevelingen.

PERIODE 1951-1970

De diadrome soorten Europese steur, Elft en Atlantische zalm en de mariene soorten Kongeraal en Zeestekelbaars (*Spinachia spinachia*, gerelateerd aan Zeegrasvelden, die op grote schaal zijn verdwenen) werden niet teruggevonden in de boomkor-bemonsteringen (3 m) van Vaas (1978) in de periode 1960-1976. Deze soorten zijn vóór de Deltawerken verdwenen uit de Grevelingen (Waardenburg et al. 1984). Kort vóór de realisatie van de Grevelingendam (1960-1963) werden de diadrome soorten Bot, Paling en Spiering aangetroffen in de boomkor-bemonsteringen van Vaas (1978). Na de realisatie van de Grevelingendam maar nog voor de realisatie van de Brouwersdam werden Bot, Driedoornige stekelbaars, Fint, Paling en Spiering aangetroffen. Het visbestand veranderde naar een situatie vergelijkbaar met dat van de Oosterschelde (Wetsteijn 2011). Na de realisatie van de Brouwersdam kwamen Bot, Driedoornige stekelbaars, Paling en Spiering nog voor, waarbij Spiering al gauw (vanaf 1972) niet meer teruggevonden werd in de bemonsteringen van Vaas (1978). De afsluiting van de Grevelingen van de Noordzee en de rivieren resulteerde in het verdwijnen van alle doortrekmogelijkheden voor migrerende vissoorten (Troost et al. 2012).

PERIODE 1971-1990

Na de afsluiting (1971) van de Noordzee verandert de Grevelingen in het stagnant zoutwater Grevelingenmeer. Enige verzoeting treedt op door toevoeging van (relatief) zoet polderwater en

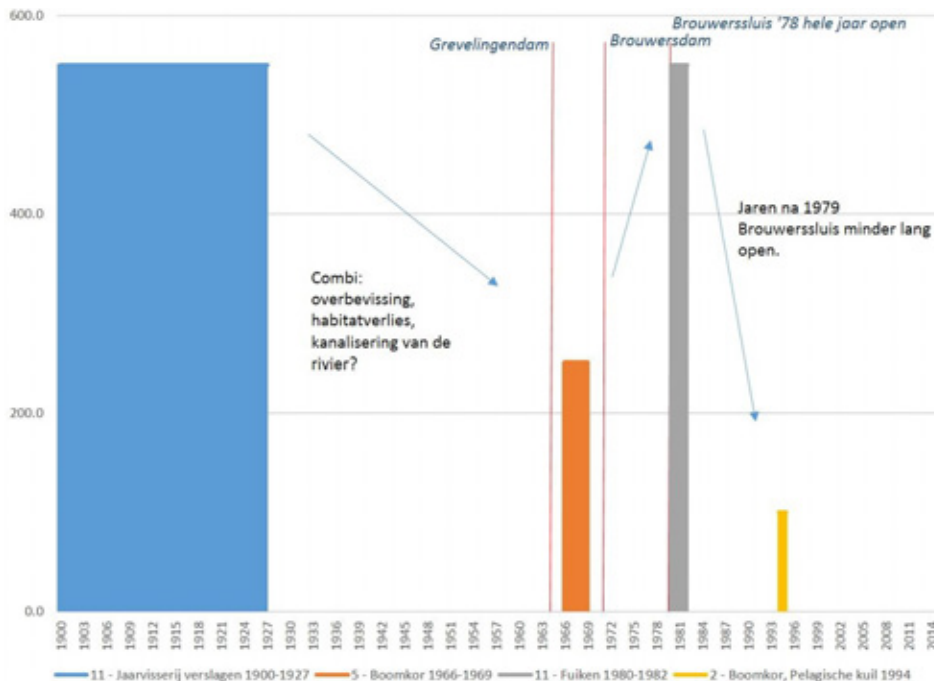
regenwater. Als gevolg van de afdamming van de Grevelingen loopt het aantal soorten terug tot 18 soorten in 1975 (Van der Linden 2006). De diadrome soorten Spiering (vanaf 1972) en Fint (vanaf 1971) verdwijnen vrijwel meteen na de afsluiting. Maar dit is ook het geval voor de estuarien residente soorten Ansjovis, Harnasmantje en Grote zeenaald, de mariene juveniele soorten Kabeljauw, Steenbolk, Tong en Zeebaars en de mariene soorten (seizoens- en dwaalgasten) Pitvis, Vijfdradige meun, Horsmakreel en Geep (Vaas 1978). Platvissen nemen in aantal af (in de jaren zeventig) omdat ze zich niet meer in zee kunnen voortplanten en omdat de resterende vissen worden weggevisst (Vaas 1979). Van de oorspronkelijk voorkomende diadrome soorten wordt voornamelijk alleen de Paling nog aangetroffen. Deze soort kan ook in zoutere omstandigheden opgroeien, Met name soorten met een hoge tolerantie voor fluctuaties in milieuomstandigheden blijven aanwezig in het Grevelingenmeer, zoals de Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*). Daarnaast komen na het sluiten van de Grevelingen nieuwe brakwatersoorten voor, zoals Zwarte Grondel en Ansjovis (*Engraulis encrasicolus*). Na de afsluiting van de zee verdwijnen piscivore vissen, zoals Kabeljauw en Wijting enkele andere soorten (Zeedonderpad, Puitaal), en nemen kleinere soorten in aantal toe, zoals Zwarte grondel, Driedoornige stekelbaars en Koornaarvis (Bos et al. 2018). In het algemeen vindt er een verschuiving plaats van grotere pelagische predatoren naar kleinere bodemvissen die hun levenscyclus binnen het Grevelingenmeer kunnen voltooien (Troost et al. 2012). Nadat in 1978 de Brouwerssluis is aangelegd, neemt het aantal soorten in de boomkorbemonsteringen weer toe tot 26 (Doornbos 1987). In de opeenvolgende jaren 1980, 1982 en 1988 worden respectievelijk 22, 19 en 18 vissoorten waargenomen. Deze vermindering in het aantal vissoorten is een gevolg dat in deze jaren de sluis niet het gehele jaar openstaat maar alleen in de periode tussen oktober en maart (Van der Linden 2006). Een completer beeld van de visfauna in het Grevelingenmeer kan gegeven worden na 1980, toen via een monitoringsprogramma ook vangsten met fuiken en waarnemingen van duikers werden geregistreerd (Wetsteijn 2011). Het aantal soorten varieert in de periode 1980 tot 1989 tussen de 44 en de 51 soorten per jaar (Meijer & Waardenburg 1990, uit Wetsteijn 2011).

PERIODE 1991-2015

Na 1999 wordt de Brouwerssluis jaarrond open gezet met uitzondering van dertig dagen tussen september en december. Sinds 2006 vallen deze dertig dagen weg en is de spuisluis daadwerkelijk het gehele jaar open (Wetsteijn 2011). Na 1994 is er lange tijd geen onderzoek meer verricht naar de visstand in het Grevelingenmeer (Hop 2017). Het meest recente onderzoek dat is uitgevoerd naar de visstand van het Grevelingenmeer is van Hop (2017) met behulp van boomkor- en pelagische kuil bemonsteringen in het voorjaar en najaar. De huidige visgemeenschap in het Grevelingenmeer is samengesteld uit zoutwatersoorten die zich in het gebied zelf kunnen voortplanten. De meeste soorten zijn estuarien resident of marien juveniel. Door het zoute karakter komen zoetwatervissen er niet voor. Hop (2017) treft in totaal 25 vissoorten aan, waarbij de estuariene residente soorten goed zijn vertegenwoordigd, zoals Bot, Botervis, Grondels, Zeenaalden, Puitaal en Zeedonderpad, evenals marien juveniele soorten, waaronder Haring, Koornaarvis, platvissen, Steenbolk en Wijting, mariene seizoensgasten, zoals Sprot, en diadrome soorten als Driedoornige stekelbaars, Paling en Spiering. Het visbestand bestaat voornamelijk uit kleine vis. Dit is vergelijkbaar met de bevindingen in 1994. (Tangelder et al. in prep.).

Hop & Vriese (2016) hebben gekeken naar het in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis en de effecten daarvan op het visbestand. Zij concludeerden dat het in werking stellen van de Flakkeese spuisluis over het algemeen niet leidt tot sterke veranderingen in de visstand in het Grevelingenmeer. Voor diadrome soorten zou nader bekeken moeten worden in hoeverre sterfte optreedt wanneer ze de Flakkeese spuisluis proberen te passeren. In de huidige situatie verwachten Hop & Vriese (2016) dat diadrome vissen maar beperkt gebruik maken van het Grevelingenmeer, omdat de noodzakelijk zoet-zout gradiënt ontbreekt en omdat het Grevelingenmeer geen onderdeel uit maakt van de route die veel van deze soorten afleggen in hun migratie naar het zoete water. Aangezien er slecht beperkt zoet achterland aanwezig is (alleen polders), is de Grevelingen voor doortrek van diadrome vis in de huidige situatie niet van belang. Alleen soorten als paling en driedoornige stekelbaars zouden voldoende kwaliteit leefgebied in het Grevelingen-regio vinden. Omdat de mate van uitwisseling met de andere kustwateren beperkt is zal de functie als foerageergebied voor diadrome vis tijdens de mariene levensfasen van diadrome vis ook zeer beperkt zijn.

Een overzicht in de veranderingen van de soortenrijkdom van diadrome vissen in de Oosterschelde is schematisch weergegeven in Figuur 4.30.



Figuur 4.30 Veranderingen in de soortenrijkdom van diadrome vissen in de Grevelingen met een duiding van de oorzaken. Ook voor deze figuur geldt dat de gegevens uit de verschillende monitoringsprogramma's niet een op een met elkaar vergeleken kunnen worden.

VEERSE MEER

Het Veerse Gat verandert in het Veerse meer wanneer de Zandkreek afgesloten wordt van de Oosterschelde met de Zandkreekdam (1960) en van de Noordzee doormiddel van de Veerse Gatdam (1961). Er ontstaat na de afsluiting met de Oosterschelde en de Noordzee problemen met betrekking tot de waterkwaliteit. Doorzicht en geur zijn slecht en door de hoge belasting met nutriënten, door polderwaterlozingen, ontstaat een overmatige groei van algen (De Jong & De Jong 2002). Ten behoeve van de waterkwaliteit werd in de Zandkreekdam de opening Katse Heule gerealiseerd (2004), die het Veerse Meer terug in verbinding bracht met de Oosterschelde. Hierdoor ontstond een microtidaal zoutwatermeer.

PERIODE 1900-1950

Informatie van de visgemeenschap in het Veerse Gat en de Zandkreek zijn beperkt en binnen het huidige project is het niet gelukt om informatie te vergaren met betrekking tot de situatie aan het begin van de 20ste eeuw. Men kan aannemen dat de soortensamenstelling in dit gebied overeen zou zijn gekomen met de vissen die door Bottemanne (1883) eind 19de eeuw in de Oosterschelde zijn aangetroffen. Hieronder vallen de diadrome soorten Europese steur, Atlantische Zalm, Elft, Bot, Harder, Houting, Rivierprik, Spiering en Zeeiprik.

PERIODE 1951-1970

In het Veerse Gat en de Zandkreek worden, vóór de realisatie van het Veerse meer, 35 vissoorten in de boomkorbemonsteringen van Vaas (1970) aangetroffen. Hieronder vallen de diadrome soorten Paling, Bot, Spiering, Driedoornige stekelbaars en Dunlipharder. In 1966 daalt het aantal aangetroffen vissoorten naar 18 als gevolg van de realisatie van het Veerse meer. Bot, Driedoornige stekelbaars, Paling en Spiering worden in dat jaar nog aangetroffen in de boomkorbemonsteringen. Bijlage 10 laat een overzicht zien van de aangetroffen soorten in de verschillende jaren van het Veerse Gat/Veerse Meer. De realisatie van het Veerse Meer resulteert in een afname in het aantal vissoorten, doordat mariene seizoen- en dwaalgasten, die voorheen het Veerse gat in en uit konden zwemmen, nu geen

toegang meer hadden tot het Veerse meer. Mariene soorten die het gebied alleen gedurende hun juveniele fase gebruiken, zoals Schol, zitten gevangen in het Veerse Meer. Die vissen worden volwassen maar kunnen zich niet voortplanten omdat de eitjes zich niet kunnen ontwikkelen naar larven. Een van de grootste veranderingen is dat het gebied zijn functie verliest als kinderkamer voor jonge platvissen. Platvislarven die, vanaf hun geboortegrond in de Noordzee, met de stromingen naar de ondiepe, voedselrijke en relatief warme kustwateren trekken, kunnen het Veerse Meer niet of nauwelijks meer binnenkomen. Soorten die zich, na de realisatie van het Veerse Meer, in het meer kunnen voortplanten, zoals Puitaal, Dikkopje en Brakwatergrondel, nemen in aantallen toe (Vaas 1970).

PERIODE 1971-1990

In vergelijking met de situatie van vóór de afsluiting, is halverwege de jaren zeventig van de vorige eeuw in het Veerse Meer sprake van een soortenarme vissengemeenschap. Het aantal soorten is tegen die tijd teruggelopen tot ongeveer één derde van het aantal dat vóór de afsluiting in het gebied werd gevangen (Vaas 1975; Doornbos 1982). De aangetroffen diadrome soorten in de periode net na afsluiting zijn Paling, Bot en Driedoornige Stekelbaars. Spiering (1961, 1962 en 1966) en Fint (1964) worden nog maar in enkele jaren na de afsluiting aangetroffen. Na de afsluiting laten de aanwezige aantallen van Bot een afname zien. Na 1963 zijn de gevangen Botten meestal grotere oudere exemplaren. De Paling kan het meer bereiken via de sluizen en kan zo alsnog in grote getalen voorkomen in het Veerse Meer (Vaas 1970). Met uitzondering van Haring is de populatieomvang van mariene juveniele vissoorten, zoals Schol, Schar, Tong, Wijting, Kabeljauw, Steenbolk, Haring en Zeebaars, in het Veerse Meer veel kleiner dan dat het geval was in Veerse Gat en Zandkreek (Twisk 2004). Dit is een gevolg van de verminderde intrekbaarheid (Vaas 1970, 1975).

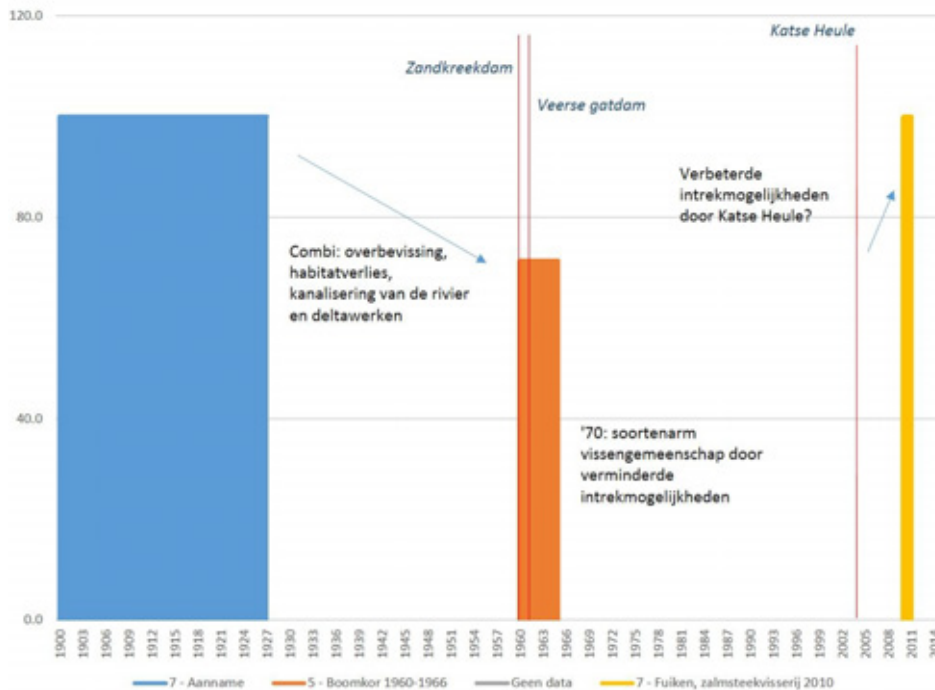
PERIODE 1991-2015

Twisk (2004) geeft een schets van de visgemeenschap in het Veerse Meer voor 2002 en beschrijft daarmee de situatie van de visgemeenschap voor de ingebruikname van de doorlaatmiddel in de Zandkreekdam (De Katse Heule). Deze maatregel is vooral genomen om de ongewenste stratificatie en zuurstofloosheid in het najaar te voorkomen. In dat jaar zijn 21 vissoorten aangetroffen. Bot, Paling en Driedoornige Stekelbaars worden in 2002 nog regelmatig in het Veerse Meer waargenomen (Twisk 2004). Met de aanleg van de doorlaatmiddel in de Katse Heule waarbij het Veerse meer weer in open verbinding staat met de Oosterschelde zijn de migratie mogelijkheden voor vissen verbeterd. In 2002 bestaat een belangrijk deel van de visgemeenschap uit estuariene residenten, zoals Brakwatergrondel, Dikkopje, Zwarte grondel, Driedoornige stekelbaars, Kornaarvis, Zeedonderpad, Botervis en Puitaal. Deze soorten brengen hun volledige levenscyclus binnen het overgangswater tussen de open zee en het binnenwater door. De situatie voor mariene juveniele soorten is niet veranderd ten opzichte van de periode net na de afsluiting; mariene juveniele populaties zijn nog steeds klein (Twisk 2004). In 2002 is een grote populatie jonge Haring aangetroffen. Twisk (2004) verwacht dat deze populatie het Veerse Meer is binnengekomen tijdens het opzetten van het waterpeil waarbij buitendijks water binnendijks werd gehaald. Door de afsluiting van Veerse Gat en Zandkreek van de Noordzee kunnen mariene seizoen- en dwaalgasten het Veerse meer niet meer op. Mariene soorten die Vaas (1970) aantrof in het Veerse Gat en de Zandkreek, te weten Pitvis, Stekelrog, Smelt, Horsmakreel, Zeedonderpad en Adderzeenaald, vindt Twisk (2004) tijdens de bemonstering in 2002 niet terug in het Veerse Meer. Aandachtspunt hierbij is wel dat dergelijke soorten onregelmatig voorkomen in de vangsten en men dient rekening te houden met verschillen in bemonsteringsinspanning (bemonsterde oppervlakte, spreiding over seizoenen; Twisk 2004). Zeeforel en beeforel werden voor de sportvisserij uitgezet in het meer (Kemper 2005).

De ingebruikname van de doorlaatmiddel de Katse Heule resulteert in een verbetering van de waterkwaliteit in het Veerse Meer door een daling in de concentratie van nutriënten en daarmee ook in de bloei van fytoplankton en Zeesla (*Ulva lactuca*; Nolte et al. 2015). Door een toename in saliniteit en connectiviteit met de Oosterschelde krijgt het Veerse Meer een meer marien karakter. Dit is terug te zien in de soortensamenstelling van de vissen en andere mariene fauna. Voor de ingebruikname van het doorlaatmiddel waren Sprot (26%) en Haring (73%) de belangrijke soorten in het meer (Kemper 2006). In 2006 is de biomassa van Haring substantieel lager (4,2 ton t.o.v. 328 ton). Met de ingebruikname van de Katse Heule zijn de uittrekmogelijkheden door middel van de Katse Heule mogelijk toegenomen (Kemper 2006). Kanttekening is hierbij wel dat het grote fluctuaties tussen jaren kunnen plaatsvinden (Tangelder et al. 2012). Zeeforel verdwijnt uit het meer nadat het

uitzetprogramma wordt gestopt (Nolte et al. 2015). Het aantal vissoorten dat gevonden wordt in het Veerse Meer is toegenomen (n=25-40) ten opzichte van de situatie voor de instelling van het doorlaatmiddel (n=18) en lijkt meer op de situatie voor de afsluiting van de Veerse Gatdam (N=35; Nolte et al. 2015). Daarnaast keren zoute soorten terug. Gegevens van visbestanden uit de periode voor de instelling van het doorlaatwerk en over een langere periode na de genomen maatregelen (doorlaatmiddel, peilbesluit) zouden nodig zijn om meer inzicht kunnen geven in trends. Met de huidige set aan gegevens is het moeilijk om de veranderingen te interpreteren en te relateren aan ingrepen in het meer (Nolte et al. 2015). De verbeteringen hebben evenwel nog niet kunnen bewerkstelligen dat het Groot zee gras (sinds 2003 uit het Veerse Meer verdwenen) is teruggekeerd

Een overzicht in de veranderingen van de soortenrijkdom van diadrome vissen in het Veerse Meer is schematisch weergegeven in Figuur 4.31.



Figuur 4.31 Veranderingen in de soortenrijkdom van diadrome vissen in het Veerse Meer met een duiding van de oorzaken.

Macrozoöbenthos

Door de Deltawerken werden het Veerse Meer en het Grevelingenmeer stagnante zout/brakke watersystemen zonder getij. Het directe gevolg van het wegvallen van het getij in de Grevelingen op de bodemdieren wordt sprekend verwoord door Heip (1985): "The immediate results of the disappearance of the tides in 1971 were, of course, dramatic. On the 29 km² of intertidal area it is estimated that about 400 million lugworms (*Arenicola*), 500 million cockles (*Cerastoderma*), 30 billion *Lanice* and 100 billion mud snails (*Hydrobia*) perished over a few weeks". Met het verdwijnen van deze slikken en zandplaten verdwenen ook geschikt foerageerhabitat voor steltlopers en ander soorten watervogels. Op de plekken waar zich de zandplaten en slikken bevonden ontwikkelden eilanden en oevers met terrestrische natuur.

Maar ook in het overgebleven permanente water voltrokken zich wijzigingen in de bodemdiergemeenschappen die zich heden ten dage nog steeds manifesteren. Het Grevelingenmeer kent sinds de afsluiting in 1971 een eigen unieke ontwikkeling als zoutwater ecosysteem. De eerste jaren na de afsluiting werd het meer steeds brakker, waarna het sinds 1979, door de ingebruikname van de Brouwerssluis, een permanent zout karakter kreeg. In 1977 waren filtrerende schelpdieren dominant aanwezig in het Grevelingenmeer, met als belangrijkste soort de mossel (*Mytilus edulis*) (Heip, 1985). Maar ook van de kokkel (*Cerastoderme edule*) en de platte oester (*Ostrea edulis*) kwamen belangrijke

populaties voor. Volgens Heip (1985) waren deze schelpdieren in staat om de hele waterkolom in 4-5 dagen te filteren. Maar in Heip (1985) is ook al sprake van verminderde recrutering van mosselen door een gebrek aan voedsel. Schaub et al. (2000) beschrijven de veranderingen in de periode 1990-2000. Uit deze analyse komt als belangrijkste conclusie naar voren dat er aanzienlijke verschuivingen zijn opgetreden in dichtheden en biomassa van een groot aantal soorten bodemdieren. Van de 182 in het Grevelingenmeer aangetroffen macrobenthos taxa zijn 36 soorten (20%) significant in aantallen veranderd (Schaub et al. 2000). Sommige soorten, met name schelpdieren, zoals het wadslakje *Peringia ulvae* (= *Hydrobia ulvae*), zijn nagenoeg verdwenen uit het Grevelingenmeer. Ook blijken soorten die commercieel van belang zijn zoals mossel, oester, kokkel met exponentiele snelheid uit het systeem te verdwijnen. Andere soorten, zoals sommige wormachtigen – maar niet alle soorten wormen -, zijn aanzienlijk in dichtheden toegenomen. Samenvattend lijkt het Grevelingenmeer minder geschikt geworden voor filtreerders (Schaub et al. 2000), soorten die van het fytoplankton leven. Ook Wetsteijn (2011) heeft het over een dalende bodemdieren biomassa in zowel het westelijk als oostelijk deel van het Grevelingenmeer in de periode 1999 – 2010. Een analyse van Arcadis (2013) laat ook een afname van biomassa, dichtheid, aantal soorten en diversiteit zien. Met name in het westelijk deel in de ondiepere delen wordt een snelle afname van het macrozoöbenthos geconstateerd. De oorzaak van de afname is volgens Arcadis (2013) niet eenvoudig te achterhalen. De analyses laten invloed van inlaat en verversing zien, en ook saliniteit, doorzicht en zuurstof komen vaak als verklarende variabelen naar voren. Ook de weersomstandigheden lijken een rol te spelen. Verder stelt Arcadis (2013) dat er geen directe koppeling is met de zuurstofproblemen in de diepere delen van het meer, omdat de grootste afnames vooral in de ondiepere delen plaats vinden. Hetzelfde geldt volgens Arcadis (2013) voor de bacteriematten (*Beggiatoa*). Deze lijken geen doorslaggevende rol te spelen in de achteruitgang van het macrobenthos omdat zij zich in de diepere delen bevinden waar nauwelijks een significante achteruitgang wordt geconstateerd.

Ook in het Veerse Meer zien we grote wijzigingen in de bodemdiergemeenschappen na de afsluiting in 1961. Door de scheiding van de zoute getijdenwateren (Noordzee en Oosterschelde) verdwenen eb en vloed en ontstond een brakwatermeer zonder getij met zoutgehaltes tussen 6 en 12 g Cl⁻/l. De schorren, slikken en platen in en langs het meer verdwenen en daarmee ook de bodemdieren van deze intergetijdengebieden, net als in de Grevelingen. Seys & Meire (1988) analyseerden bodemdiergegevens voor de periode 1959 - 1988 en constateerden dat het Veerse Meer direct na de afsluiting in 1961 soortenarmer was geworden (van 68 naar 17 soorten) maar dat reeds vanaf 1966 een geleidelijke stijging van de soortenrijkdom en de diversiteit kon worden genoteerd. Bij de bemonstering in het najaar 1987 werden in totaal 33 taxa aangetroffen, in het voorjaar 1988 waren dat er 36. Doordat het zoutgehalte van het meer aanzienlijk lager werd dan voor de afsluiting en bovendien in de loop van het jaar aanzienlijk fluctueerde (6-12 gram chloride per liter) zijn veel zoutminnende flora- en faunasoorten verdwenen na aanleg van de dammen. Er ontstond een instabiel ecosysteem dat armer was aan soorten door de slechte waterkwaliteit. Het toelaten van zout water in het voorjaar zorgde voor grote fluctuaties in het zoutgehalte en gelaagdheid van het water, doordat het zwaardere zoute water onder het brakke water zonk (Craeymeersch & De Vries 2007).

De afvoer van voedselrijk polderwater uit de omliggende landbouwgebieden en de sterke zoutfluctuaties zorgden voor een slechte waterkwaliteit in het Veerse Meer. Dit resulteerde in jaarlijkse algenbloei, zuurstofloosheid, slecht doorzicht en grote aanwezigheid van zeesla, met name in de zomerperiode (Holland et al. 2004; Deltares 2015). Seys & Meir (1988) gaven reeds aanbevelingen om deze ongewenste ecologische situatie te verbeteren. Vanwege het belang van de uitgestrekte wierevelden en de mosselbanken in het huidige meer stelden ze dat beheer dat het zoutgehalte doet stijgen, de stratificatie zoveel mogelijk wegwerkt en de polderwaterinvloed beperkt als wenselijk werd beschouwd. Concreet komt dit neer op een beheer van uitwisseling of doorspoeling met water uit de Oosterschelde of de Noordzee, gekoppeld aan het inperken van de polderwaterafvoer naar het meer. Dit zou resulteren in een stijging van het aantal soorten en een mogelijke uitbreiding van de mosselbanken. Een vast peil zou bovendien de vestiging van een stabiele benthosgemeenschap in de oeverzone met zich meebrengen. In 2004 is, om deze negatieve processen voor de waterkwaliteit en ecologie tegen te gaan, een doorlaatmiddel in gebruik genomen waardoor betere wateruitwisseling tussen de Oosterschelde en het Veerse Meer mogelijk werd. Dit doorlaatmiddel in de Zandkreekdijk maakt een wateruitwisseling van gemiddeld 40 m³/sec mogelijk. De ingebruikname van het doorlaatmiddel leidde snel tot verbeteringen in waterkwaliteit. Door de grotere wateruitwisseling met de Oosterschelde, waar de gehalten aan

voedingsstoffen veel lager zijn, daalden de nutriëntenconcentraties. De chlorofylconcentraties halveerden, planktonbloei van groenalgen kwam nauwelijks meer voor en het doorzicht verdubbelde. De afname van de stikstof- en fosfaatgehalten resulteerde in het niet meer voorkomen van massale bloei van zeesla. In plaats van zeesla zijn roodwieren dominant geworden. Een belangrijk effect van de ingebruikname van de Katse Heule is dat (zout)gelaagdheid verminderd is en slechts geringe saliniteitsverschillen tussen oppervlak en bodem optreden, met name in het oostelijk deel van het Veerse Meer. Het ontbreken van sterke gelaagdheid en de toevoer van zuurstofrijk Oosterschelde water zorgde er ook voor dat zuurstofloosheid in de diepere waterlagen in het oosten en, in iets mindere mate, in het midden van het Veerse Meer niet meer voorkomt. Op het westelijk deel van het Veerse Meer heeft het doorlaatmiddel weinig effect en hier is nog steeds sprake van lage zuurstofconcentraties bij de bodem in de zomer. Dit heeft ook effecten op de bodemgemeenschappen, waarbij in het westelijk deel van het Veerse Meer het aantal soorten in de diepe delen van het harde substraat 's zomers afneemt. Ook de waarneming van gebieden met zwavelbacteriën in het westelijk deel van het Veerse Meer duidt op effecten van zuurstofloosheid.

De grotere wateruitwisseling met de Oosterschelde leidde tot een verhoging van het zoutgehalte, waarmee het Veerse Meer een meer marien karakter kreeg. Dit is te zien in de samenstelling van de bodemgemeenschappen. Op de harde substraten nam de diversiteit in flora en fauna toe. De trompetkalkkokerworm, die een brakwatersoort is, is vanaf 2006 alleen nog in lage dichtheden waargenomen. Mariene soorten die vanuit de Oosterschelde binnen kwamen, koloniseerden vanuit het oosten het Veerse Meer. Hierbij ook invasieve exoten zoals bijvoorbeeld Japans bessenwier, de Japanse oester, de Amerikaanse ribkwal en verschillende zakpijpsoorten. De Japanse oester werd al snel na opening van de Katse Heule dominant op de harde substraten in het oostelijk deel van het Veerse Meer. In het westelijk deel van het Veerse Meer gebeurde dat pas jaren later (Deltares 2015). Ook op de zachte bodems nam het areaal oesters toe, eerst in het oosten van het Veerse Meer en later in het westen. De toename was vanaf 2009 gemiddeld 4,4 ha/jaar tot ruim 700 ha in 2014. Het grootste deel van het areaal (75%) betreft gebieden met een lage bedekking (<10%) oesters. De bodemdierengemeenschap van het zachte substraat liet in de eerste jaren na de ingebruikname van de Katse Heule een toename in het aantal soorten, diversiteit, dichtheden en biomassa zien. In de eerste evaluatie van de effecten van het doorlaatmiddel werd dan ook geconcludeerd dat er sprake was van een herstel van de bodemdierengemeenschap (Craeymeersch & De Vries 2007). De latere jaren laten echter zien dat de trends uit de eerste jaren na de opening van de Katse Heule niet zomaar doorgetrokken kunnen worden. In latere jaren nam de biomassa van strandgapers en kokkels weer af, terwijl de biomassa van wadpieren toenam (Deltares, 2015).

Beide systemen, Grevelingenmeer en Veerse Meer, zijn na het wegvallen van het getij, veranderd in stagnante zoute systemen met een bodemdiergemeenschap die nog steeds aan het veranderen is, zelfs na 50-60 jaren afsluiting. Net zoals het Grevelingenmeer paste het Veerse Meer zich maar traag aan de veranderde, en nog steeds veranderende milieuomstandigheden, en is het moeilijk te voorspellen hoe de bodemdiergemeenschappen zich in de toekomst gaan ontwikkelen. Vaak zijn dit soort gebieden ook gevoelig voor de vestiging van exoten, en kunnen invasieve soorten leiden tot grote veranderingen in de aanwezige bodemdiergemeenschappen.

4.2.2.3 Vogels

Lange tijd was de Grevelingen het enige zoutwaterbekken in de Zuidwestelijke Delta, maar na het in gebruik nemen van een doorlaat (Katse Heul) in juni 2004 in de Zandkreekdijk, waardoor zout water vanuit de Oosterschelde het gebied binnenkomt, kan ook aan het Veerse Meer deze status worden toegekend.

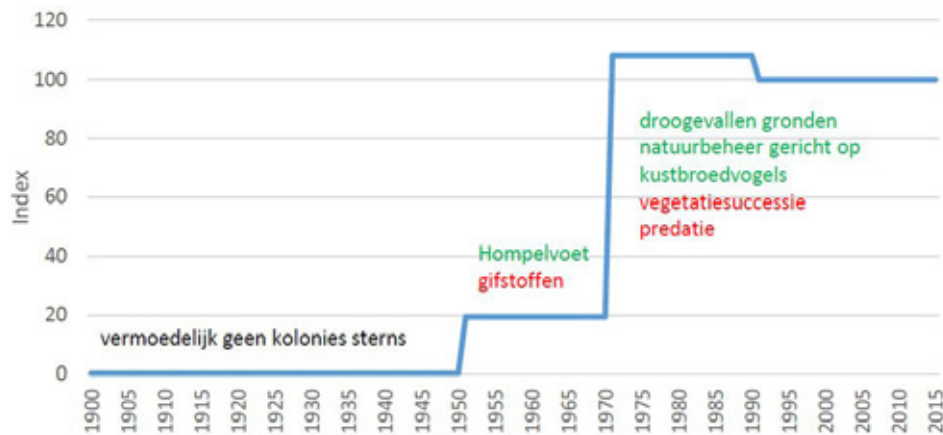
GREVELINGEN

Van de vogelbevolking van het gebied wat nu het Grevelingenmeer beslaat, is weinig bekend uit de tijd vóór de afsluiting. Destijds was het een zeearm met geulen, slikken en platen; het landschap leek waarschijnlijk op de Ooster- en Westerschelde. Gegevens van vogels zijn anekdotisch en leveren geen compleet beeld van soorten of soortgroepen in dit gebied.

Viseters

Broedvogels (Figuur 4.32):

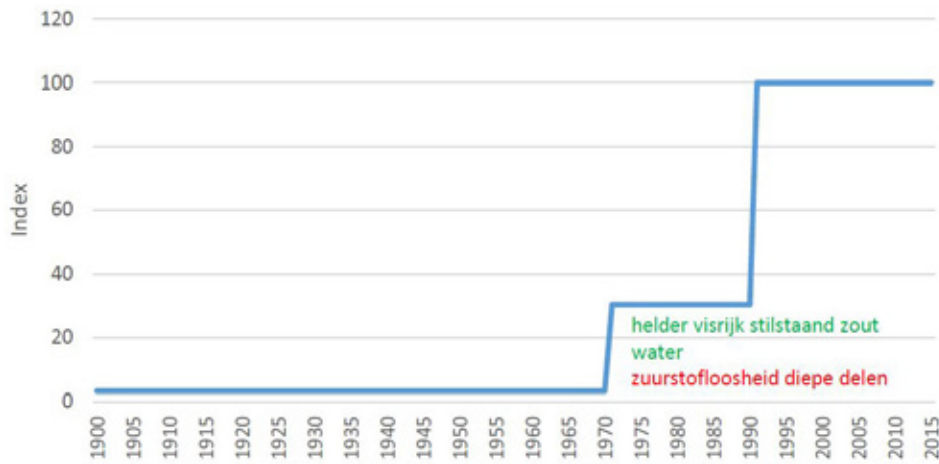
Reeds voor de afsluiting in 1971 broedden in de jaren 1950 aanzienlijke aantallen Grote Sterns (max 2000) en Visdieven (max 750) op de Hompelvoet, de enige plaat die destijds bij hoogwater droog bleef. In de periode rond de afsluiting waren de populaties van sterns sterk afgenomen door milieuvervuiling met bestrijdingsmiddelen in de jaren '60. Drooggevallen platen en nieuw aangelegde dammen vormden een nieuw broedhabitat en boden in combinatie met afname van de milieuvcontreiniging de sternpopulaties weer een kans zich te herstellen. Op de Hompelvoet en andere eilanden werd een beheer ingevoerd dat gericht was op kustbroedvogels, inclusief permanente bewaking in het broedseizoen. Dit leidde tot een bloeiperiode voor de Grote Stern, welke van 1972-2004 rond de 2000-4000 broedparen telde. Ook de meeste andere eilanden werden vroeger of later door sterns gekoloniseerd. De voedselgebieden van de Grote Stern lagen na de afsluiting waarschijnlijk vooral op zee, zoals tegenwoordig het geval is. In iets mindere mate geldt dit waarschijnlijk ook voor Visdief en Dwergstern. Hoewel het water in het Grevelingenmeer zout bleef trad wel verzoeting op van de hoger gelegen gronden. Met gericht beheer en inrichtingsmaatregelen, zoals aanleg van eilandjes, tracht men terreinen te behouden en geschikt te maken voor sterns en andere kustbroedvogels.



Figuur 4.32 Trends in het aantal visetende broedvogels van de Grevelingen tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.33):

De grootste aantallen viseters in het Grevelingenmeer zijn soorten van open water: fuutachtigen, Middelste zaagbek en Aalscholver. Vanaf de afsluiting tot aan 1995 was er een gestage toename van de aantallen viseters, waarbij de Fuut veruit de talrijkste. De hoogste aantallen werden achtereenvolgens bereikt in de jaren tachtig voor de Aalscholver (jaargemiddelde van 700 exemplaren), in de jaren negentig voor de Fuut (4.000) en Middelste zaagbek (3.000). De Geoorde Fuut, bijna afwezig rond 1980, piekte pas na de eeuwwisseling (2.000), ook de Dodaars piekte na de eeuwwisseling (150). Na de eeuwwisseling nemen de totale aantallen viseters gestaag af. Het vermoeden is dat eerst de toename en vervolgens de afname van de verschillende soorten sterk gestuurd wordt door voedselbeschikbaarheid in de Grevelingen zelf. Er zijn onvoldoende monitoringsgegevens van visbestanden in de Grevelingen om dit te staven. De ontwikkelingen zijn veelal niet gekoppeld aan landelijke of internationale trends. De recreatiedruk door met name watersporters is sterk toegenomen en lijkt de verspreiding van de viseters enigszins te beïnvloeden. Toch lijken de aantalsontwikkelingen hier niet mee te maken te hebben.

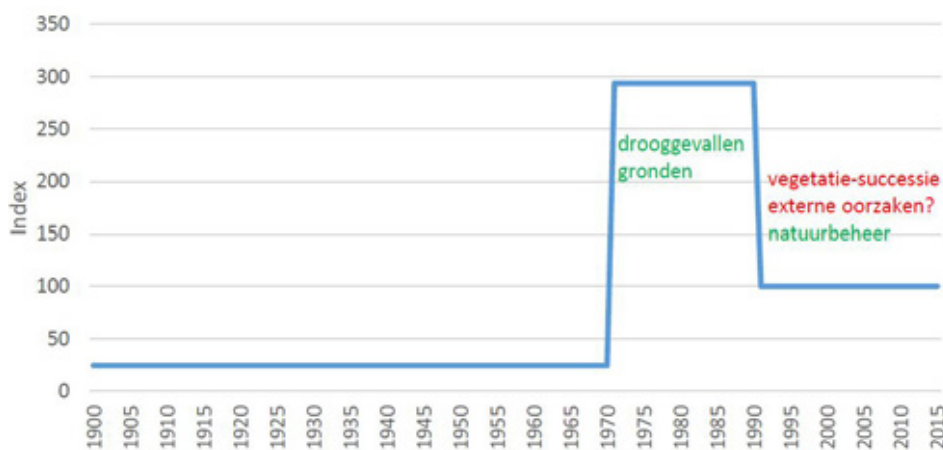


Figuur 4.33 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinterraars van de Grevelingen tussen 1900 en 2015.

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.34):

Voorafgaande aan de afsluiting broedden op de strandvlakte bij de Punt van Goeree tientallen Strandplevieren, verder broedden toen nog nauwelijks plevieren in het gebied, waarschijnlijk bij gebrek aan geschikt habitat. Op drooggevallen slikken en zandplaten ontstonden door wegvallen van het getij enorme oppervlaktes geschikt broedgebied. Binnen enkele jaren broedden er ruim 400 paar Strandplevieren en 200 paar Bontbekplevieren. In een aanzienlijk deel van de gebieden wordt sindsdien beheer ingevoerd dat mede gericht is op kustbroedvogels. Zo wordt sinds een aantal jaren een lager zomerpeil ingesteld zodat in het broedseizoen grote oppervlakten slik droogvallen. Toch nemen de populaties van de plevieren gestaag af. De laatste jaren broeden er rond de 50 paar van de Strandplevier en is de Bontbekplevier bijna uit het Grevelingenmeer verdwenen. De voortschrijdende successie brengt een steeds hogere predatiedruk met zich mee, welke op de lange termijn zorgt voor onvoldoende reproductie.



Figuur 4.34 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van de Grevelingen tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinterraars (Figuur 4.35):

Onder de bodemdiereters vinden we de steltlopers en enkele soorten eenden. Vóór de afsluiting foerageerden tienduizenden Bonte Strandlopers, Wulpen en Scholeksters in het vroegere intergetijdengebied. Door het wegvallen van het getij is deze groep een groot areaal foerageergebied verloren en zijn de aantallen gedecimeerd. In de periode na de afsluiting zijn deze soorten weer langzamerhand toegenomen van circa 2000 in de jaren zeventig tot nu circa 5.000 in de maandelijkse

tellingen. Daarbovenop zijn er nog eens duizenden steltlopers die foerageren in de Oosterschelde en in toenemend aantal op hoogwatervluchtplaatsen in de Grevelingen verblijven. Brilduikers nemen in de Grevelingen, na hoge aantallen in de jaren '90 sterk af. Dit gebeurt in het hele land en heeft mede te maken met het zachter worden van het klimaat, waardoor Brilduikers noordelijker overwinteren.

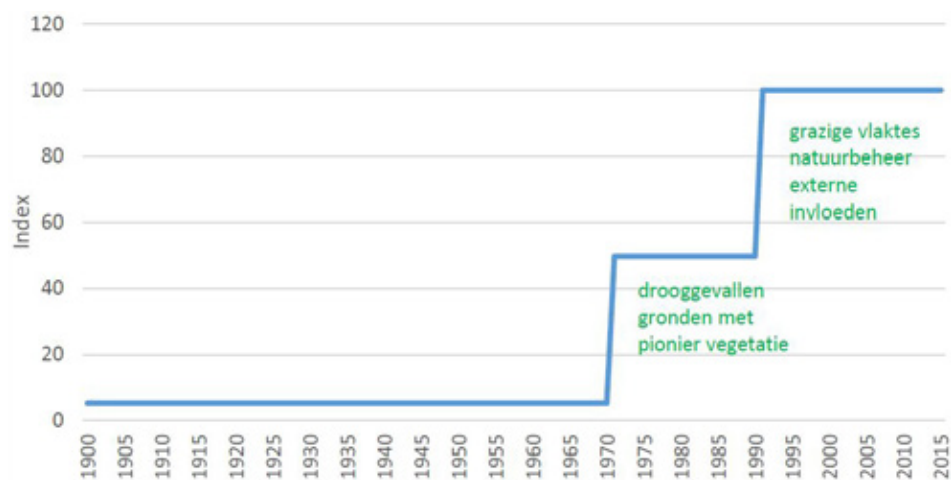


Figuur 4.35 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinterraars van de Grevelingen tussen 1900 en 2015.

Planteneters

Doortrekkers-overwinterraars (Figuur 4.36):

Na de afsluiting ontstond een groot areaal drooggevalen gebied, zilte vegetatie veranderde in een zoete grazige vegetatie gevolgd door opslag van struikgewas en bomen. Door begrazing en maaibeheer wordt op grote oppervlaktes een voor herbivoren gunstige grazige vegetatie in stand gehouden. Grote aantallen ganzen kwamen op de grazige delen foerageren. De Brandgans is in de Grevelingen vanaf de afsluiting gestaag toegenomen. Wel is er een verandering van het seizoenspatroon, een steeds groter deel betreft de Nederlandse broedpopulatie. Tot de eeuwwisseling werd 99% van de Brandgansen geteld in het winterhalfjaar, nu is dat nog maar 65%. De maximale aantallen worden nog wel in de echte wintermaanden geteld maar zijn een stuk lager dan voorheen. De Rotgans neemt al vanaf de jaren '70 toe tot in de Grevelingen. Er vertoeven nu maandelijks gemiddeld zo'n 3.000 stuks, dit is nog wel minder dan de helft van het aantal dat in de Oosterschelde zit. De aantallen Smienten in de Grevelingen wisselen nogal per jaar, maandgemiddeldes variëren van zo'n 1.500 tot 7.000. Ze zijn talrijker in koudere winters; op lange termijn is er geen sprake van een toe- of afname.

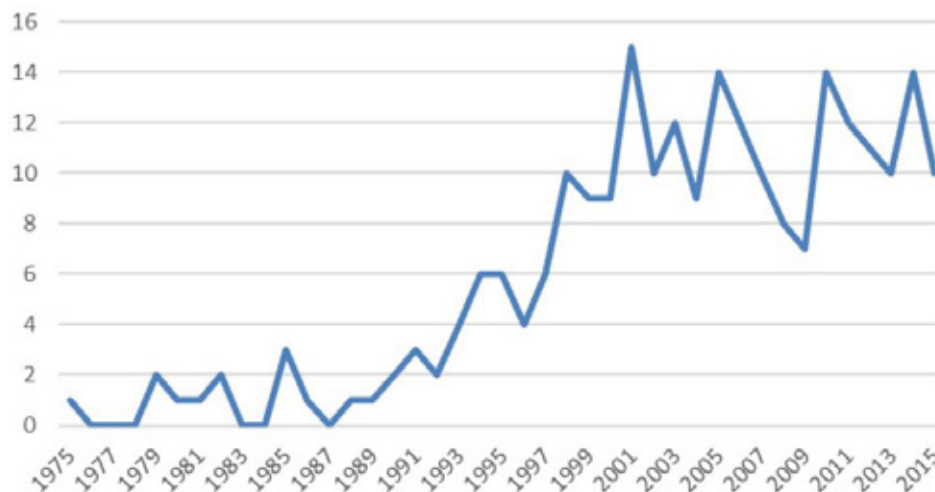


Figuur 4.36 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinterraars van de Grevelingen tussen 1900 en 2015.

Roofvogels

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.37):

Na de jaren zestig herstelden de roofvogels zich langzaam van de vervolging en ernstige milieuvervuiling. In het Grevelingenmeer nemen roofvogels vanaf begin jaren '90 gestaag toe van circa 10 naar 30 per telling. Deze toename lijkt rond 2004 tot staan te zijn gekomen. In het begin ging het vooral om overwinterende en doortrekkende roofvogels. Daarna gingen, in de bomen en struiken die op de drooggevallen gronden spontaan waren opgekomen, Buizerds broeden en vanaf 2003 ook Haviken. De slechtvalk is vanaf 1990 tot 2001 met een factor 10 toegenomen. Sindsdien zijn de aantallen stabiel, al lijkt er de laatste twee jaar sprake van een lichte afname. In elk geval lijkt het gebied, net als de rest van het Deltagebied, inmiddels verzadigd voor deze soort. De Slechtvalk komt in het Grevelingenmeer alleen als doortrekker en overwinteraar voor. In de rest van Nederland broeden inmiddels honderden Slechtvalken, maar in het Grevelingenmeer is er blijkbaar geen geschikte broedgelegenheid, de concurrentie met de Havik speelt mogelijk ook een rol. De voedselsituatie lijkt ruim voldoende voor een broedpaar.



Figuur 4.37 Trends in het aantal niet-broedende roofvogels geïllustreerd aan de hand van het seizoensmaximum bij de Slechtvalk van de Grevelingen tussen 1975 en 2015.

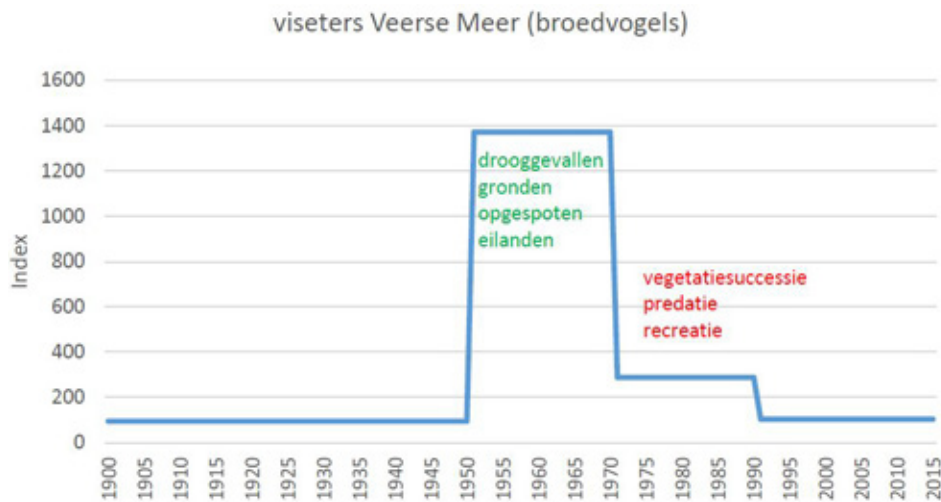
VEERSE MEER

Viseters

Broedvogels (Figuur 4.38):

Vóór de afsluiting in 1961 broeden in de jaren vijftig maximaal 350 paar Grote Sterns, na de afsluiting kwam de soort niet meer in het Veerse Meer tot broeden. Van de Dwergstern kwamen maximaal enkele tientallen en de Visdief maximaal 600 paar tot broeden vóór de afsluiting. Sterns broedden destijds op de Goudplaat en in de omgeving van de Calandpolder. De aantallen van beide soorten waren vrij laag in de jaren zestig, ten gevolge van milieuverontreinigingen. Begin jaren zeventig, na het droogvallen van platen en slikken en met een verbeterde waterkwaliteit, piekten beide soorten in het Veerse Meer. Er was in die tijd al snel sprake van vegetatiesuccessie, waardoor Dwergstern en Visdief zich al verplaatsten van de Middelpaten naar de nog niet zo begroeide Goudplaat. Toch verdwenen daar beide soorten tenslotte doordat hun habitat begroeid raakte. Beide gebieden werden beschermd tegen de snel oprukkende recreatie. Op de Middelpaten en op de in 1974 opgespoten Soelekerkeplaat broedden vervolgens honderden visdieven. Sinds de jaren negentig broeden nog circa 50-100 paar Visdieven in het Veerse Meer. Door aanleg van bos en spontane successie zijn nog maar enkele gebieden geschikt voor sterns. Dankzij specifieke inrichtingsmaatregelen voor kustbroedvogels is sinds 2014 de Dwergstern weer teruggekeerd als broedvogel in het Veerse Meer. Met de visstand in het Veerse Meer gaat het goed en slecht. Het water is schoner, zouter, helderder en er zijn veel meer soorten dan voordat de Katse Heule in gebruik werd genomen. Van bepaalde soorten daarentegen is

de stand sterk afgenomen. In het Veerse Meer is sinds 1987 een aalscholverkolonie, welke in 2001 maximaal 500 paar telde, inmiddels liggen de aantallen met 200 paar aanmerkelijk lager. Waarschijnlijk is een deel vertrokken naar andere kolonies.



Figuur 4.38 Trends in het aantal visetende broedvogels van het Veerse Meer tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.39):

In het Veerse Meer zijn Fuut en Middelste zaagbek veruit de talrijkste viseters, op enige afstand gevolgd door Aalscholver, Geoorde fuut en Dodaars. Aantallen van de viseters waren relatief hoog in de jaren 1977-1979 met maandgemiddeldes van circa 1.500, waarna ze sterk afnamen. Daarna volgde een toename tot 1995 met opnieuw maandgemiddeldes rond de 1.500. Na de ingebruikname van het doorlaatmiddel in 2004 namen de aantallen weer toe na enkele jaren van relatief lage aantallen. Sindsdien nemen de aantallen af tot circa 800 de laatste jaren. Middelste zaagbekken namen na hoge aantallen in 1977 langzaam af tot circa 330 per maand. De Fuut piekte in de jaren zeventig van de vorige eeuw (maandgemiddelde 450), na een dieptepunt in 1980 namen de aantallen weer toe tot een maandgemiddelde van 450 in 2008. De ontwikkeling van de Dodaars lijkt op die van de Middelste zaagbek, deze soort bereikte hoge aantallen (maandgemiddelde circa 400) eind jaren zeventig en neemt af tot gemiddeld minder dan 110 per maand. Van de Geoorde Fuut waren er ook relatief veel eind jaren zeventig, in de periode 1981-2005 waren de aantallen erg laag, maar nemen sindsdien snel toe tot gemiddeld circa 150 per maand.

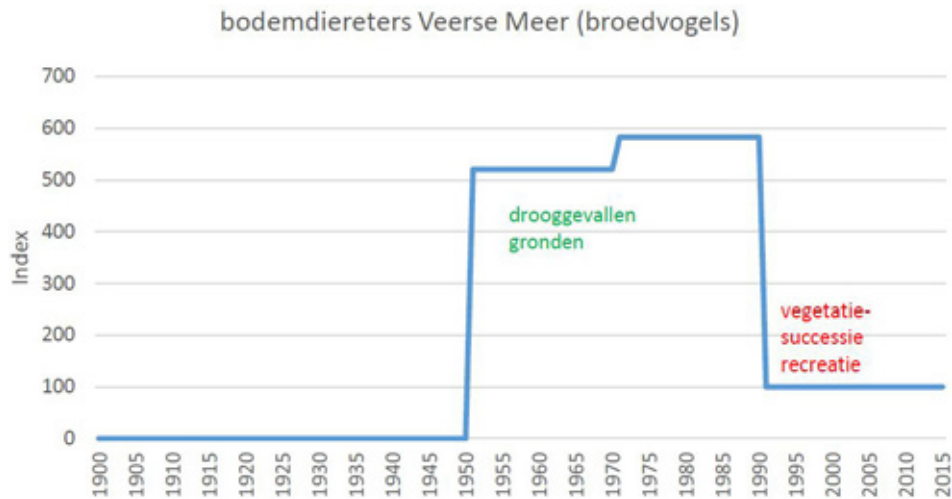


Figuur 4.39 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinteraars van het Veerse Meer tussen 1900 en 2015.

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.40):

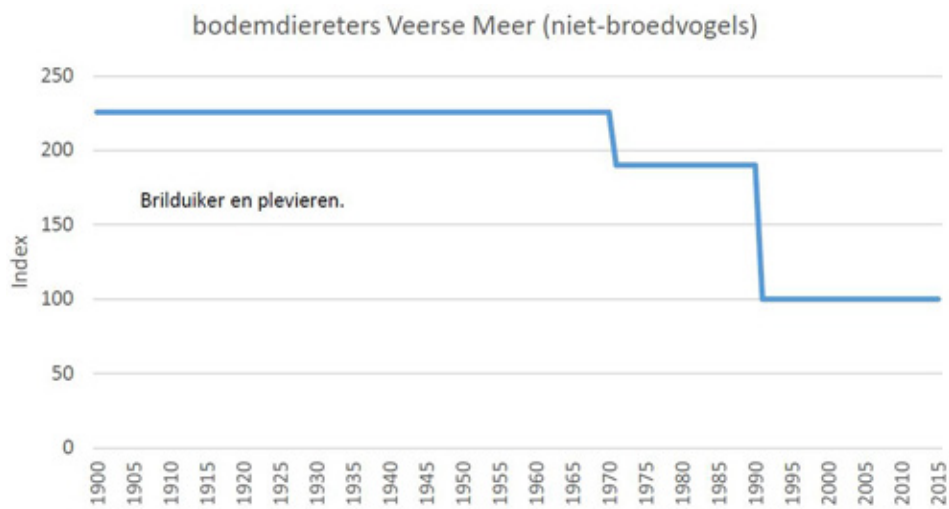
Vóór de afsluiting broedde alleen de Strandplevier met enkele paren in het gebied. De afwezigheid van de Bontbekplevier viel de vogelaars destijds al op. Op de drooggevallen en de eerste jaren nog vrijwel kale platen vestigden zich flinke aantallen plevieren. De Strandplevier bereikte haar maximum in 1964 met 130 paar, de Bontbekplevier in 1972 met 23 paar. Na deze explosieve groei volgde echter een gestage afname en net vóór de eeuwwisseling waren beide soorten als broedvogel verdwenen uit het Veerse Meer. Door vegetatiesuccessie is het broedhabitat vrijwel volledig verdwenen. De kleine oppervlaktes potentieel habitat die nog resten staan onder druk van predatoren.



Figuur 4.40 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van het Veerse Meer tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.41):

Onder de bodemdiereters vinden we de steltlopers en enkele soorten eenden. Vóór de afsluiting foerageerden duizenden Bonte strandlopers, Wulpen en Scholeksters in het vroegere intergetijdengebied. Door het wegvallen van het getij is voor deze groep een groot areaal foerageergebied verloren en zijn de aantallen sterk afgenomen. In de periode na de afsluiting waren deze soorten lange tijd vrij stabiel (jaargemiddelde circa 2.000). Met het verhogen van het winterpeil 2008-2010 namen de aantallen sterk af. Van de vele honderden hectares droogvallend slik in het winterhalfjaar bleven er nog enkele tientallen over. Het aantal bodemdiereters halveerde. Overigens zijn er hierbij niet meegeteld de duizenden steltlopers die met laagwater foerageren in de Oosterschelde en op hoogwatervluchtplaatsen in het Veerse Meer verblijven. Brilduikers nemen in het Veerse Meer, na de jaren negentig sterk af, een ontwikkeling die in heel Nederland plaatsvindt. Waarschijnlijk veroorzaakt het zachter worden van het klimaat dat Brilduikers noordelijker overwinteren.

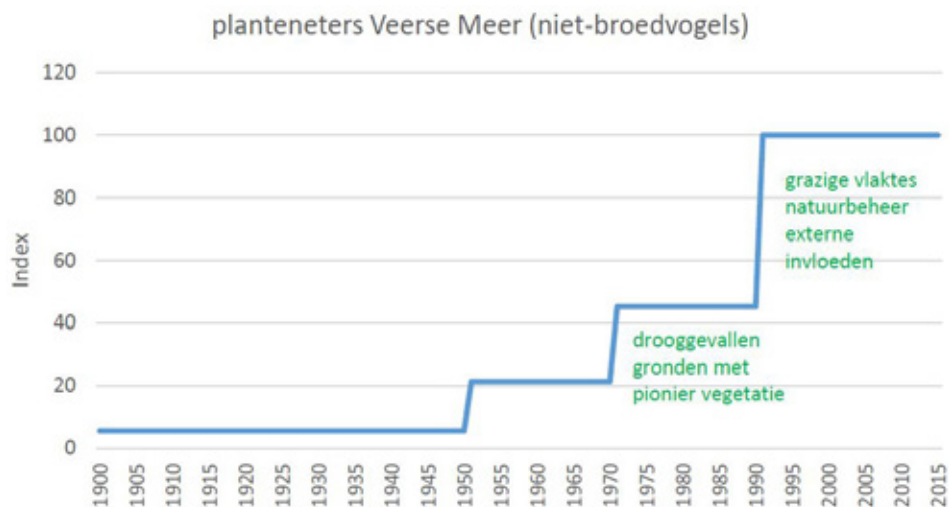


Figuur 4.41 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwintersaars van het Veerse Meer tussen 1900 en 2015.

Planteneters

Doortrekkers-overwintersaars (Figuur 4.42):

Na de afsluiting ontstond een groot areaal drooggevalen gebied met in eerste instantie een zilte vegetatie; de bodem op de hogere delen verzoette langzaam zodat een proces van successie kon optreden. Ook werden grote oppervlaktes met bos beplant; in andere gebieden worden juist met begrazing en maai-beheer de grazige vegetaties in stand gehouden. Vanaf de jaren zeventig is het jaargemiddelde van de planteneters min of meer stabiel rond de 12.000 exemplaren, na de eeuwwisseling nemen de aantallen met de nodige schommelingen flink af tot 2014 tot gemiddeld zo'n 4.000 per maand. Binnen deze groep is er lange tijd een toename van de ganzen, die echter na 2011 ook zijn gaan afnemen. Bij de ganzen is er een verschuiving geweest van afnemende aantallen winterganzen en toenemende zomerganzen, met name Grauwe en Brandgans. Deze zomergroep neemt nu echter ook af ten gevolge van een combinatie van afschot, eieren schudden en vossenpredatie. Het aantal Rotganzen is stabiel, het betreft relatief lage aantallen (300-600 per maand). Daarbij komen nog de wisselende aantallen Rotganzen die foerageren in de Oosterschelde en overtijen in het Veerse Meer. De Brandgans nam in het Veerse Meer toe tot 2009 waarna de aantallen fors zijn afgenomen, de afname vond eerst plaats in de winter, maar inmiddels is ook de zomerpopulatie aan het instorten.

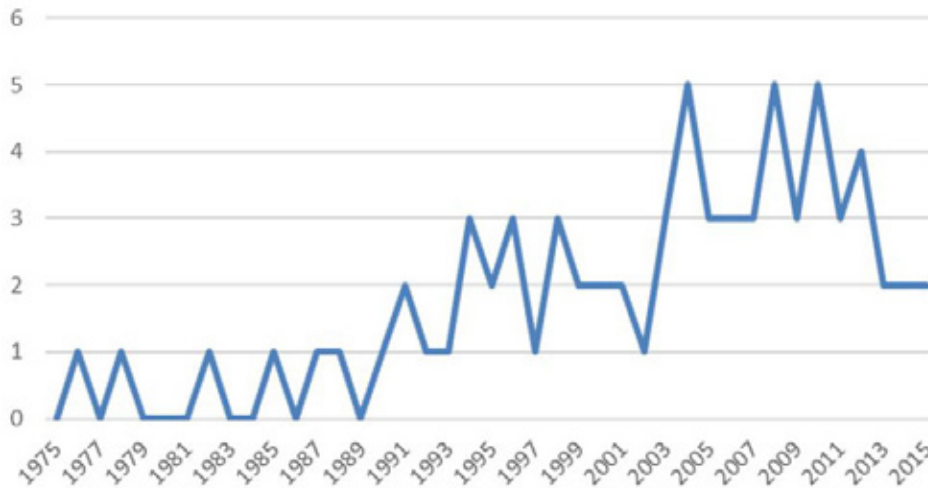


Figuur 4.42 Trends in het aantal plantenetende doortrekkers-overwintersaars van het Veerse Meer tussen 1900 en 2015.

Roofvogels

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.43):

In het Veerse Meer nemen vanaf de jaren zeventig van de vorige eeuw de roofvogels gestaag toe. Na de jaren zestig kon deze soortgroep zich herstellen van vervolging en ernstige milieuvervuiling. Deze toename leek rond 2011 nog niet tot staan te zijn gekomen, maar door bezuiniging van het telprogramma is de ontwikkeling inmiddels niet duidelijk meer. In de aangeplante en spontaan opgeschoten bossen op de drooggevallen gronden broeden Buizerds en de laatste tien jaar ook Haviken. Door afname van het Riet (*Phragmites australis*) en de komst van de Vos komen Bruine Kiekendieven na 2010 nauwelijks meer tot broeden. De Slechtvalk is vanaf 1990 tot 2003 zeer sterk toegenomen. Sindsdien zijn de aantallen stabiel, zij het met flinke schommelingen. In elk geval lijkt het gebied, net als de rest van het Deltagebied, inmiddels verzadigd voor deze soort.



Figuur 4.43 Trends in het aantal niet-broedende roofvogels geïllustreerd aan de hand van het seizoensmaximum bij de Slechtvalk van het Veerse Meer tussen 1975 en 2015.

4.2.3 Zeearmen gesloten zoet

4.2.3.1 Flora en vegetatie

De gesloten zoete zeearmen zijn een fenomeen dat vóór de uitvoering van de Deltawerken niet bestond, maar momenteel zeer prominent aanwezig is. Met name over het Haringvliet (het grootste van de gesloten zoete zeearmen) bestaan goede en gedetailleerde gegevens over de veranderingen in flora en vegetatie. Deze zeearm gebruiken we derhalve als een pars pro toto voor het systeem van de zoete, gesloten zeearmen. Als een tweede voorbeeld gaan we vervolgens nog in op de ontwikkelingen in het Volkerakmeer.

HARINGVLIET

Voor de vegetatie is het wegvallen van het getij de belangrijkste verandering die in het Haringvliet is opgetreden na de afsluiting in 1970 (nadat een jaar eerder het Volkerak was afgesloten). Aan de invloed van het getij, met een getijdeverschil van meer dan 1,5 meter, kwam hierdoor een abrupt eind (Storm et al. 2006). Desalniettemin schommelen de waterstanden in het Haringvliet nog steeds (zij het in veel geringere mate), onder invloed van de stand van de sluizen, de waterstand op de Noordzee, en windwerking, terwijl er enige getijde-invloed is via het Spui (dat in verbinding staat met de Oude Maas). De verschillen in waterstand variëren nu vrijwel altijd tussen NAP+25 en NAP+75 cm, met heel incidenteel uitschieters (Wijsman et al. 2018). De gemiddelde waterstand ligt tussen NAP+40 en NAP+50 cm, maar is in de lente en zomer (met lage rivierafvoer) lager dan in de herfst en winter (wanneer meer water wordt aangevoerd door Rijn en Maas). Delen van de oevers vallen daarom tijdens het zomerseizoen droog. Op dit moment staan de sluizen alleen open bij laag water op zee én hoge rivierstanden, zodat water vanuit de rivieren kan worden afgevoerd naar zee.

Bij vloed en bij lage rivierstanden gaan de Haringvlietsluizen dicht. Zo wordt tegengegaan dat zout water vanuit de Noordzee het Haringvliet en de Nieuwe Maas indringt. Met het wegvallen van het getij is dus ook de zoutinvloed sterk teruggedrongen (Peelen 1970). Vóór de afsluiting schommelde het zoutgehalte zeer sterk. Bij de Ventjagersplaat, waar zout water via Oosterschelde en Krammer het Haringvliet bereikte, schommelde het chloridegehalte tussen 0,1 en 10‰ (Boode & Brandsma 1975). Door de afsluiting veranderde de saliniteit hier van gemiddeld 5,2 naar 0,7‰ (Boode & Brandsma 1975; Figuur 4.44). Eind jaren 1960 reikte de zoutgrens (300 mg Cl per liter, overeenkomend met een saliniteit van 0,5 ppt) bij lage rivierafvoer tot in de Biesbosch, terwijl deze bij gemiddelde afvoer ergens rond de grens van het Haringvliet en Hollands Diep lag, mede afhankelijk van het getij (Wijsman et al. 2018). Het Haringvliet was dan ook vrijwel geheel een brakwater-getijdengebied. Tegenwoordig dringt het zoutwater incidenteel door tot hoogstens aan de lijn Spuimonding-Middelharnis.

	vóór	na
Hellevoetsluis	2,5	0,28
Middelharnis	2,6	0,25
Tiengemeten	1,9	0,25
Ventjagersplaat	5,2	0,70

Figuur 4.44 Gemiddelde saliniteit (in ‰) vlak vóór en enige jaren na de afsluiting (uit: Boode & Brandsma 1975). De grens tussen zoetwater en brak (oligohalien) water ligt bij 0,5‰, tussen brak en zilt (mesohalien) water bij 3‰, en tussen zilt en zout (polyhalien) bij 30‰. 1 ‰ komt overeen met een chloridegehalte van 10 mg per liter water.

Een derde factor die tot grote vegetatieveranderingen heeft geleid is de verandering in landgebruik. Vóór 1950 werden vrijwel alle buitendijkse gebieden gebruikt: biez en riet werden gesneden, gras werd beweïd of gehooid. De oevers van het Haringvliet waren vrijwel overal te nat voor griëndencultuur. Na de afsluiting kwam aan dit menselijk gebruik een einde.

Vóór 1970 was het Haringvliet een estuarium met de gehele overgang van zout naar zoet water. Het water in een estuarium is doorgaans erg troebel door de enorme dynamiek. Er zijn nauwelijks vaatplanten. De oevers vertoonden een zonering van kaal slik, via biezenvetatie naar rietgorzen, met op de hoogste – deels bekade – delen grasgorzen. De biez en werden deels aangeplant (Ruwe bies, *Schoenoplectus tabernaemontani*, en Mattenbiesz, *Schoenoplectus lacustris*), terwijl ook het Riet (*Phragmites communis*) geteeld werd. De biez en- en rietvelden lagen globaal tussen de gemiddelde hoogwaterlijn en NAP+30 cm. Een vegetatiekaart van de Beninger en Korendijkse slikken uit 1969 geeft de zonering goed weer (Ouweneel & Van der Weijden 1970; Figuur 4.45). Binnen de biezenvelden (het betreft de associaties *Scirpetum tabernaemontani* en *Alismo-Scirpetum maritimi*) groeïde Ruwe bies op de laagste delen en Zeebiesz als een smallere zone op de overgang naar gorzen met Riet. Kenmerkende soorten in de rietvelden waren Spindotterbloem (*Caltha palustris* subsp. *araneosa*) en Bittere veldkers (*Cardamine amara*). Deze rietvelden behoren tot de subassociatie *Typho-Phragmitetum calthetosum*. Waar het Riet niet werd gemaaid, ontstonden natte ruigten uit het verbond *Epilobion hirsuti*. Op zandige oeverwallen werd een brakke ruigte aangetroffen van hetzelfde verbond (Beeftink 1965), met Strandkweek (*Elytrigia atherica*), Heemst (*Althaea officinalis*), Echt lepelblad (*Cochlearia officinalis* subsp. *officinalis*), Selderij (*Apium graveolens*) en Rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*). De graslanden op de hoogste gorzen hadden een zilte begroeiing van de Associatie van Zilte rus (*Juncetum gerardii*) of het Zilverschoon-verbond (*Lolio-Potentillion anserinae*), met op iets drogere delen begroeiingen van de Kamgrasweide (*Cynosurion cristati*). De biezenvelden waren hét kenmerk van het Haringvliet, waar ze een brede gordel vormden langs vrijwel alle oevers.



Figuur 4.45 Vegetatiekaart van de Beninger en Korendijkse Slikken in 1969 (uit: Ouweneel & Van der Weijden 1969).

Na 1970 kwam van de 13.700 ha aan buitendijks intergetijdengebied ongeveer 1.850 ha permanent droog te liggen, terwijl de rest onder water kwam te staan (Wijsman et al. 2018). Door de steeds op ongeveer dezelfde plek botsende golven, erodeerden veel van de oevers. In de jaren tachtig van de vorige eeuw zijn dan ook langs vrijwel alle oevers van Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch vooroeververdedigingen aangelegd. De biezenvegetatie ging snel achteruit. Een deel kwam permanent onder water te staan en stierf af, een deel verdween door oevererosie, terwijl een laatste deel door successie overging in rietland en vervolgens in ruigte. De resterende veldjes kregen te maken met begrazing door ganzen, die in het zoete Haringvliet een geschikt leefgebied vonden. Momenteel resteren er slechts snippertjes van de ooit befaamde biezenvelden, met name aan de oeverranden in het noordoosten van het Haringvliet.

Met de aankoop van allerlei oeverlanden als natuurgebied stopte het traditionele beheer. Omdat de bodems sterk verdroogden ontwikkelden de rietgorzen zich grotendeels tot natte ruigte, waarin in

beperkte mate struweel opsloeg. Op veel plekken is inmiddels de exoot Late guldenroede (*Solidago gigantea*) dominant geworden in de ruigten. Rietlanden zijn schaars geworden en beperkt tot laaggelegen, natte delen. De grootste oppervlakte resteert op de Beninger Slikken en de Scheelhoek, terwijl ook op Tiengemetten en de Ventjagersplaat nog smalle, langgerekte rietgordels langs de oever staan. Op de Beninger en Korendijkse Slikken heeft de extensieve begrazing gezorgd voor een afwisseling van grasland, ruigte en struweel, met in de ruigte een grote populatie Heemst.

De niet langer beweidde graslanden verzoetten en verruigden eveneens. Op allerlei oeverlanden komt nog steeds grasland voor, maar dit betreft vrijwel overal voedselrijke, soortenarme vormen. Alleen in het meest westelijke deel van het Haringvliet, zoals op het Quackgors, komen nog brakke graslanden van het Zilver schoon-verbond voor. De meest westelijke oeverlanden van het Haringvliet maken deel uit van het duinlandschap, met daarin duingrasland en duindoornstruweel. Het zijn uitlopers van de duingebieden van Voorne (aan de noordzijde) en Goeree (zuidzijde).

VOLKERAKMEER

Er zijn weinig kaartgegevens over de vegetatie van voor de afsluiting van het Krammer, het Volkerak en het Zoommeer, in de periode voor en tussen de aanleg van de Volkerakdam aan de noordzijde in 1969 en de Philipsdam aan de westzijde in 1987. De afgesloten zeearm aan de noordkant, die de oorspronkelijke wateren Krammer en Volkerak omvat, wordt tegenwoordig meestal aangeduid als Volkerakmeer.

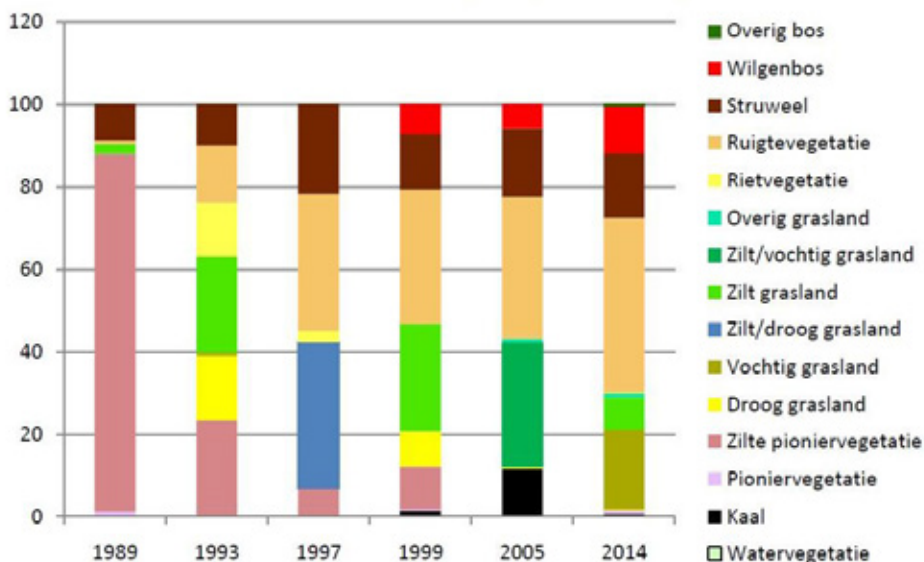
De oudste gedocumenteerde vlakdekkende situatie van de vegetatie dateert uit 1989 (Van Rooij & Groen 1996). Uit deze studie, alsmede een circa tien jaar oudere geomorfologische kaart (Buysrogge et al. 1980) blijkt dat er alleen aan de zuidkant van het Krammer-Volkerak, op de overgang naar het Zoommeer en bij de monding van de Steenbergse Vliet, over grote oppervlakte schor voorkwam. Dit voormalige schor maakt thans deel uit van de gebieden Slikken van de Heen en Dintelse Gorzen. Daarnaast lag er een klein schor op de overgang naar het Haringvliet, momenteel het meest noordwestelijke deel van de Hellegatsplaten. Uit een aantal historische opnamen, gemaakt vanuit het voormalige Delta-instituut, valt de begroeiing van de schorren te herleiden. Opnamen van de Slikken van de Heen uit 1952 laten zien dat er een afwisselend schor aanwezig was, met begroeiingen van de lage kwelder (o.a. *Halimionetum portulacoides*, *Plantagini-Limonietum*), en van de middelhoge kwelder (begroeiingen van de associaties *Armerio-Festucetum litoralis*, *Artemisietum maritimae* en *Atriplici-Elytrigietum pungentis*). Deze associaties, alsmede het ontbreken van opnamen van het *Puccinellietum maritimae* en *Juncetum gerardii*, duiden erop dat het schor (althans grotendeels) niet beweid werd. Opnamen uit 1958 van het schor ten westen van de Steenbergse Sas (nu Slikken van de Heen-oost) laten juist wel een (door schapen) begraasde kwelder zien met begroeiingen van het *Puccinellietum maritimae* en *Juncetum gerardii* en brakke graslanden met Fioringras (*Agrostis stolonifera*), terwijl op het gors bij de Sabina-Henrica Polder in 1962 een hoge kweldebegroeiing aanwezig was (verbond *Lolio-Potentillion anserinae*), begraasd door koeien en paarden. Op de iets noordelijker gelegen Sint Anthoniegorzen, langs het Hellegat, kwamen brakke biezenelden, rietlanden en grasgorzen voor, die achter een zomerkade lagen. De Sint Anthoniegorzen zijn met de uitvoering van de Volkerak-werken binnendijks komen te liggen.

De oppervlakte aan oeverlanden langs het Krammer, Volkerak en Zoommeer nam fors toe na het wegvallen van het getij in 1987, waarbij bijvoorbeeld de landoppervlakte van de Slikken van de Heen en Dintelse Gorzen grofweg verdubbelde. Aan de noordzijde ontstond een langgerekt oeverland op de Krammerse Slikken en ook op de Hellegatsplaten viel een grote oppervlakte land permanent droog. Daarnaast was voor de afsluiting een grote zandplaat aanwezig aan de westzijde, de Plaat van de Vliet, op een plek die nu grenst aan de Philipsdam. Ook deze kwam permanent droog te liggen.

Net als in andere afgesloten zeearmen is de oorspronkelijke schorvegetatie, op kleiige bodem, in snel tempo verruigd (Bekker & Spaans 1992; Brongers & Spaans 1992), zonder dat daarbij op uitgebreide schaal bosvorming optrad. De huidige begroeiing bestaat uit Duinriet (*Calamagrostis epigeios*), Riet, Grote brandnetel (*Urtica dioica*), Koninginnenkruid (*Eupatorium cannabinum*), Dauwbraam (*Rubus caesius*) en plaatselijk Late guldenroede (*Solidago gigantea*; zie Janssen et al. 2016). Op enkele locaties, met name in de noordwesthoek van de Hellegatsplaten, heeft zich een grote populatie Heemst gevestigd. Een andere ontwikkeling is de vestiging van Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*),

waarbij de soort door vegetatieve uitbreiding geleidelijk groter wordende, zeer soortenarme velden vormt op de Slikken van de Heen en Dintelse Gorzen. Van de oorspronkelijke zoutvegetatie resteren op de oude schorren slechts fragmenten, met name in diepere kreken waar het zout relatief langzaam uitspoelt. Tevens is langs de Philipsdam een fraaie schorvegetatie aanwezig, mogelijk als gevolg van zoute kwel vanuit de Oosterschelde.

Op de drooggevallen, meer zandige slikken en platen ontstond in eerste instantie een zilte pioniervegetatie, die aaneensloot tot een zilt grasland. Door uitspoeling van het zout, verzoetten de oeverlanden snel. Waar niet beheerd werd ontstond ruigte, struweel en vervolgens bos, gedomineerd door Boswilg (*Salix caprea*), andere wilgen en Ruwe berk (*Betula pendula*; associatie *Salicetum capreae*). Waar wel werd begraasd, ontstond een mozaïek van delen met struweel (gedomineerd door Duindoorn, *Hippophae rhamnoides*, plaatselijk met sluiers van de exoot *Rubus armeniacus*) en wilgenbos, met overgangen naar brakke ruigten, zoete en brakke, deels soortenrijke graslanden en op kreekoevers zilte graslanden, zilte pioniervegetatie en zoete pionierbegroeiing met Moerasandijvie (*Tephrosia palustris*). Figuur 4.46 geeft aan hoe de verhouding tussen verschillende vegetatietypen in de loop der tijd is veranderd op de Hellegatsplaten, die door Heckrunderen en Konikspaarden worden begraasd. Op de Plaat van de Vliet wordt de vegetatie voor een deel gemaaid, en hier heeft zich een soortenrijke begroeiing van kalkrijke duinvalleien ontwikkeld, met onder meer Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), Zeegroene zegge (*Carex flacca*), Zilte zegge (*Carex distans*), Kruiwilg (*Salix repens*), Rondbladig wintergroen (*Pyrola rotundifolia*), Bonte paardenstaart (*Equisetum variegatum*), Stijve ogentroot (*Euphrasia stricta*), Geelhartje (*Linum catharticum*) en Parnassia (*Parnassia palustris*). De begroeiing lijkt zich geleidelijk te ontwikkelen van een Kleine zeggen-gemeenschap (verbond *Caricion davallianae*) naar een Dotterbloem-hoiland (verbond *Calthion palustris*), waarbij soorten als Rietorchis (*Dactylorhiza majalis* subsp. *praetermissa*), Grote ratelaar (*Rhinanthus angustifolius*), Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) en Rode klaver (*Trifolium pratense*) een belangrijk aandeel gaan vormen. Een bijzonderheid hier is Weidehavikskruid (*Hieracium caespitosum*; Meininger 2018). Ook op andere plekken komen over grote oppervlakte waardevolle begroeiingen van kalkrijke duinvalleien voor, bijvoorbeeld aan de noordkant van de Dintelse Gorzen. Deze zijn ontstaan via een stadium met graslanden van het *Centauro-Saginetum* in de jaren 1990 van de vorige eeuw. Waar de begrazingsdruk niet erg intensief is, verruigt deze vegetatie met Duinriet of weet Duindoorn zich te vestigen en uit te breiden.



Figuur 4.46 Veranderingen in het aandeel van vegetatietypen op de Hellegatsplaten in de periode 1989 tot 2014 (uit: Van der Mond 2016).

Over de watervegetatie van vóór de afsluiting is nauwelijks iets bekend, maar tegenwoordig heeft het water kenmerken van een zoet of zwak brak meer. De laatste 15 jaar is het doorzicht verbeterd en de soortenrijkdom en bedekking van waterplanten sterk toegenomen. Kenmerkend zijn

Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliata*) en Gesteelde zannichellia (*Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*). Zeer verrassend was de vondst in 2017 van enkele veldjes Klein slijkgras (*Spartina maritima*) op de Hellegatsplaten, een soort waarvan werd verondersteld dat deze in ons land was uitgestorven (Meininger 2018).

4.2.3.2 Mariene fauna

Wat betreft de mariene fauna van de 'Zeearmen gesloten zoet' beperken we ons tot een bespreking van de trekvisser van het Haringvliet.

HARINGVLIET

De aanleg van de Volkerakdam (1969) sluit het Volkerak af van het Hollands Diep en de Haringvlietdam (1971) maakt een eind aan de zee invloeden in het Haringvliet. De verbindingen met Grevelingen, Oosterschelde en de Noordzee zijn grotendeels verbroken. Alleen nog via het Spui, de Oude Maas en de Nieuwe waterweg staat het Haringvliet in contact met de Noordzee. Het Haringvliet heeft zijn estuariene karakter verloren, er is geen sprake meer van een zoet-zoutgradiënt en de invloed van getij is vrijwel verwaarloosbaar (ca. 30 cm).

Voor de oorspronkelijke Haringvliet-Hollands Diep-Biesbosch zeearm heeft Quak (2016) een historische studie opgesteld van de visstand in het Haringvliet-Hollands Diep-Goereesche Gat tussen 1870-1970 op basis van vangststatistieken, met als doel om een reconstructie te krijgen van de visstand van het Haringvliet-systeem vóór de realisatie van de Haringvlietdam. Hop et al. (2011) deed al eerder onderzoek naar het belang van het Haringvliet als trekroute voor trekvisser. De historische gegevens van verschillende trekvisser zijn grotendeels gebaseerd op het werk van Hop et al. (2011) en Quak (2016). Voor de huidige visstand in het Haringvliet wordt vooral gekeken naar Hop et al. (2016) en Griffioen et al. (2017). Ter illustratie worden vervolgens de soorten Europese steur, Atlantische zalm, Bot, Elft, Fint, Zeeforel, Rivierprik en Paling kort uitgelicht.

PERIODE 1900-1950

De visgemeenschap in het Haringvliet, maar ook die in de Benedenrivieren (Hollands Diep, Oude Maas, Nieuwe Merwede, Getijden Lek en Getijden Maas), is van oorsprong zeer divers door de verscheidenheid aan habitat. Hoek & Bottemanne (1888) en Hoek (1897) treffen 46 vissoorten aan op basis van ankerkuilbemonsteringen. Hieronder vallen ook de diadrome soorten Driedoornige stekelbaars, Bot, Zalm, Spiering, Houting, Elft, Fint, Aal, Zeeprik en Rivierprik. In zijn studie geeft Quak (2016) aan dat door de selectiviteit van het tuig waarmee gemonsterd werd niet alle aanwezige soorten gevangen zullen zijn. Zo ontbreekt de Europese steur in de waarnemingen van Hoek & Bottemanne (1888) en Hoek (1897). De Atlantische zalm, Elft, Fint, Houting, Rivierprik en Driedoornige stekelbaars zijn soorten die van zeer abundant tot algemeen voorkomen in het Haringvliet (Figuur 4.47). De Europese steur (honderden), Zeeforel (duizenden) en Paling (fluctuerend) komen aan het begin van de 20ste eeuw ook nog voor in het gebied.

Historisch gezien is de Haringvliet de primaire optrekroute in de Zuidwestelijke delta voor diadrome visser. Daarnaast is het Haringvliet een opgroeigebied voor een groot aantal soorten, zowel estuariene soorten (Spiering, Bot, Aal, Haring) als juveniele diadrome soorten (Zalm, Elft, Fint, Rivierprik (Quak, 2016). De ecologische kwaliteit van het gebied neemt af als gevolg van de aanleg van dammen, sterke industrialisatie en kanalisatie en uiteindelijk door afsluiting van de zee (Bos et al. 2018).

Soort	Gilde	Stadium	Soort	Quak (2016)	Hop
Europese Aal	Diadroom	Juveniel	<i>Anguilla anguilla</i>	Fluctuerend	
			Rode aal	Tot zeer abundant	+++ [†]
			Schieraal	Fluctuerend - zeer abundant	
Bot	Estuarien resident	Juveniel	<i>Platichthys flesus</i>		
		Adult		Abundant - zeer abundant	+++ [†]
Driedoornige stekelbaars	Diadroom	Juveniel	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		
		Adult			+++ [†]
Dunlipharder		Juveniel	<i>Liza ramada</i>		
		Adult			
Elft	Diadroom	Juveniel	<i>Alosa alosa</i>	Zeer abundant	
		adult		Zeer abundant	++*
Fint	Diadroom	Juveniel	<i>Alosa fallax</i>	Zeer abundant	
		adult		Zeer abundant	++*
Atlantische haring	Marien juveniel	Juveniel	<i>Clupea harengus</i>	Zeer abundant	+++
		adult		Klein aantal	
Houting	Diadroom	Juveniel	<i>Coregonus oxyrinchus</i>		
		Adult		Abundant (optrek)	++
Rivierprik	Diadroom	Juveniel	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Zeer abundant (optrek)	
		Adult		Waarschijnlijk abundant	zeer+++ [†]
Spiering	Diadroom	Juveniel	<i>Sprattus sprattus</i>		
		Adult			+++ [†]
Sprot	Marien seizoensgast	Juveniel	<i>Sprattus sprattus</i>		
		Adult			+++ [†]
Europese steur	Diadroom		<i>Acipenser sturio</i>	Honderden	
Atlantische zalm	Diadroom	Juveniel	<i>Salmo salar</i>	Zeer abundant	
		Adult		Meest abundant in mei-0 augustus	

Figuur 4.47 Historische inschatting van abundantie in het Haringvliet voor de afsluiting door de Haringvlietdam in 1971 per vissoort op basis van Quak (2016) en Hop et al. (2011). 0 = incidenteel, +=minder algemeen, ++=algemeen, +++=abundant. De tabel is beperkt tot 16 vissoorten. *=geen levensstadium meegenomen in de analyse. De data zijn afkomstig van Griffioen et al. (2017). De aanduiding van gildes is conform de Kaderrichtlijn Water (Jager 2008).

PERIODE 1951-1970

Vaas (1968) heeft van 1960 t/m 1967 negen vistochten uitgevoerd (juni-sept) met een garnalenkor (3 meter, maaswijdte 1 cm). Kranenbarg & Backx (2004) hebben deze data opnieuw bewerkt naar de hedendaagse indeling. Dertig vissoorten worden in het Haringvliet/Hollands Diep aangetroffen. Hiervan zijn vijf geïdentificeerd als diadrome soorten (Bot, Spiering, Aal, Fint en Driedoornige stekelbaars), negen als estuarien resident (Brakwatergrondel, Dikkopje, Slakdolf, Glasgrondel, Kleine zeenaald, Harnasmannetje en Zeedonderpad), zes als marien juveniel (Tong, Schol, Schar, Steenbol, Haring en Kabeljauw) drie als mariene gasten (Sprot, Vijfdradige meun en Dwergtong) en zeven als zoetwatersoorten (Blankvoorn, Brasem, Winde, Kolblei, Alvers, Baars Riviergrondel). Op basis van de gegevens van Vaas (1968) geven Kranenbarg & Backx (2004) aan dat diadrome soorten over de gehele lengte van het Haringvliet estuarium (monding Haringvliet, Haringvliet en Hollands Diep) aangetroffen

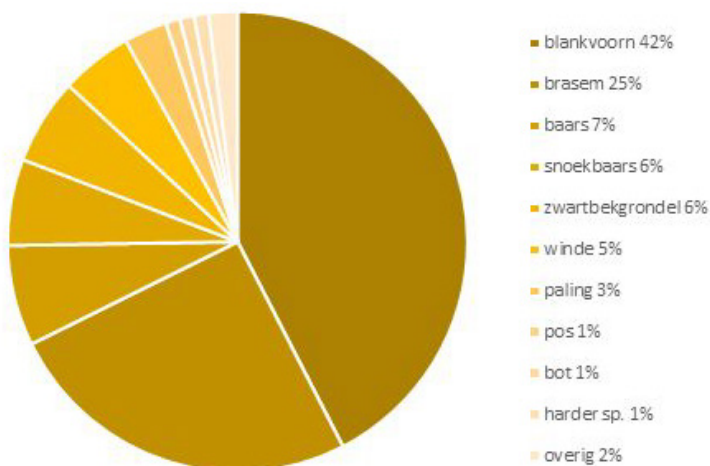
werden. Bot is in alle drie de zones de meest aangetroffen soort, terwijl de abundantie van Fint in de zoetwatergetijdenzone (Hollands Diep) duidelijk lager is dan in de brakke zones (monding Haringvliet en Haringvliet). De brakke zones worden gekarakteriseerd door de aanwezigheid van marien juveniele (Tong, Schol, Schar, Steenbolk, Haring en Kabeljauw) en estuarien residente soorten (Brakwatergrondel, Dikkopje, Slakdolf, Glasgrondel, Kleine zeenaald, Puitaal, Zandspiering, Harnasman en Zeedonderpad). De dichtheid van de meeste van deze soorten neemt af in de zwak brakke zone (Kranenbarg & Backx 2004). Quak (2016) merkt op dat in de bemonsteringen van Vaas (1968) de Atlantische zalm en Elft ontbreken, hetgeen ook te verwachten is aangezien de paai-populaties in Rijn en Maas al vóór 1950 verdwenen zijn.

PERIODE 1971-1990

Door het wegvallen van de getijdenwerking veranderde het Haringvliet in 1970 van een estuarium in een zoetwaterbekken. Direct na de afsluiting nemen estuariene residente, mariene en diadrome soorten sterk af. Vervolgens verdwijnen de estuariene residenten en mariene soorten helemaal en worden de meeste diadrome soorten nog slechts incidenteel aangetroffen (Kranenbarg & Backx 2004).

PERIODE 1991-2015

De laatste jaren wordt het gebied gekenmerkt door een rijkere visstand door recente verbeteringen zoals waterkwaliteitsverbetering, rivierverruiming en migratievoorzieningen. Dergelijke verbeteringen dragen bij aan het voorkomen van typische rivier- en zoutwater soorten (Bos et al. 2018). De visstand in het Haringvliet bestaat hedendaags uit zoetwatersoorten, diadrome soorten en enkele zoutwatersoorten met een hoge tolerantie voor zoet water (Harder en Bot en in mindere mate juveniele Haring, Sprot en Zeebaars; Hop et al. 2016). Hop et al. (2016) hebben over de periode 2006-2015 gekeken naar de hedendaagse soortensamenstelling van het Haringvliet op basis van de actieve monitoring en de passieve MWTL-monitoring die in het Haringvliet plaatsvindt. De omvang van het visbestand in het Haringvliet is geschat op 40,6 kg/ha en 361 stuks/ha (Hop et al. 2016). Het visbestand in het Haringvliet bestaat voor het grootste deel uit de zoetwatersoorten Blankvoorn, gevolgd door Brasem, Baars, Snoekbaars en Zwartbekgrondel (Figuur 4.48). Over deze gehele periode treffen ze 53 soorten aan, waarvan 11 diadrome soorten. Paling, Fint, Houting, Rivierprik, Zeeprik, Spiering en Atlantische zalm en in mindere mate Zeeforel worden frequent aangetroffen, waarbij vooral Paling en Spiering een hoge verspreiding vertonen. Minder frequent aangetroffen zijn de Driedoornige stekelbaars, Elft en Steurachtigen. Vissoorten die via het Haringvliet de Rijn en Maas op willen, kunnen dat in potentie via drie routes, te weten via de spuisluizen (17) en de visriolen (6) van de Haringvlietdam of via de scheepvaartsluis bij Stellendam (Griffioen et al. 2017). Voor de spuisluizen en de scheepvaartsluis is echter slechts in beperkte mate inzicht over de passeerbaarheid van deze routes. De visriolen zijn alleen in bedrijf gedurende afgaand water (Griffioen et al. 2017). Een alternatieve route voor de uittrek van schieraal kan via het Spui. De Bot die nu in het Haringvliet voorkomt komt wellicht ook binnen via het Spui waar nog een heen en weer gaande getijdebeweging in plaats vindt. Voor uittrekkende schieralen is aangetoond dat tenminste een deel van de schieraal die via het Haringvliet trekt via het Spui en Nieuwe Waterweg naar zee zwemt (Winter & Bierman 2010).



Figuur 4.48 Samenstelling van de visstand op basis van aantallen in het Haringvliet 2006-2015 (gebaseerd op: Hop et al. 2016).

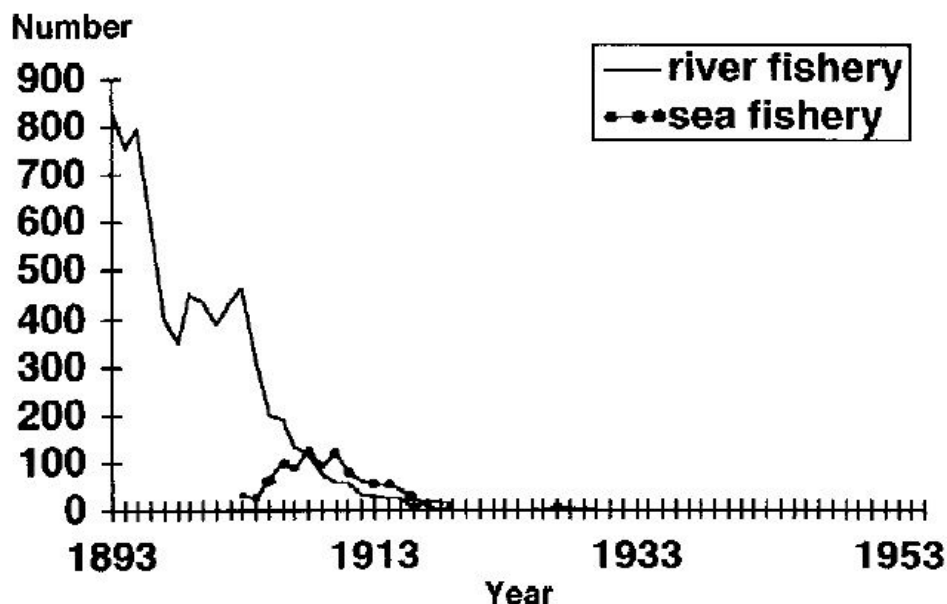
Gedurende de periode 2006-2015 worden vijf estuariene soorten (Bot, Grondel, Glasgrondel, Brakwatergrondel en Grote zeenaald) aangetroffen. Bot wordt in relatief grote aantallen gevonden (merendeel < 10 cm), maar van de andere soorten worden maar weinig exemplaren aangetroffen. De verspreiding van marien juveniele soorten (Zeebaars en Haring) en mariene seizoensgasten (Harder en Sprot) zijn voornamelijk beperkt tot enkele punten in het westelijke deel van het Haringvliet (Hop et al. 2016; zie Figuur 4.49).

Gilde	Soort	Haringvliet	Gilde	Soort	Haringvliet
Diadrome	Paling	100%	Mariene juveniel	Griet	0%
	Driedoornige stekelbaars	30%		Haring	20%
	Elft	10%		Kabeljauw	0%
	Fint	80%		Koornaarvis sp.	10%
	Grote marene	0%		Rode poot	0%
	Houting	70%		Schar	0%
	Rivierprik	90%		Schol	0%
	Spiering	100%		Steenbolk	0%
	Steur sp.	10%		Tarbot	0%
	Zalm	90%		Tong	0%
	Zeeforel	50%		Wijting	0%
	Zeeprik	90%		Zeebaars	40%
Estuariene resident	Bot	100%	Mariene seizoensgast	Ansjovis	0%
	Botervis	0%		Geep	0%
	Grondel sp.	10%		Harder sp.	100%
	Brakwater-grondel	10%		Snotalf	0%
	Dikkopje	0%		Sprot	30%
	Grote zeenaald	10%		Vijfdradige meun	0%
	Kleine zeenaald	0%			
	Puitaal	0%			
	Vorskwab	0%			
	Zandspieling sp.	0%			
	Zeedonderpad	0%			
	Zwarte grondel	0%			

Figuur 4.49 Soortensamenstelling (diadrome, estuariene, marien juveniel, mariene seizoensgasten en mariene soorten) Haringvliet en aanwezigheid van soorten over de periode 2006-2015 (% van totaal aantal jaren).

We vatten de gegevens voor een aantal belangrijke soorten nog kort samen:

Europese steur (zie ook Bijlage 11): In het begin van de 20ste eeuw gebruikte de Europese steur alle grote Europese riviersystemen om zicht voort te planten. Hiertoe behoorden ook de Rijn en de Maas (Castelnaud 1988; Holcyk et al. 1989, in Houben et al. 2012). Recente onderzoeken naar historisch en archeologisch materiaal van inheemse steuren heeft laten zien dat er naast de Europese steur (*Acipenser sturio*) ook de Atlantische steur (*Acipenser oxyrinchus*) voorkwam in Nederland en België (Thieren et al. 2016). Aangezien deze soorten moeilijk te determineren zijn zal in het verleden geen onderscheid gemaakt kunnen worden tussen beide soorten. De Rijn is voor de Europese steur wel altijd een belangrijk bolwerk geweest. In de Zuidwestelijke delta waren met name de oorspronkelijke zeearmen Rijn-Maasmond en Haringvliet-Hollands Diep-Biesbosch van belang. De Biesbosch en het estuariumgebied van de benedenrivieren, waaronder Brielse Maas, Nieuwe Waterweg en vooral het Haringvliet waren belangrijk als opgroeigebied en als migratieroute voor de Europese steur. Het Haringvliet was een belangrijke corridor naar hoger gelegen paaigebieden en functioneerde als leefgebied voor juveniele en subadulte dieren (Winter 2015). De Europese steur was tot 1900 een algemeen voorkomende soort in de Zuidwestelijke delta, met 3.000 tot 4.000 exemplaren in de Rijn (De Groot 2002). Terwijl er in de Rijn en Maas in de 18de eeuw jaarlijks waarschijnlijk nog duizenden steuren werden gevangen, was dit aantal in 1895 teruggelopen naar 800 (Figuur 4.50). Tien jaar later was dit aantal verminderd tot 200. Nog eens tien jaar later werden er nog maar 25 steuren gevangen. De neergaande trend van de populatie begon dus halverwege de 19de eeuw en leidde tot het nagenoeg uitsterven van de Atlantische steur in de jaren dertig van de 20ste eeuw, maar het is door Lenders (2017) aannemelijk gemaakt dat de achteruitgang al eeuwen geleden is ingezet. De laatste Europese steur in de Nederlandse rivieren werd in 1952 gevangen. Dit is het gevolg van het verdwijnen van paaigronden, door kanalisering en de aanleg van dammen en stuwen, en overbevissing. De riviervisserij overbeviste de adulte populatie waarna de zeevisserij de juveniele en resterende adulten wegving (Winter et al. 2015). Vanaf 1982 kreeg de Europese steur een beschermde status in Europa en vanaf 1995 werden gekweekte steuren uitgezet (o.a. 50 exemplaren in de Rijn nabij Nijmegen in 2012), met als doel om de soort te herintroduceren. In de huidige situatie geldt de Atlantische steur uitgestorven. Optrek via de Zuidwestelijke delta naar eventuele paaigronden bovenstrooms in de Rijn is enkel mogelijk via de open Nieuwe waterweg en via de spuisluizen in de Haringvlietdam, die een belemmering vormen voor de migratie (Winter et al. 2014). Gedurende de studie van Hop et al. (2016) werden Steurachtigen maar beperkt aangetroffen. Ze geven daarbij aan dat de Steurachtigen hoogstwaarschijnlijk niet inheemse soorten betreffen. Hedendaagse vangsten van steuren in Nederland betreffen vrijwel zonder uitzondering exotische steursoorten die waarschijnlijk vanuit de vijverhandel afkomstig zijn, zoals *Acipenser baeri* (Winter et al. 2014). De Kier zal de intrekbaarheid voor Atlantische steur vergroten. Volwassen steuren trekken naar hun eigen geboorteplek terug om te paaien, maar met het verdwijnen van de Rijnpopulatie is ook het paaigebied voor de Rijn verdwenen. Wanneer de Zuidwestelijke delta weer geschikt zou zijn voor de Europese steur, dan zou dat nog niet betekenen dat de steur spontaan vanuit de Franse populatie in de monding van de rivier de Gironde – de enige plek in Europa waar de steur nog voorkomt – terug zou kunnen keren naar dit gebied (Houben et al. 2012). Randvoorwaarden om de Zuidwestelijke delta wederom weer geschikt te maken voor de steur zijn onder andere een goede waterkwaliteit (geen/minimale verontreiniging, aanwezigheid van voedsel), herstel paaigebieden en afzetplaatsen voor eitjes en opgroeimogelijkheden voor juveniele steuren (beschutting- en voedselrijke gebieden). Passeerbaarheid van de watersystemen is daarbij vanzelfsprekend noodzakelijk. De Groot (2002) noemt de randvoorwaarden voor een geschikt paaigrond voor de Europese steur in de Rijn: een rivierbed van grind (1,7-6,5 cm), stroomsnelheden van 1 m/s, watertemperatuur tussen de 15 en 20 °C, een zuurstofconcentratie boven de 6 mg/l en een waterdiepte van 3-20 meter. Voor een succesvolle reproductie heeft elk vrouwtje 300 m² paaigrond nodig. Voor jonge steuren die tot twee jaar in het estuarium leven en jaarlijks tussen open zee en het estuarium trekken, is een goede zoet-zout gradiënt essentieel in de levenscyclus van de soort (Winter et al. 2015).



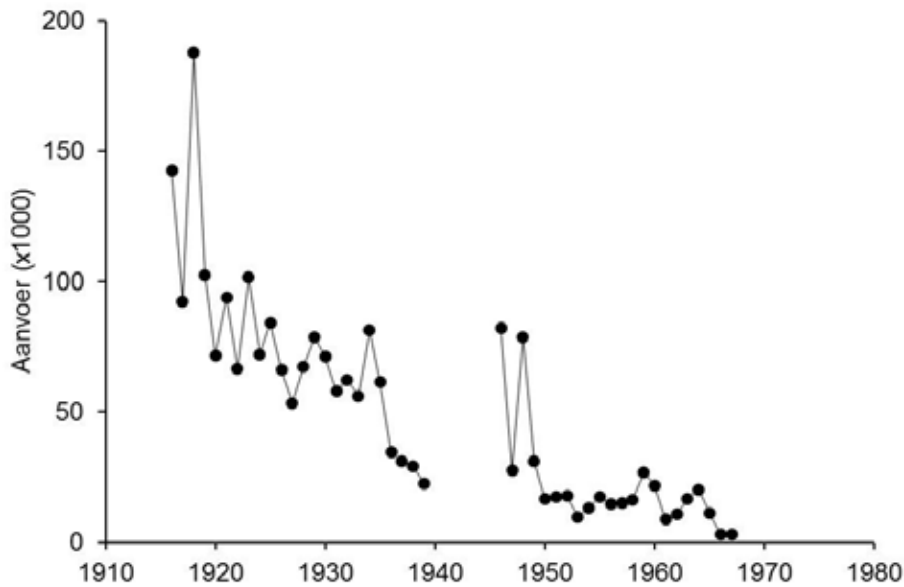
Figuur 4.50 Vangsten van de Europese steur in de Beneden-Rijn tussen 1893 en 1953 (De Groot 2002).

Atlantische zalm (zie ook Bijlage 11): De Atlantische zalm werd vanaf 1957 in Nederland als uitgestorven beschouwd. Voorheen trok deze soort in grote aantallen de Rijn en Maas op naar de midden- en bovenloop van de rivieren om te paaïen. De Haringvliet werd begin 1900 een belangrijke trekroute na de riviernormalisatie van de Waal en de aanleg van de Merwede waardoor een groter debiet richting het Haringvliet stroomde. Hierdoor migreerden meer zalmen langs deze route (Quak 2016). Als gevolg van het homing gedrag van adulte zalmen keerden de adulte zalmen via deze weg weer terug naar hun paaigronden. Op basis van veilingaanvoer van de Atlantische zalm in de Rijn en Maas (zie Figuur 4.51) is te zien dat de vangsten aan het begin van de 20ste eeuw al terugliepen en zeer waarschijnlijk al vele eeuwen voordien is de achteruitgang ingezet (Lenders et al. 2016, Lenders 2017). De zalmvisserij stopte in 1932. Verschillende factoren hebben bijgedragen aan het verdwijnen van de Atlantische zalm. Een van de factoren was het onbereikbaar worden van paaigronden door barrières in de rivieren ten behoeve van waterpeilbeheersing, zoals stuwen en dammen. Ook watermolens hebben over de eeuwen gezien bijgedragen aan de afname in zalm (Lenders et al. 2016). Tevens verdwenen geschikte paaigronden door aanpassingen in de bovenloop van de Rijn ter bescherming van dorpen en steden, het opbaggeren van zand en grind, en sedimentatie door een toename van slib in de rivieren. Daarbovenop raakten de rivieren verontreinigd begin 1900 door lozing van afvalwater. Vanaf 1994 nemen de zalmvangsten weer toe. In het Haringvliet zijn gedurende de studie van Hop et al. (2016) over het algemeen grotere exemplaren gevangen (> 80 cm), hoewel het aantal aangetroffen zalmen beperkt was. Dit is te danken aan een verbetering van de waterkwaliteit, aanleg van vispassages en natuurontwikkelingsprojecten (aanleg/herstel nevengeulen) langs de rivieren. Nevengeulen zouden van belang kunnen zijn omdat deze door hun geringere stroomsnelheid mogelijk beschutting bieden tijdens de zalmtrek. Vermoedelijk gaat het uitsluitend om vissen die bovenstrooms zijn uitgezet als jonge vis in Duitsland en België, die van zee de rivier optrekken. Met de Kier zal de Zalm betere intrekbaarheden krijgen in het Haringvliet, echter andere beperkende factoren (o.a. verlies paaï- en opgroeigebied) zullen eerst verholpen moeten worden wil er sprake zijn van een populatie toename (Griffioen et al. 2017). Jonge zalm wordt echter vanaf eind jaren '80 tot op heden in grote aantallen uitgezet in de bovenlopen van de Rijn en in mindere mate recentelijk ook in de Maas. Als deze uitzettingen zouden stoppen zal de huidige populatie in beide rivieren weer teruglopen, omdat de cumulatieve mortaliteit van uittrekkende smolts tot intrekende volwassen zalm te groot is.



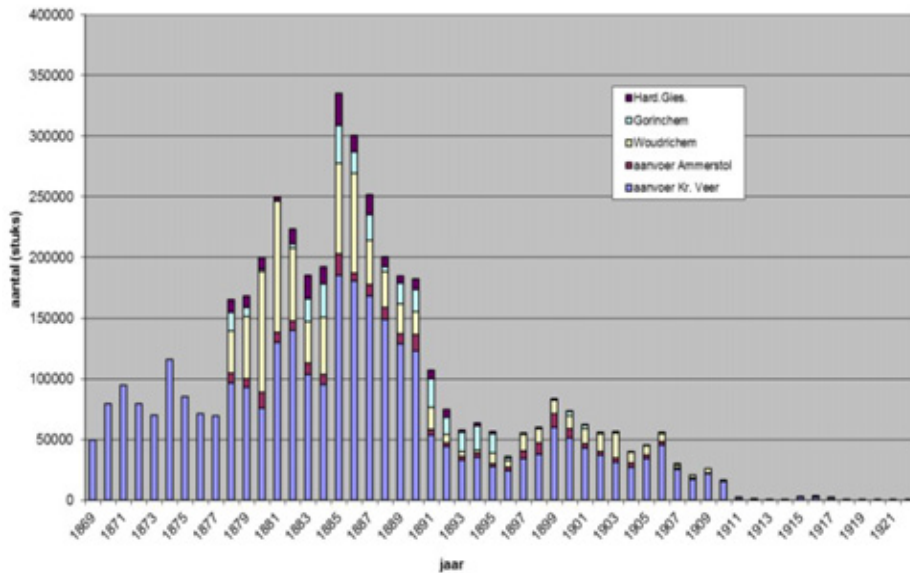
Figuur 4.51 *Veilingaanvoer Atlantische zalm in de Rijn en Maas 1863-1954 (open cirkels) en vangst in fuiken 1994-2010 (gesloten cirkels; Visserijstatistieken, RIVO).*

Bot: Volwassen Bot gebruikt estuaria als voedselgebied in de zomer en jonge botlarven gebruiken estuaria als opgroeigebied. Estuaria dragen zo bij aan het opgroeiareaal van deze soort. In het verleden zijn Botten tot honderden kilometers landinwaarts in de Duitse Rijn waargenomen (Griffioen et al. 2017). Op basis van de gegevens van Hop et al. (2011) en Quak (2016) wordt het historisch voorkomen van Bot in het Haringvliet als abundant tot zeer abundant ingeschat (Griffioen et al. 2017; zie Figuur 4.452. In het eerste deel van de 19de eeuw (1916-1939) werd jaarlijks tussen de 50-100 ton Bot aangevoerd uit de Zuid-Hollandse stromen (hieronder vielen naast het Haringvliet-Hollands Diep-Goereesche Gat systeem ook Brielse Maas, Nieuwe waterweg en waarschijnlijk ook het Krammer Volkerak). Circa 25% (gemiddelde over de periode) hiervan was afkomstig uit het Haringvliet-Hollands Diep-Goereesche Gat systeem (Quak 2016). Het bestand laat een afnemende trend zien, met name in de periode 1930-1940 (Quak 2016). Ernstige waterverontreiniging zou de kwaliteit en daardoor de marktwaarde van de vis beïnvloed hebben, waardoor steeds minder vissers in de Zuid-Hollandse stromen na de Tweede Wereldoorlog zich nog met botvisserij bezighielden. Bot wordt hedendaags nog steeds aangetroffen in het Haringvliet en aangenomen wordt dat het via het Spui naar binnen komt. Hop et al. (2016) hebben in dit waterbekken relatief grote aantallen Bot gevangen, waarvan het merendeel exemplaren waren met lengten tot 10 cm. Hoewel Bot dus voorkomt in het Haringvliet, wordt dit waterbekken in de huidige situatie niet gezien als een potentieel belangrijk gebied voor de populatie van de soort. De kler in het Haringvliet zal naar verwachting de intrek van Bot vergroten, afhankelijk van vindbaarheid en het fysiek kunnen passeren van de kler, en daarmee zal het Haringvliet in grotere mate benut kunnen worden als leef- en opgroeigebied (Griffioen et al. 2017).

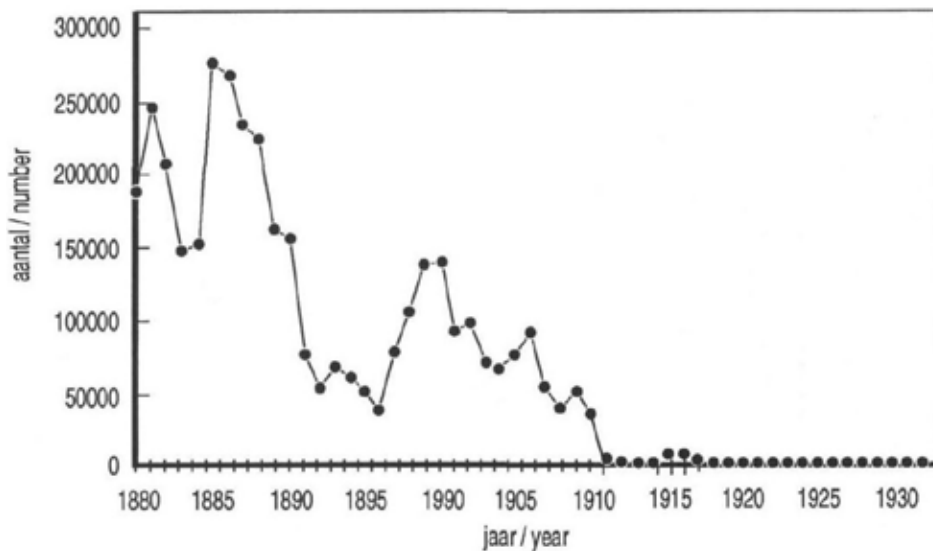


Figuur 4.52 Aanvoer Bot (kg) Zuid-Hollandse stromen 1916-1969. Circa 27% (gemiddelde over periode) van de aanvoer kwam uit het Haringvliet en Hollands Diep (uit: Quak 2016).

Elft (zie ook Bijlage 11): Het Haringvliet functioneert voornamelijk als corridor naar hoger gelegen riviergebieden. Volwassen Elft paait op grindbanken in de middenloop van rivieren en juveniele Elft groeit op in de rivier. Op basis van vangststatistieken was historisch gezien de Nieuwe Merwede, met het Haringvliet-Hollands Diep als verbonden estuarium, de belangrijkste migratieroute voor de Elft. Circa 75% van de Elften maakte gebruik van deze route. De overige 25% van de Elften zwom via de Brielse maas respectievelijk de Nieuwe waterweg naar hun paaigebieden (Quak 2016). De paaigebieden, bestaande uit grindbodems in bochten en zijarmen van de rivier, bevonden zich bovenstrooms zelfs tot voorbij Basel (De Groot 2002), maar met name in de middenloop van de Duitse Rijn. Net als voor andere trekvisserijen was de zuidwestelijke delta een belangrijke opgroei- en doortrekgebied voor jonge Elft. Tussen 1880 en 1890 lagen de vangsten circa tussen 150.000 en 200.000 stuks, met uitschieters van 300.000 of hoger in de jaren 1886 en 1887 (Figuur 4.53). Na 1891 kwam hier verandering in en lagen de vangsten per jaar om en nabij de 50.000 exemplaren. Figuur 4.53 en 4.54 tonen al aan dat de vangstafname van Elft al aan het eind van de 19de eeuw inzet. Overbevising van het paaibestand tijdens de migratieperiode in april-mei wordt gezien als de primaire oorzaak (Quak 2016; Hoek 1984). Migratie-barrières, verslechtering van waterkwaliteit en rivierwerken zouden ook hebben bijgedragen aan de verdwijning van Elft in Nederlandse wateren (De Groot 2002). Het volstorten van de paaiplaatsen (ondiepe delen tussen kribvakken) met baggermateriaal zou de soort noodlottig zijn geworden (Hoek 1899). In het midden van de jaren dertig is de Elft verdwenen in Nederlandse wateren, dus al voor de realisatie van de Haringvlietdam (Winter et al. 2014). Hedendaags is het Haringvliet in potentie een van de drie routes waarlangs de Elft kan optrekken naar het bovenstroomse deel van de Rijn, maar zoals eerder aangegeven is het Haringvliet niet vrij optrekbaar. Gedurende de studie van Hop et al. (2016) is in het Haringvliet de Elft minder frequent aangetroffen. In 2008 is middels een EU-life project een reïntroductie van Elft in de Duitse Rijn in gang gezet. In de Duitse Rijn bij Ifexheim zijn toenemende volwassen elften gezien in de periode daarna. Het Kierbesluit zou wel kunnen bijdragen aan een sterke verbetering van intrek van volwassen Elft, een toename in de populatieomvang is ook afhankelijk van andere factoren (bijv. visserij, habitatkwaliteit). Of de huidige omstandigheden voldoende zijn om een herstel van een Elft populatie te realiseren is onduidelijk. Op basis van een studie naar American shad (*Alosa sapidissima*; Leggett & Oboyle 1976) zou een geleidelijke zoet-zout gradiënt mogelijk van belang zijn om te kunnen acclimatiseren. Echter hierover is voor 'onze' Elft nog te weinig bekend (Winter et al. 2014).



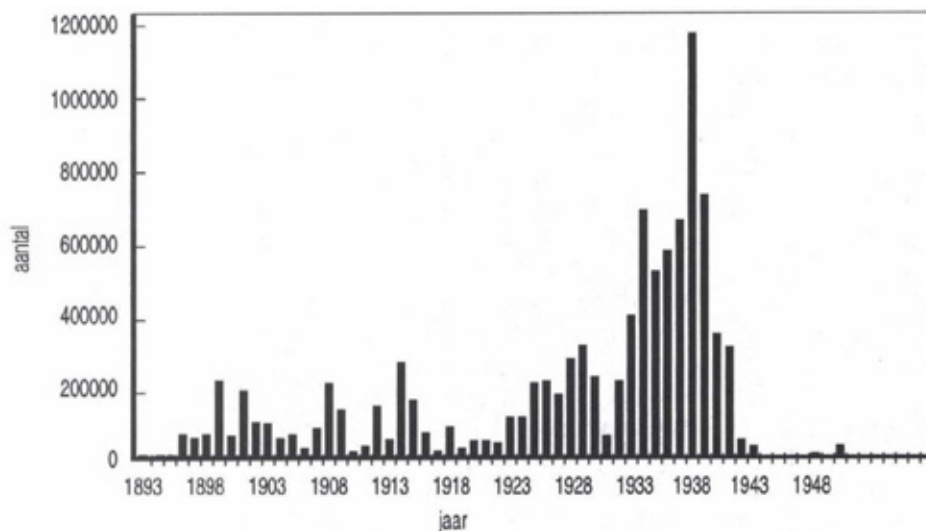
Figuur 4.53 Aanvoer van Elft 1869-1922 aan diverse afslagen (Kralingsche Veer, Gorinchem, Hardinxveld, Woudrichem, Ammerstol; uit: Quak 2016).



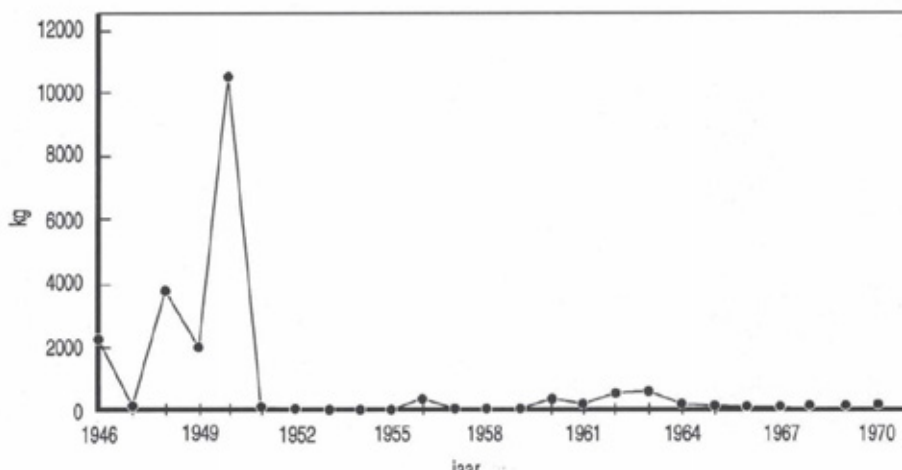
Figuur 4.54 Nederlandse vangst van Elft tussen 1880-1930 (afkomstig van De Groot 1989). De auteur specificeert niet welke gebieden/afslagen het betreft.

Fint (zie ook Bijlage 11): Historisch gezien was de zuidwestelijke delta een belangrijk gebied voor de Fint als paai- en opgroeigebied en met mogelijke paaiplaatsen in de Merwede, de Bergse Maas, de Biesbosch, de Oude Maas, de Lek en de Schelde. De Haringvliet-zeearm/estuarium was hierin de primaire migratieroute voor de Fint. De belangrijkste historische aanvoermarkt was Moerdijk, waar de finten uit het Hollands Diep werden afgeslagen (Quak 2016). In het verleden kwam een aanzienlijke populatie voor in de benedenrivieren van de Rijn, bijvoorbeeld de Biesbosch en omliggende riviertakken. Figuur 4.55 toont de aanvoer van Fint (aantal) door de Nederlandse riviervisserij van 1893-1950. Hierin is te zien dat de hoogste aantallen in de jaren 1934-1939 werden aangevoerd, met in 1937 meer dan 1 miljoen exemplaren. Tijdens en na de Tweede Wereldoorlog neemt het Fintbestand en daarbij het aantal gevangen Fint sterk af (Figuur 4.56). Quak (2016) koppelt deze sterke afname onder andere aan de strenge winters tijdens de oorlogsjaren (met als gevolg een lage rekrutering van Fint), de sterk verslechterde waterkwaliteit (o.a. expansie van industrie in het Duitse Roergebied) en beperkingen voor de visserij (regelgeving, hinder door gezonken schepen). Daarnaast resulteerden oever- en rivierverbeteringen tot aantasting van de paaiplaatsen. Na 1950 was de visserij niet meer winstgevend en sinds 1970, wanneer het Hollands Diep en het Haringvliet afgesloten werden in het kader van de Deltawerken, vallen de vangsten geheel weg (De Groot 1989). De aanleg

van de kunstwerken in het Hollands Diep en het Haringvliet hebben de randvoorwaarden voor een fintpopulatie definitief gewijzigd. Zoutwater- en brakwatergetij in het Haringvliet is verdwenen en de zoet-zoutwater overgang is niet meer geleidelijk. In de huidige situatie is optrek van de Fint via het Haringvliet belemmerd door de Haringvlietdam. De Fint stelt hoge eisen aan estuaria ten aanzien van de habitatfunctie voor paai- en opgroei (Griffioen et al. 2017). De slechte kwaliteit van het leefgebied weerhoudt het herstel van de Zuidwestelijke delta als succesvol paai- en opgroeigebied voor de Fint. In hoeverre Fint daadwerkelijk voortplant in de beneden rivieren is onbekend (Hop et al., 2016). Incidenteel zijn meldingen gemaakt van paaiactiviteit van Fint in de Biesbosch en Nieuwe Merwede, maar er zijn geen aanwijzingen dat dit succesvol is (Kranenberg et al. 2015). Winter et al. (2014) meldt dat relatief veel finten worden waargenomen in de Nederlandse Noordzee, langs de Nederlandse kust en bij zoet-zout overgangen in riviermondingen, die hoogstwaarschijnlijk allemaal of bijna allemaal afkomstig zijn van populaties uit omliggende landen. De Fint paait in zoetwatergetijdengebied met zand of grind. De vissoort heeft een getijcyclus nodig voor de eitjes die met het getij bewegen (Winter et al. 2014). Naast onbelemmerde passeerbaarheid naar deze gebieden is niet alleen de aanwezigheid maar ook een goede kwaliteit van dergelijke gebieden belangrijk. Wanneer leef- en ook waterkwaliteit ontoereikend blijven, zal herstel van een voortplantende populatie van de Fint uitblijven. Net zoals bij de Elft zijn er aanknopingspunten dat *Alosa*-soorten een geleidelijke zoet-zout overgang nodig hebben voor acclimatisatie (Winter et al. 2014). Het openzetten van de Haringvlietdam op een kier zal naar verwachting weinig bijdragen aan de populatie van de Fint. Hiervoor is meer nodig, waaronder de terugkeer van estuariene dynamiek (Griffioen et al. 2017).

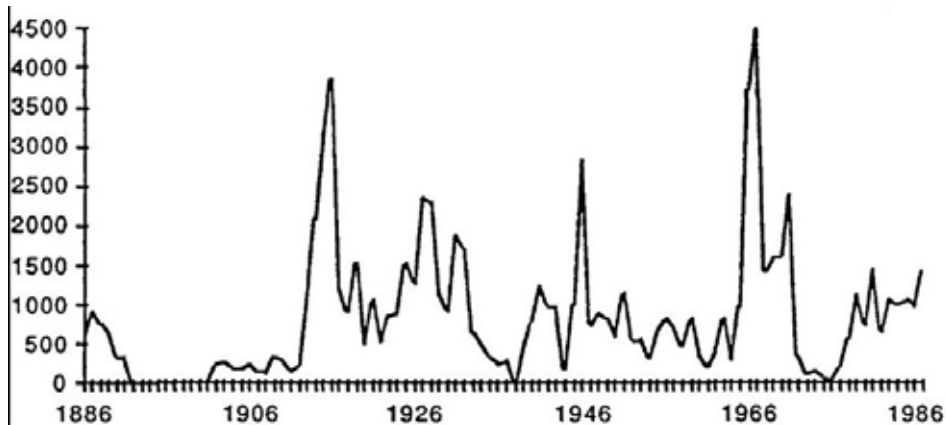


Figuur 4.55 Aanvoer van Fint (aantal) door de Nederlandse riviervisserij in de periode 1893-1950 (RIVO, Van Drimmelen 1952).



Figuur 4.56 Aanvoer van Fint (kg) van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse stromen in de periode 1946-1970 (Ministerie LNV).

Zeeforel: De Zeeforel is ook een trekvis die de zuidwestelijke delta als passeergebied gebruikt om paai- en opgroeigebieden in de bovenstroomse gedeeltes van het Rijn- en Maasgebied te bereiken, hoewel de historische aantallen in vergelijking met de Atlantische zalm gering zijn (Figuur 4.57). Het Haringvliet functioneert zowel als foerageergebied en als corridor naar hoger gelegen paaigebieden (de Maas en bovenstrooms in de Ardennen; Griffioen et al. 2017). De jaarvangsten van Zeeforel laten over de jaren heen een sterke schommeling zien. Na 1971 is een afname te zien in de jaarvangsten, maar na 1976 nemen de jaarvangsten van de soort weer toe. Het is onduidelijk of dit trekkende Zeeforellen zijn of uitgezette Beekforellen (niet migrerende individuen binnen forel populaties). Griffioen et al. (2017) geven aan dat de Zeeforel in de huidige situatie het Haringvliet deels ook al binnenkomt. Via welke route wordt echter niet gespecificeerd. De Kier zal de intrekmogelijkheden van Zeeforel verbeteren als ook het foerageerareaal voor deze soort vergroten (Griffioen et al. 2017).

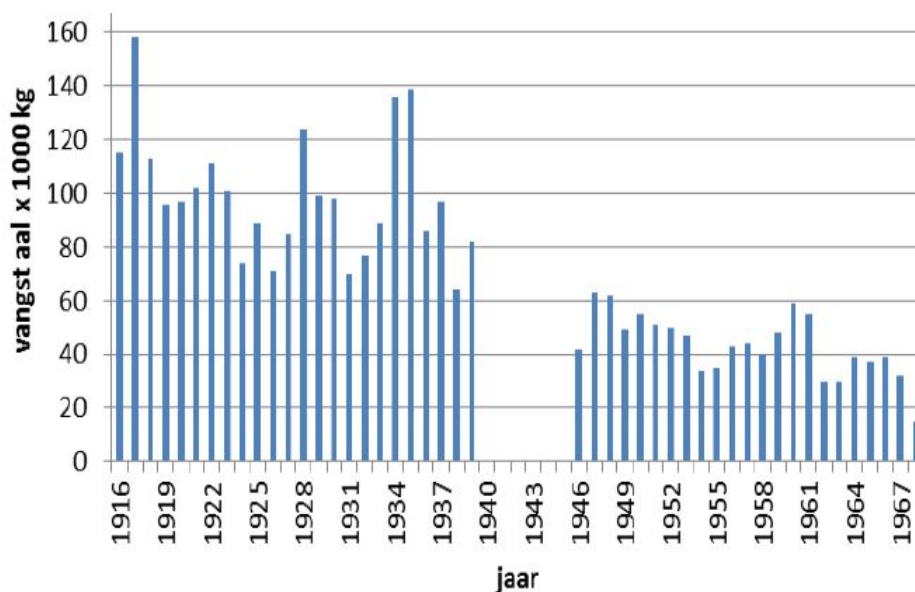


Figuur 4.57 *Vangsten van Zeeforel tussen 1886 en 1986 (Uit: De Groot 1990).*

Rivierprik: De Haringvliet zeearm was de belangrijkste migratieroute voor de Rivierprik (Quak 2016) en functioneerde voornamelijk als corridor naar hoger gelegen riviergebieden voor de paai (Griffioen et al. 2017). Aanvoer en visserijstatistieken zijn niet beschikbaar, met uitzondering van de vangsten van Rivierprik door een ankerkuilvisser in Lith (1948-1964). De vangsten van een ankerkuilvisser in Lith lieten een jaarlijkse vangst van circa 25.000 exemplaren zien voor deze periode. Door een gebrek aan gegevens is het niet mogelijk om te beoordelen in hoeverre de deltawerken van invloed zijn geweest op de soort. De volwassen Rivierprik trekt gedurende het najaar tot het vroege voorjaar de rivieren op, met een piek in december. Het Haringvliet is ook hedendaags een van de routes waarlangs volwassen Rivierprikken de rivieren optrekken, echter of er sprake is van succesvolle paai is hiermee niet verzekerd (Griffioen & Kuijs 2013). Winter et al. (2014) geven aan dat de Rivierprik niet ver het Rijn-stroomgebied indringt en het erop lijkt dat met name in de benedenstroomse delen en zijbeken gepaaid wordt. Barrières zoals sluizen, waterkrachtcentrales en dammen kunnen de bereikbaarheid van paaigronden beïnvloeden. Daarnaast dient er geschikt habitat aanwezig zijn, niet alleen om te paaien maar ook voor de larven om op te groeien (Griffioen & Kuijs 2013). Griffioen et al. (2017) concluderen dat met het instellen van de Kier intrek van rivierprik in het Haringvliet sterk zal toenemen. Daarnaast moeten er in het achterland voldoende potentiële paai- en opgroeiplaatsen zijn om ook een toename in de totale populatie te kunnen verwachten.

Paling: Historisch gezien gebruikte de Paling zowel de benedenrivieren als de bovenstroomse gedeeltes van de Rijn als opgroeigebied. De larven driften met de stroming mee in de richting van de kusten van Europa en Noord-Afrika. Eenmaal uitgegroeid tot glasaal trekken ze het zoete water binnen om op te groeien. In het Haringvliet kwam de Paling zeer abundant voor. Quak (2016) heeft de aanvoer van Paling in de Zuid-Hollandse stromen voor de periode 1916-1968 uitgezet op basis van Jaarverslagen Visserijinspectie (Figuur 4.58). Hij concludeert hieruit dat 80% van de aanvoer afkomstig was uit het Haringvliet/Hollands Diep. In de perioden 1916-1939 en 1946-1948 werden gemiddeld respectievelijk 74 ton per jaar en 23 ton per jaar aangevoerd. De daling in aanvoer lijkt vooral verband te houden met de afname in het aantal visserijbedrijven (Quak 2016). De sluiting van het Haringvliet door middel van de Haringvlietdam zorgde ervoor dat er een einde kwam aan de

kubbenvisserij op Paling. Al vanaf de jaren tachtig wordt een sterke afname in de populatie waargenomen (Dekker 2004). Verschillende factoren spelen hierin mogelijk een rol: vervuiling, visserij, klimaatverandering, migratie-barrières en exotische parasieten. In welke mate elke factor afzonderlijk verantwoordelijk is, is onbekend (Griffioen et al. 2017). Sinds 2012 wordt Paling in relatief grote aantallen gevangen (met 2.500 exemplaren 'rode aal' en 10.000 exemplaren 'schieraal' in 2015; Keeken et al. 2016). In het Haringvliet zijn gedurende de studie van Hop et al. (2016) over het algemeen Palingen over een bredere lengterange gevangen, waarbij het merendeel tussen de 40 tot circa 80 cm ligt. Hedendaags is het Haringvliet nog steeds een belangrijk gebied als opgroeigebied en als corridor voor de Paling. Schieraal trekt vanuit het Haringvliet naar zee via de Haringvlietsluizen (> 1000 m³/s spuidebiet), maar ook via het Spui en de haven van Rotterdam (Winter & Bierman 2010; Griffioen et al. 2017). Hierdoor is de verwachting dat het Kierbesluit niet veel verschil zal uitmaken voor schieraal. Voor glasaal zal het Kierbesluit naar verwachting echter wel betere intrek mogelijkheden bieden, afhankelijk van vindbaarheid en het fysiek kunnen passeren van de kier (Griffioen et al. 2017).



Figuur 4.58 Aanvoer van Paling (x 1.000 kg) van de Zuid-Hollandse stromen (1916-1968) op basis van Jaarverslagen Visserijinspectie (Quak 2016).

VOLKERAK ZOOMMEER

Het Volkerak-Zoommeer ontstaat door de realisatie van de Grevelingendam (1965), de Volkerakdam (1969), het Schelde-Rijnkanaal (1975), de Markiezaatskade (1983), de Oesterdam (1986) en de Philipsdam (1987), waarbij het gebied respectievelijk ontkoppeld wordt van de Grevelingen, het Hollands Diep en de Oosterschelde. Het gebied verandert daarbij in een stagnant zoet (tot zeer licht brak) watermeer (Ysebaert et al. 2013b).

PERIODE 1971-1990

Breukers et al. (1996) beschrijven de ontwikkeling in de visstand (op basis van stortkuilvangsten) voor de periode 1987-1994. Door verzoeting van het Volkerak-Zoommeer ontwikkelt zich in het gebied een jaar na de afsluiting een zoetwatervissengemeenschap als gevolg van instroom van vislarven vanuit het Haringvliet/Hollands Diep via de Volkeraksluizen en in mindere mate via de Dintel en Steenbergse Vliet. De eerste jaren domineren Snoekbaars en Baars. Sinds 1992 hebben Pos, Blankvoorn en Brasem zich sterk ontwikkeld en in 1994 domineren Brasem en Pos, soorten die sterk afhankelijk zijn van bodemdieren (Breukers et al. 1996).

Typische mariene vissoorten zijn uit het Volkerak-Zoommeer verdwenen na de afsluiting in 1987 (Tosserams et al. 2000). Soorten die wel nog gesignaleerd werden in het Volkerak-Zoommeer zijn het in zeer lage dichtheden, waren onder andere Haring, Diklipharder, Zeebaars, Tong, Sprot, Geep, Zandspiering, Snotolf, Paling en Bot. Dergelijke soorten kunnen mogelijk binnenkomen via de

Volkeraksluizen. Breukers et al. (1996) geven aan dat de vangsten van diadrome soorten vrij constant zijn gebleven (Aal, Bot, Driedoornige stekelbaars, Spiering, Fint, Houting, Zeeforel, Rivierprik en Zeeprik). Glasaal en Bot komen via de Krammer- en Bergsediepsluizen binnen. Daarnaast is een deel van de Bot-populatie bij het ontstaan van het Volkerak-Zoommeer ingesloten. Voor Bot signaleren Breukers et al. (1996) een afname in de vangsten (stortkuil), waarschijnlijk door afname van de ingesloten populatie en waarbij de intrek van Bot te gering is om te compenseren.

PERIODE 1991-2015

In 1995 worden in totaal 23 vissoorten gevangen (met kuil), waarvan 19 zoetwatersoorten en in 1999 21 vissoorten. De situatie in 1999 is daarmee vergelijkbaar met de situatie in 1997 (Tosserams et al. 2000). De hedendaagse visstand in het Volkerak-Zoommeer wordt gedomineerd door Brasem, gevolgd door Karper, Snoekbaars en Blankvoorn. Voor diadrome vissoorten is veelal weinig geschikt achterland aanwezig, met uitzondering van Paling en Driedoornige stekelbaars. In hoeverre de West-Brabantse beken geschikt zouden kunnen zijn voor paai en opgroei van Rivierprik is onbekend, maar behoort tot de mogelijkheden.

Macrozoöbenthos

De aanleg van de Haringvlietdam en de Volkerakdam, het sluiten van de zeegaten en het instellen van een sluisregime voor de Haringvlietsluizen heeft grote veranderingen teweeggebracht in de aard van het Rijn-Maasgebied, met als gevolg grote veranderingen in de bodemdiergemeenschappen van het zachte substraat (Wijnhoven & Hummel, 2008). Het gebied veranderde van een dynamisch zoet-zout gradiënt met veel dynamiek en getijdenwerking in meerdere statische zoetwaterbekkens met daarvoor gelegen een scherp afgescheiden brak-zoute Voordelta. Daarnaast had ook verontreiniging een groot effect op het bodemleven. Eutrofe en door verontreinigingen verslechterde condities waren gedurende de jaren 60 van vorige eeuw al waarneembaar in de rivieren en de Biesbosch. Na de aanleg van de Deltawerken volgden in de jaren zeventig van de vorige eeuw verslechterde water- en sedimentkwaliteit in Hollandsch Diep en Haringvliet (Wijnhoven & Hummel 2008). Gedurende de jaren 80 verbeterde geleidelijk de waterkwaliteit van het door de rivieren aangevoerde water.

De historische bodemdiergemeenschappen, voor de Deltawerken, laten een natuurlijke gradiënt zien van zoutwater gemeenschappen via zout-brakke gemeenschappen en brakke gemeenschappen naar zoete gemeenschappen met zeer lichte zout invloeden (Wolff 1973, zie ook open zeearmen). De gradiënt loopt van een gemeenschap in de Voordelta, naar een gemeenschap rond de toekomstige Haringvlietdam, naar een gemeenschap in Haringvliet en Hollandsch Diep, overgaand naar gemeenschappen voor de Biesbosch en de rivieren (Wijnhoven & Hummel 2008). Allen zijn gemeenschappen van een dynamisch milieu met getijslag en variaties in zoutgehalte. Volgens Wijnhoven & Hummel (2008) benaderen de bodemdiergemeenschappen uit het begin van de jaren 60 van de vorige eeuw de referentiegemeenschappen die horen bij een gradiënt van Voordelta tot en met Hollandsch Diep. Afgaande op de soortenrijkdom en de dichtheden gaat het echter wel om verarmde uitvoeringen van referentiegemeenschappen, wellicht ten gevolge van eerdere verstoringen. De gemeenschappen van de Biesbosch en de rivieren worden in de jaren 60 al wel door de aanwezigheid van verontreinigingen en nutriënten bepaald (Wijnhoven & Hummel 2008). Dit was voor de eerdergenoemde zoutere wateren minder het geval.

Door de bouw van de Haringvlietdam kwam er een einde aan het getijdenmilieu in het Haringvliet-Hollandsch Diep – Biesbosch continuüm, en verdween naast het getij ook de zoutinvloed. Intergetijdengebieden verdwenen grotendeels en de estuariene bodemdiergemeenschappen maakten plaats voor zoete bodemdiergemeenschappen. De hedendaagse gemeenschappen verschillen dan ook sterk van de historische gemeenschappen en kunnen grofweg worden opgesplitst naar twee gemeenschappen gescheiden door de Haringvlietdam. Eén van het zoute, vrij dynamische milieu met (onregelmatige) zoetwater invloeden in de Voordelta. En één van het stagnerende zoetwatermilieu, ten oosten van de Haringvlietsluizen. Het zoete milieu heeft een ontwikkeling meegemaakt van een oorspronkelijk door enkele opportunistische soorten gedomineerd systeem naar een meer divers systeem. In de eerste situatie is de soortenrijkdom en de diversiteit in het gebied laag, maar de aantallen zeer hoog. Vervolgens stabiliseert het onderwatermilieu zich, waarbij de nieuwe condities gehandhaafd blijven. Er verschijnt een nieuwe gemeenschap die het systeem overneemt en wordt gekenmerkt door een afname van de dichtheden, maar ook een toename van de soortenrijkdom en de

diversiteit (Wijnhoven & Hummel 2008). De soortensamenstelling komt grotendeels overeen met het IJsselmeer en de Veluwerandmeren. Net als in de open zeearmen en gesloten, zoute zeearmen spelen ook in de gesloten, zoete zeearmen exoten een steeds grotere rol. Goede voorbeelden hiervan zijn de opkomst van driehoeksmosselen, en in later stadium ook quagga-mosselen. Dit is bijv. ook het geval in het Volkerak-Zoommeer. Deze mosselen zijn filtreerders die de waterkolom filteren en daarmee een grote invloed kunnen hebben op de waterkwaliteit en het voedselweb.

4.2.3.3 Vogels

Voor de vogels zijn diverse waterbekkens van belang, waarbij we van noord naar zuid de volgende de revue laten passeren: Haringvliet, Volkerakmeer, Zoommeer en Markiezaat.

HARINGVLIET

Bodemdiereters

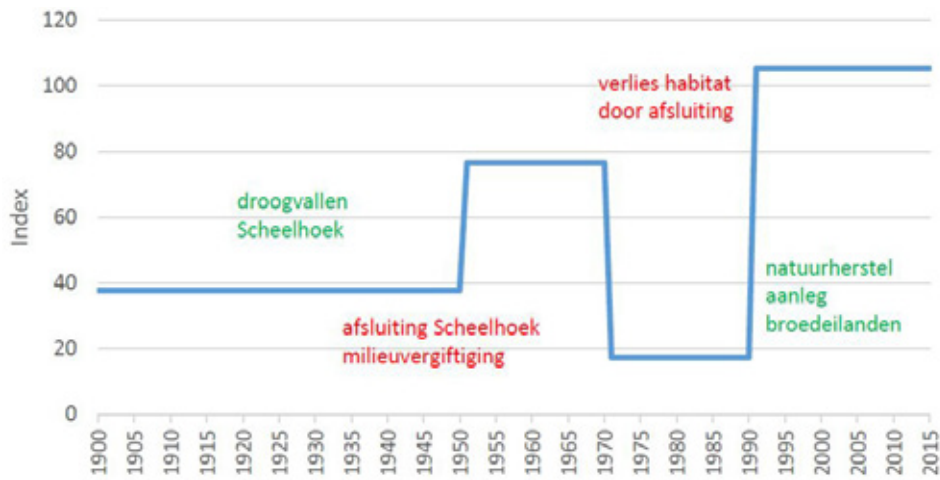
Kustbroedvogels (Figuur 4.59-4.61):

Er zijn helaas geen harde gegevens aangaande het voorkomen van substantiële aantallen bodemdieretende kustbroedvogels in het Haringvliet vóór 1900, derhalve kunnen hierover geen steekhoudende uitspraken worden gedaan. Met de ontwikkeling van de Scheelhoek kwam daar verandering in; deze plaat was tussen 1930 en 1960 van groot belang voor kustbroedvogels als Strandplevier, Kluut en Kokmeeuw. De Kluut was van deze wellicht de meest kenmerkende bodemdieretende steltloper, met in de nazomer geregeld enkele duizenden en maximaal circa 7.000 exemplaren. Een andere karakteristieke soort was de Bergeend (geregeld enkele duizenden in nazomer/najaar, vooral foeragerend op Wadslakjes en jonge Zeeduizendpoot). Vegetatiesuccessie, milieuvergiftiging en het verlies aan dynamiek door de afsluiting van het gebied leidde in de jaren zestig en zeventig tot een forse terugval van alle soorten kustbroedvogels. Alleen plaatselijk leidde de uitvoering van de Deltawerken tot een tijdelijke opleving van soorten als Strandplevier en Kokmeeuw, met name op de Hellegatsdam in de jaren zeventig. Met de afronding en inrichting van de nieuwe dammen verdwenen de kustbroedvogels hier weer uit beeld. Een groot deel van de jaren zeventig en tachtig waren kustbroedvogels in het Haringvliet erg schaars. Kleine aantallen Kluten en plevieren broedden op de grasgorzen, een situatie die nog altijd voortduurt. Meer kansen boden enkele na de afsluiting in 1970 drooggevallen platen. Dit gold in het bijzonder de midden in het bekken gelegen Slijkplaat, al moest er wel een zandopspuiting (in 1986) aan te pas komen om de kansen voor kustbroedvogels te vergroten. Door verruiging en afslag verminderde het belang van de Slijkplaat snel, maar een tweede zandopspuiting in 1996 en een op kustvogels gericht beheer deden de kansen keren. Naast de eerdergenoemde soorten vestigden zich nu ook flinke aantallen Zwartkopmeeuwen.

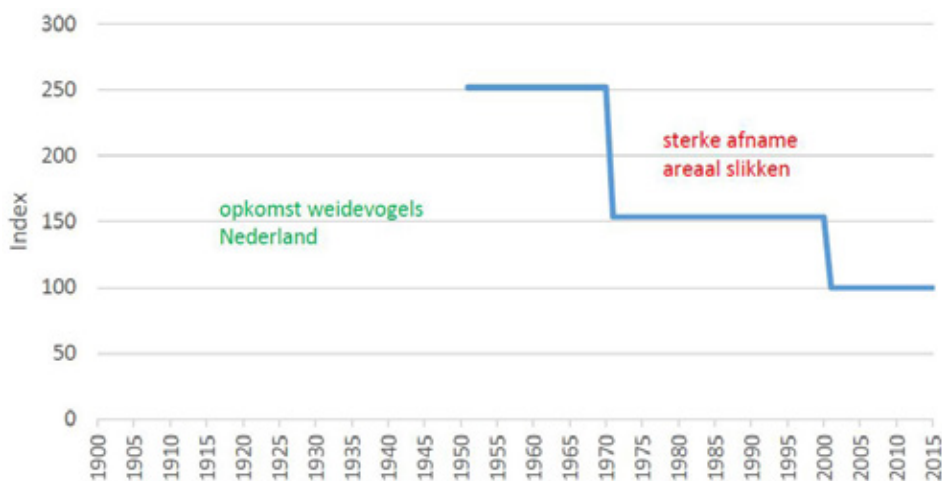
Met de aanleg van een reeks van eilanden voor de Scheelhoek (1995) en op de Ventjager (1998 en 2003) namen de kansen voor kustbroedvogels weer toe. Tussen 2000-2015 leidde dit tot fikse populaties van Zwartkopmeeuw en Kokmeeuw en redelijk wat Kluten, Bontbekplevieren en Kleine Mantelmeeuwen. Veel meeuwen foerageren grotendeels in de monding van het Haringvliet of wat verder op zee. De Strandplevier is na een kleine opleving rond 2000 als broedvogel verdwenen. Na 2000 daalt het percentage van de bodemdiereters in het oostelijke deel van het bekken sneller dan in het westen; een indicatie dat de waarde van de Ventjagersplaten op dit vlak is afgenomen.

De op benthos duikende eenden maakten een omgekeerde ontwikkeling door. Zoutwater-mijdende soorten als Kuifeend en Tafeleend verschenen in groten getale. Ze profiteerden in de jaren zeventig van de opkomst van driehoeksmossel, maar deze soorten lijken het gebied deels alleen als rustgebied te gebruiken (vogels die foerageren in de omliggende verzoete bekkens). Hoewel de laatste jaren minder het geval kunnen Kuifeenden met meer dan 10.000 vogels in het gebied voorkomen. De Tafeleend kende een spectaculaire opkomst begin jaren zeventig, met maxima boven de 10.000 vogels in het najaar. Het heeft er alle schijn van dat deze vogels foerageerden in de zeegrasvelden van de Grevelingen; toen die verdwenen stortte de stand van deze soort in. Bij het huidige beheer van het Haringvliet zullen soorten van intergetijdengebieden hooguit profiteren van natuurontwikkeling (aanleg ondiepe geulen met slikranden en ondiep water). Zoetwater-prefererende soorten als Kuif- en Tafeleend zullen vermoedelijk wat afnemen als delen van het Haringvliet verzilten bij uitvoering van het Kierbesluit.

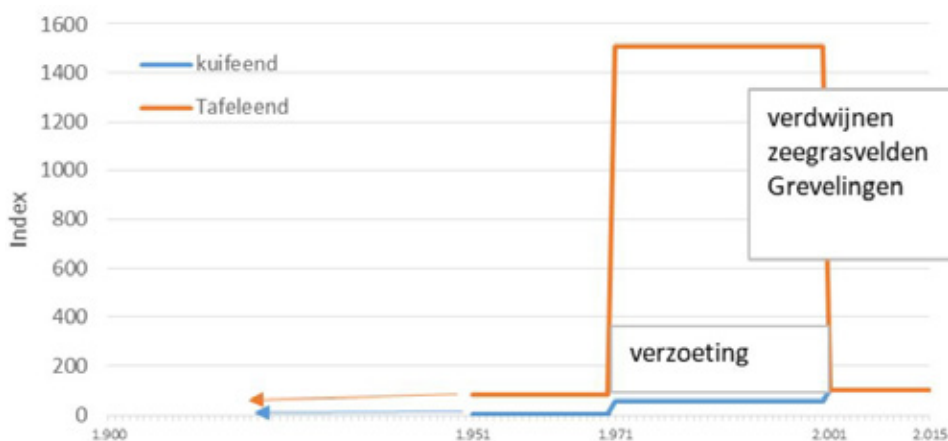
Bijna een halve eeuw na de afsluiting heeft het Haringvliet zijn waarde voor kustbroedvogels zeker niet verloren, maar er zijn gerichte inrichting- en beheermaatregelen nodig om die waarden te handhaven. Vooral het behoud van openheid in het huidige stagnante bekken is een probleem, evenals het tegengaan van nest- en eierpredatie door grondpredatoren.



Figuur 4.59 Trends in het aantal bodemdieretende kustbroedvogels van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.



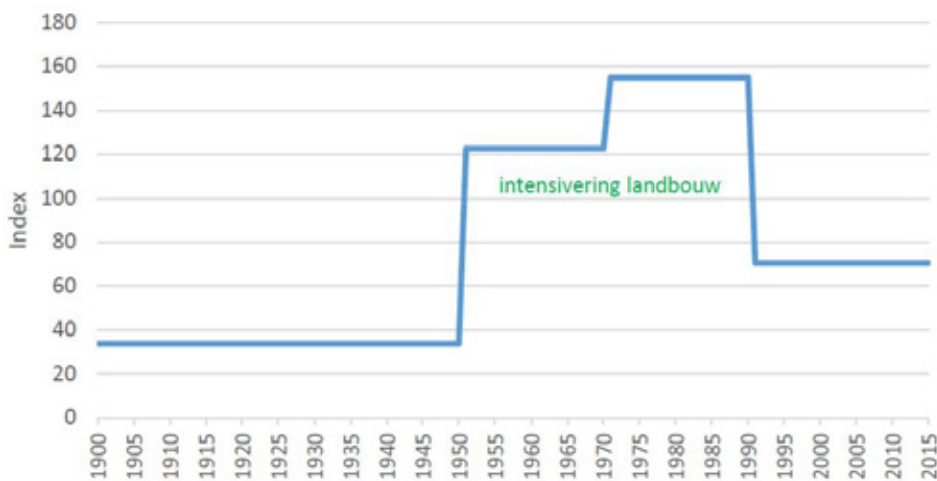
Figuur 4.60 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwintelaars van het Haringvliet tussen (1900) 1950 en 2015.



Figuur 4.61 Trends in het aantal bodemdieretende duikeenden geïllustreerd aan de hand van de Kuifeend en de Tafeleend van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

Weidevogels (Figuur 4.62):

De grasgorzen rond het Haringvliet zijn traditioneel goede broedgebieden voor weidevogels, met lange tijd Tureluur en Kemphaan als positieve uitschieters. De Tureluur was in de jaren zestig op veel van de hobbelige extensieve graslanden erg talrijk, terwijl op diverse gorzen territoriale Kemphanen gemeld werden. Veel weidevogels namen kort na de afsluiting in 1970 af. Het scheuren van grasgorzen en andere cultuurtechnische maatregelen, verruiging en verdroging speelden daarbij een grote rol. Eind jaren zeventig deden veel weidevogels het weer wat beter. Dankzij het tegengaan van verruiging in een aantal terreinen en later ook het terugdraaien van het scheuren en 'verbeteren' van grasgorzen (o.a. in de Beningerwaard) zette deze trend door. Helaas kon de Kemphaan het niet meer bolwerken; deze inmiddels in Nederland bijna uitgestorven broedvogel verdween omstreeks de eeuwwisseling als broedvogel uit het Haringvliet. Toch bleven terreinen als 's Lands Bekade Gorzen, de Westplaat Buitengronden en veel ander gorzen van grote betekenis voor weidevogels. Het verdwijnen van het voor sommige weidevogels geschikte brakke milieu kon echter niet teniet worden gedaan. Sinds circa 2010 is weer sprake van afname, vooral bij steltlopers als Kievit en Grutto. Dit zal deels van doen hebben met de landelijke negatieve trend, niet duidelijk is in hoeverre specifieke lokale problemen een rol spelen. Al met al lijkt voor weidevogels alleen een kans op behoud en herstel door het instellen van weidevogelreservaten; bij het vigerende agrarische gebruik zullen deze uitsterven of afnemen tot marginale aantallen. De grasgorzen langs het Haringvliet zijn van belang voor de Kievit; de vroeger algemene Goudplevier is afgenomen.

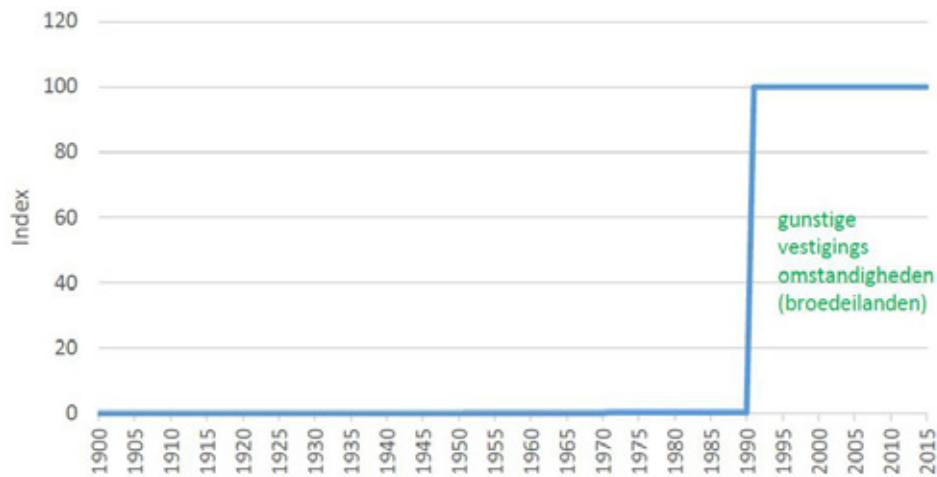


Figuur 4.62 Trends in het aantal bodemdieretende weidevogels van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

Plantenetters

Broedvogels (Figuur 4.63):

De ganzen vonden ideale omstandigheden in het verzoete Haringvliet met vele broedeilanden en oevereilanden. In 1989 vestigde zich het eerste broedpaar Brandganzen op de Slijkplaat. De aantallen daar groeiden spectaculair tot 1.593 paar in 2006. Sindsdien zijn de aantallen er afgenomen, maar heeft de soort zich wel verspreid over het grote delen van het bekken. De aantallen zijn recent gestabiliseerd. De Grauwe Gans vestigde zich begin jaren zeventig al in het Haringvliet, door introductie. De soort heeft zich inmiddels over het hele bekken verspreid en broedaantallen in de grootte van 1.000 paar lijken aannemelijk. Ook deze lijkt zich recent te hebben gestabiliseerd. Voor deze soorten lijken de condities in het gebied, ook bij enige verzilting door uitvoering van het Kierbesluit, gunstig te blijven. Voorziene natuurontwikkelingsprojecten bieden verder volop kansen.



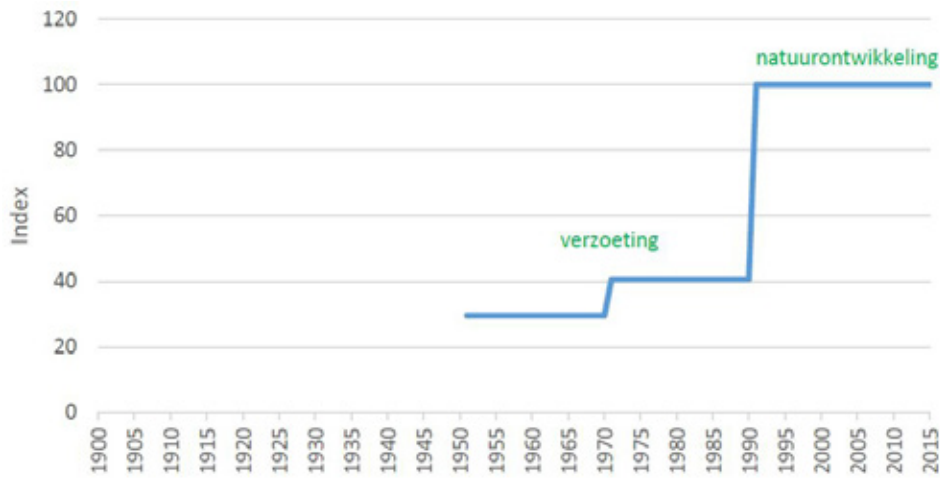
Figuur 4.63 Trends in het aantal plantenetende broedvogels (ganzen) van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers/overwintelaars (Figuur 4.64):

In de jaren zestig gold het Haringvliet samen met het Hollands Diep als de belangrijkste pleisterplaats voor Grauwe Gans (enige duizenden vogels) in verband met de grote arealen biezenvelden. Deze namen af na de afsluiting, maar toen nam het belang van de graslanden toe waarvan het areaal toenam. Bovendien nam de bronpopulatie toe. Hetzelfde geldt voor de Brandganzen, waarvoor het Haringvliet ook in de jaren zestig al van belang was (duizenden exemplaren) door de gunstige combinatie van foerageergebieden en slaapplekken (bijv. Slijkplaat). In recente jaren kunnen zelfs meer dan 20.000 Brandganzen in het bekken gezien worden. Knobbelzwanen waren voor 1970 zeldzaam in het Haringvliet, maar namen sindsdien geleidelijk toe, en sinds de jaren 2000 sterk. Krakeenden waren vóór 1970 een zeldzaamheid in het Haringvliet, maar namen sindsdien sterk toe en tegenwoordig is het Haringvliet een van de belangrijkste pleisterplaatsen voor deze soort in Nederland, met maxima in het najaar tot 15.000 vogels.

Plantenetters van pionieromstandigheden laten een wat ander beeld zien. De Wintertaling was in de jaren zestig zeer algemeen op de Ventjagersplaten met 10.000-20.000 vogels. Het belang van dit gebied nam af na de afsluiting van het Haringvliet. De soort beleeft sinds kort een opleving met recordaantallen door de grootschalige natuurontwikkeling op Tiengemetten. De Pijlstaart was voor de afsluiting talrijk (duizenden vogels) op de brakke slikken en in de biezen en nam daarom sterk af na de afsluiting. Recent heeft de natuurontwikkeling op Tiengemetten voor enige opleving gezorgd.

De vooruitzichten voor de plantenetende doortrekkers en overwintelaars in het Haringvliet zijn in het algemeen vrij gunstig. Enig verzilting zal ten koste gaan van de zoetwater-prefererende Krakeend, maar kan de omstandigheden voor soorten van pioniersituaties, Wintertaling en Pijlstaart verder verbeteren. Ook de nog voorzien natuurontwikkeling zal deze soorten ten goede komen.

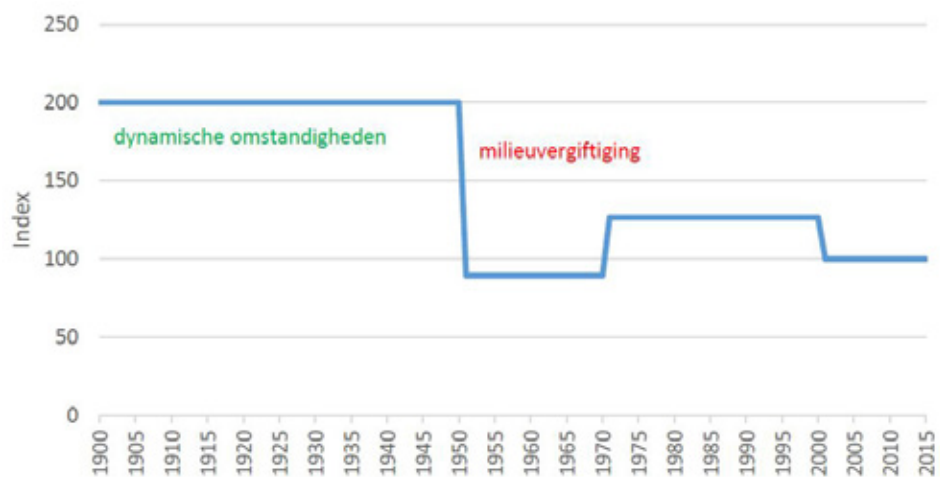


Figuur 4.64 Trends in het aantal plantenetende doortrekkers en overwinteraars van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

Roofvogels

Broedvogels (Figuur 4.65):

Van de schaarsere roofvogels is de Bruine Kiekendief op de oeverlanden vertegenwoordigd als broedvogel, met recent een kleine 20 paar. De soort tolereert enig moerasverruiging en werd dus niet al te hard geraakt door de afsluiting van het Haringvliet. De soort kende een dip in de jaren vijftig en zestig die aan de milieuvergiftiging kan worden gerelateerd. Het gebied is nog niet bezet door Slechtvalk (broedt er vlak buiten) en Zeearend, maar dit lijkt kwestie van tijd. De soort overwintert in toenemende mate in het Haringvliet en heeft geprofiteerd van de recente natuurontwikkeling. De Velduil is recent niet meer in het gebied waargenomen, maar was voor de afsluiting vermoedelijk regelmatige broedvogel in kleine aantallen.



Figuur 4.65 Trends in het aantal broedende roofvogels van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

Viseters

Broedvogels (Figuur 4.66.1 en 4.66.2):

Voor de Visdief, Dwergstern en Grote Stern vormde de Scheelhoek sinds het ontstaan in de jaren twintig het voornaamste broedgebied in het Haringvliet tot de afsluiting in de jaren zestig. De aantallen fluctueerden weliswaar in die periode maar waren vaak substantieel, met enige duizenden broedparen van Visdief en Grote Stern en enige honderden van Dwergstern. De soorten leden al onder de milieuvergiftiging in de jaren vijftig en zestig. Na de afsluiting van het Haringvliet

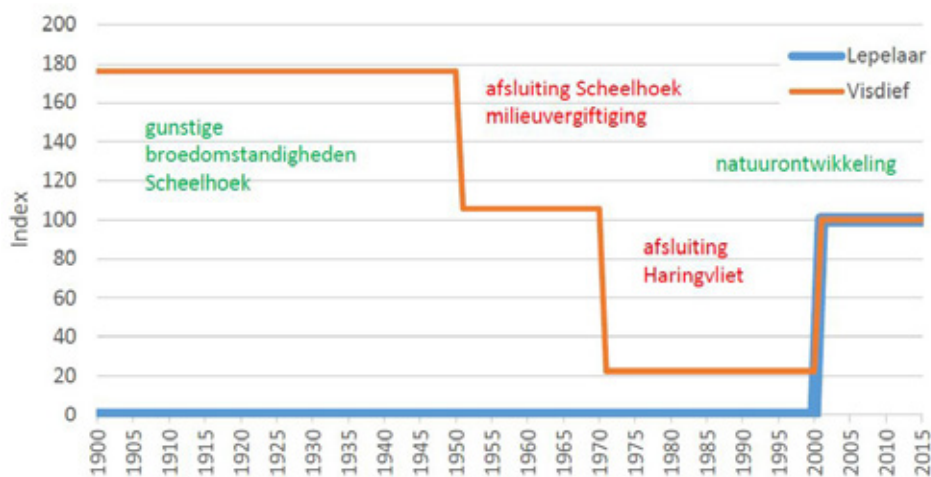
kelderden de aantallen, en de Grote Stern verdween zelfs tijdelijk als broedvogel. Herstel trad op in de jaren negentig ten gevolge van de aanleg van diverse broedeilanden. De Grote Stern keerde in de jaren 2000 pas terug, maar kende recente topaantallen met meer dan 3.000 paar.

Drie andere viseters, Lepelaar, Middelste Zaagbek en Kleine Mantelmeeuw, zijn relatief recente broedvogels van het Haringvliet, alle van na de jaren zeventig. De Middelste Zaagbek is toegenomen tot zo'n 20 paar in 2015, waar mee het Haringvliet een van de belangrijkste broedgebieden voor deze soort in Nederland is. De Lepelaar verscheen vanaf 2006 op de Ventjagersplaten en is toegenomen tot 72 paar in 2015. Ook de Kleine Mantelmeeuw is een recente verschijning, vanaf 2008. Recent zijn de aantallen stabiel rond de 2.000 paar. Bij deze soorten speelt een combinatie van gunstige vestigingsomstandigheden (broedeilanden), in combinatie met goede foerageeromstandigheden en vooral ook een op een grotere schaal expanderende populatie.

De vooruitzichten voor de visetende broedvogels van het Haringvliet lijken al met al tamelijk gunstig. De meest zullen profiteren van enige verzilting door uitvoering van het Kierbesluit en een daarmee voorziene verbetering van het visaanbod. Voor de op kale of schaar begroeide grond broedende sterns is beheer of het periodiek creëren van broedeilanden nodig.



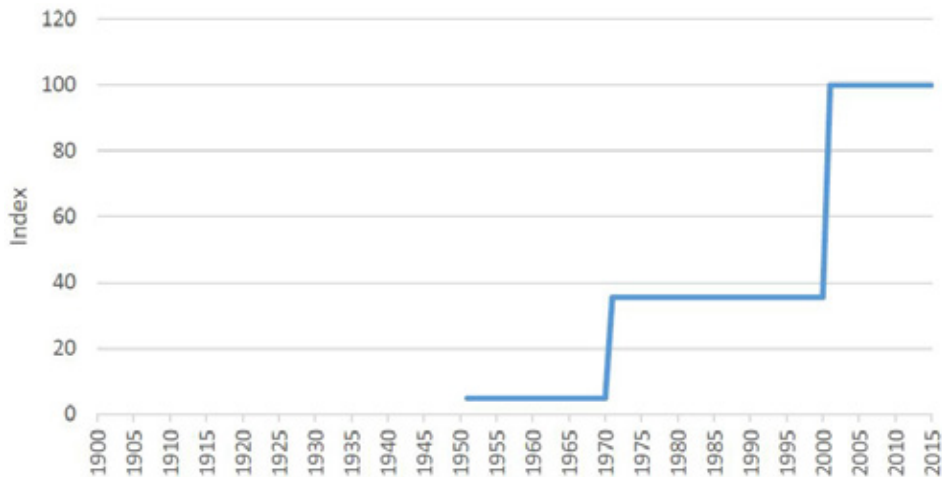
Figuur 4.66.1 Trends in het aantal visetende broedvogels van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.



Figuur 4.66.2 Trends in het aantal visetende broedvogels geïllustreerd voor Lepelaar en Visdief van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.66.3)

Futen namen sterk toe in de jaren na de afsluiting van het Haringvliet tot maxima van bijna 1000 vogels. Daarna vielen de aantallen terug tot een sterke toename optrad na 2007 en maxima van meer dan 500 vogels worden bereikt. Andere futensoorten, Dodaars en Geoorde Fuut komen in aantallen van enige tientallen voor en zijn toegenomen. Dit positieve beeld geldt ook voor meeste andere soorten, zoals de Middelste Zaagbek die met enigen honderden paren in het gebied voorkomt en twee soorten die in het ondiep water langs de oevers foerageren: Lepelaar met recent een maximum van meer dan 400 vogels en Kleine Zilverreiger, tot enige tientallen. De vooruitzichten voor deze viseters lijken tamelijk gunstig bij de voorziene vergroting van het visaanbod en bij uitvoering van het Kierbesluit.



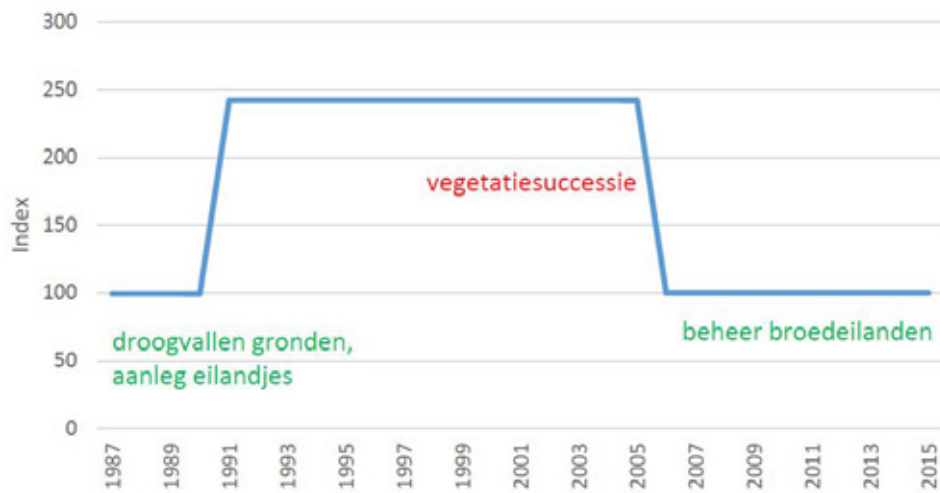
Figuur 4.66.3 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinteraars van het Haringvliet tussen 1900 en 2015.

VOLKERAKMEER

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.67):

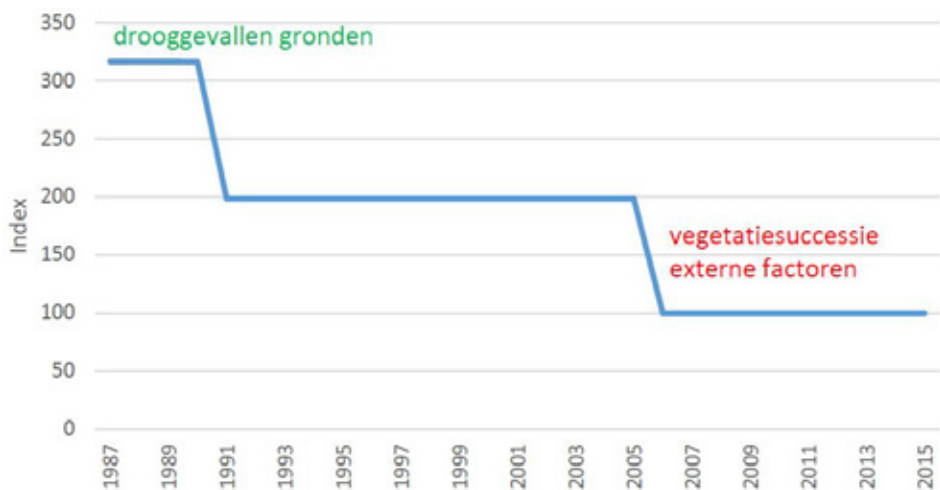
Dit voedselgilde wordt in het Volkerak vooral vertegenwoordigd door steltlopers en meeuwen, bodembroeders van kale grond of korte vegetatie. Het aanbod en de kwaliteit van dit nesthabitat is vooral sturend voor hun aantallen en hier doet de voortschrijdende vegetatiesuccessie zich gelden. Typische pioniersoorten als Bontbekplevier en Strandplevier – beide soorten van de Rode Lijst – hebben het tegenwoordig zeer moeilijk in het gebied en zijn er op enkele paartjes na verdwenen. De Kluut weet zich de laatste jaren er met ruim 100 paar te handhaven, maar dit is een fractie van de aantallen van rond de 1.000 paar van begin jaren 2000. Meeuwen tolereren wat meer begroeid habitat en weten zich goed in het gebied te handhaven met bijvoorbeeld tot meer dan 100 paar Zwartkopmeeuwen. De drooggevallen gronden, zoals de Slikken van de Heen en de Krammerse Slikken, werden gekoloniseerd door 'weidevogels', die er eind jaren negentig piekten (vermoedelijk waren de voor die tijd aanwezige schorren al bezet door Scholekster en Tureluur). Sindsdien zijn de aantallen teruggelopen, maar zijn ze nog wel aanwezig, inclusief de Rode Lijstsoorten Grutto en Tureluur. De terugval kan te maken hebben met de verstruweling van delen van de buitendijkse gronden, maar ook speelt de komst van predatoren ongetwijfeld een rol. Directe landbouweffecten spelen hier niet: het graslandgebied Sint Antoniegroen wordt beheerd als weidevogelreservaat.



Figuur 4.67 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.68 en 4.69):

De aantallen steltlopers zitten sinds de afsluiting vanzelfsprekend op een laag niveau. Soorten als Kievit en Goudplevier (Rode Lijst doortrekkers/overwinteraars), die ook op wat drogere kale gronden uit de voeten kunnen, hebben geprofiteerd van de tijdelijke beschikbaarheid van grote arealen hiervan. Aantallen van beide soorten konden toen in de wintermaanden een niveau van meer dan 5.000 vogels bereiken. Vermoedelijk onder invloed van vegetatiesuccessie en in het geval van de Kievit de gebiedsoverstijgende populatieafname ten gevolge van de landbouw zijn de aantallen teruggelopen. De op bodemdieren duikende eenden hebben geprofiteerd van de afsluiting (verzoeting) en het beschikbaar komen van grote bestanden prooidieren in de vorm van Driehoeksmosselen en (meer recent) Quaggamosselen. Met name Kuifeend komt in grote aantallen voor in het gebied, tot meer dan 20.000 vogels in de nazomer.



Figuur 4.68 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinteraars van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.

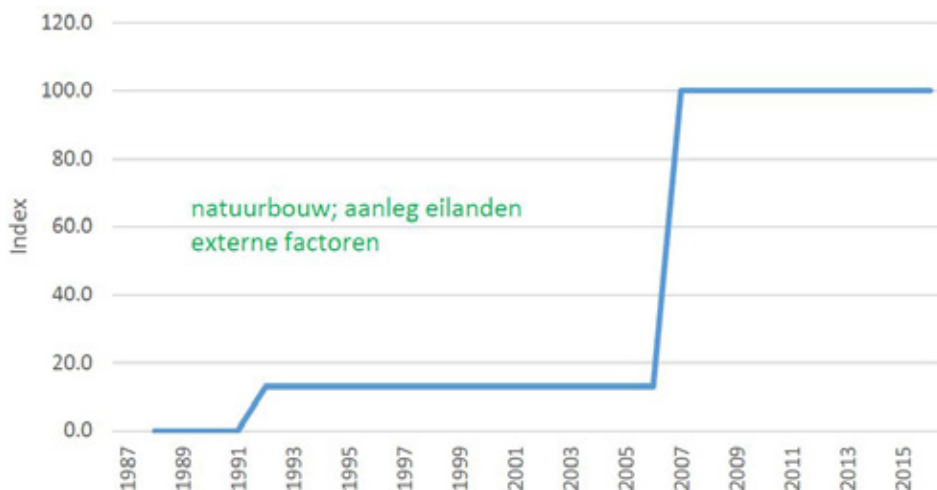


Figuur 4.69 Trends in het aantal bodemdieretende duikeenden geïllustreerd aan het seizoensgemiddelde van Kuifeend en Tafeleend van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.

Planteneters

Broedvogels (Figuur 4.70):

Zowel de Grauwe Gans als de Brandgans hebben het Volkerakmeer begin jaren negentig gekoloniseerd. Vooral laatstgenoemde heeft een spectaculaire ontwikkeling doorgemaakt met vermoedelijk zeker 3.000 broedparen in recente jaren. Ze broeden verspreid over het gebied, de belangrijkste kolonies met elk honderden paren liggen op de Hellegatsplaten, Noordplaat en op het eiland bij de krib west van de Volkeraksluizen. De Grauwe Gans steekt hierbij bescheiden af met vermoedelijk zo'n 200 paren in het hele gebied. De gunstige vestigingsomstandigheden met de aanleg van (predatorvrije) eilandjes hebben aan de toename bijgedragen en het past in het gebiedsoverstijgende beeld van expansie van de populatie.

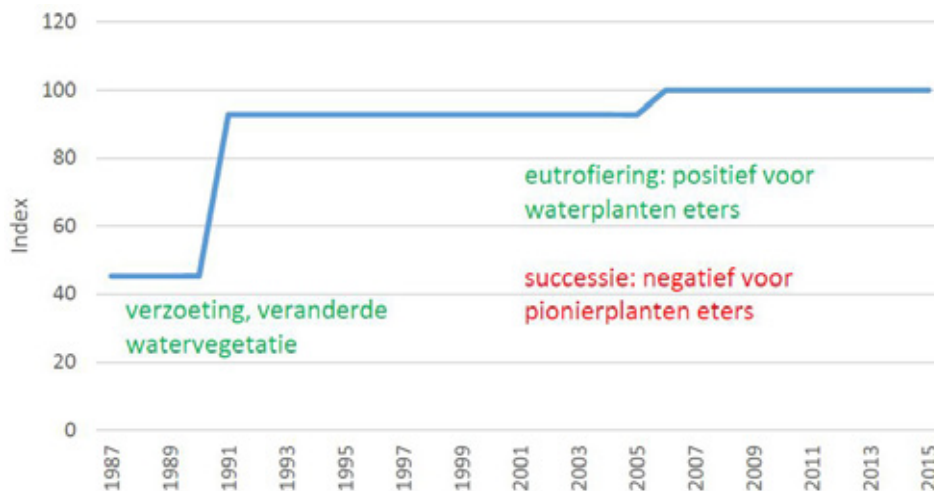


Figuur 4.70 Trends in het aantal plantenetende broedvogels (ganzen) van het Volkerakmeer tussen 1990 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.71):

Ook voor de doortrekkende en overwinterende planteneters ontstonden er gunstige omstandigheden na de afsluiting. Al gauw stabiliseerden de aantallen maar er is een voortdurende toename van soorten die profiteren van de eutrofiëring en daarmee vergroting aanbod waterplanten en algen. Naast ganzen en Knobbelzwaan springt de spectaculaire toename van de Krakeend in het oog. Van deze soort zijn recent al bijna 8.000 vogels geteld in de nazomer. Daarentegen laten de soorten van pioniervegetatie en zaden (Wintertaling, Pijlstaart) de laatste jaren wat lagere aantallen zien. Ook een

soort als de Smient is afgenomen, wat past in het gebiedsoverstijgende beeld van afname bij deze soort. Seizoensmaxima van meer dan 10.000 vogels worden sinds 2000 nauwelijks nog vastgesteld.



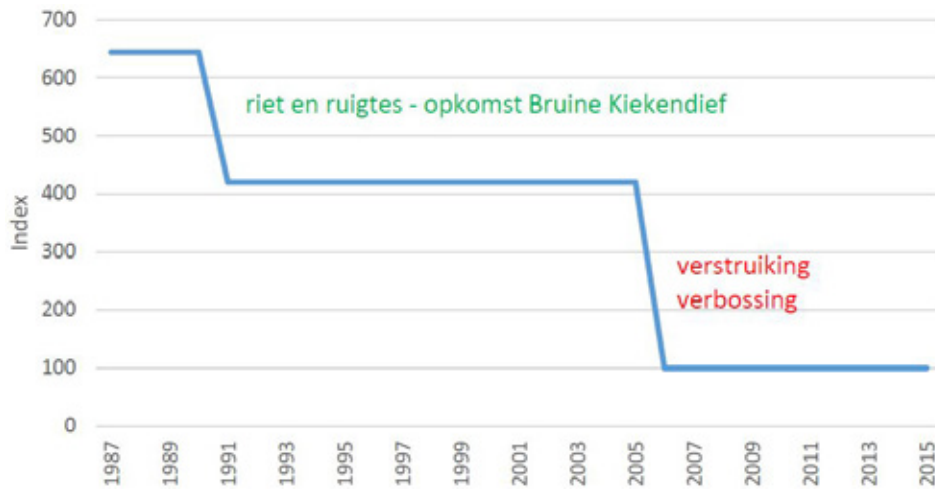
Figuur 4.71 Trends in het aantal plantenetende doortrekkers-overwinteraars van het Volkerakmeer tussen 1900 en 2015.

Roofvogels en viseters

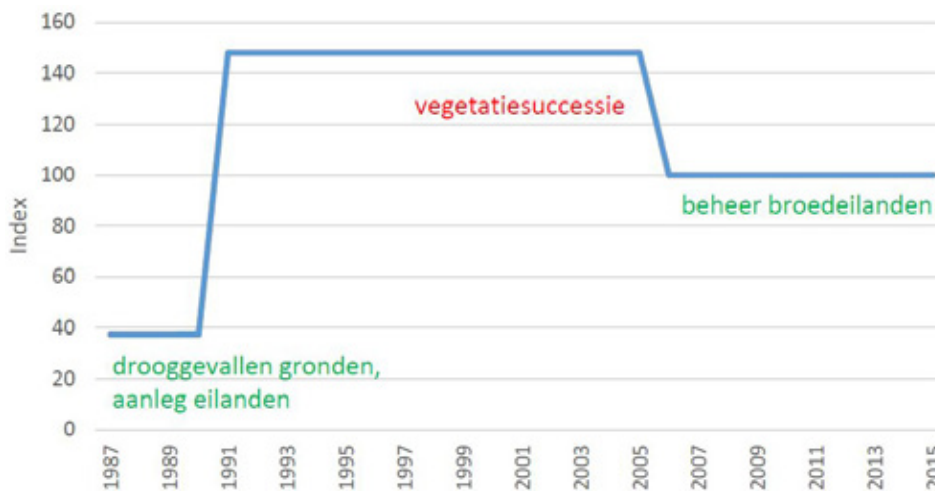
Broedvogels (Figuur 4.72-4.74):

De eerste jaren na de afsluiting waren gunstig voor Velduil, een snelle kolonisator van pionieromstandigheden met in sommige jaren drie paar. Na 1994 is deze soort niet meer in het gebied vastgesteld als broedvogel. Enkele jaren na de afsluiting kwam de Bruine Kiekendief op en de populatie groeide in de jaren negentig onder invloed van het ontstaan van arealen rietland en ruigte tot 13 paar. In de jaren 2000 ging het snel bergafwaarts onder invloed van de voortschrijdende vegetatiesuccessie en broeden nog slechts één tot enkele paartjes in het gebied.

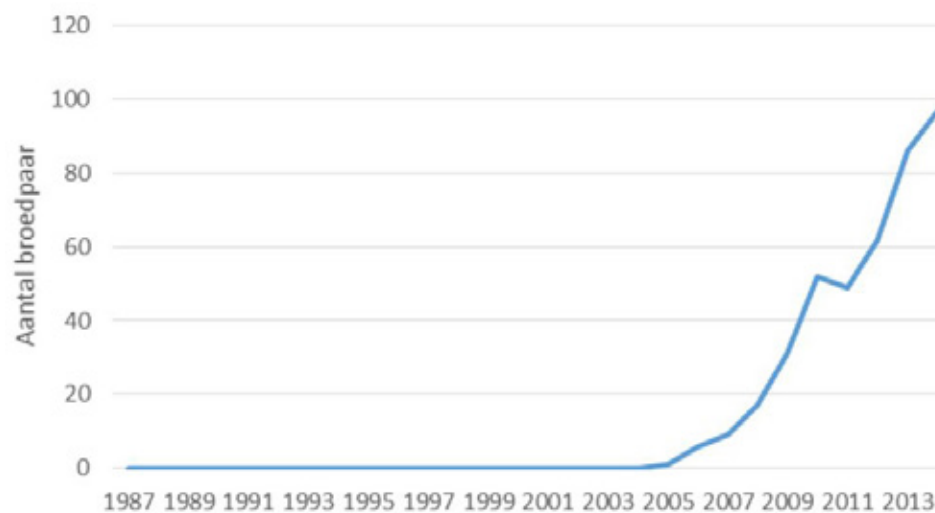
Het voedselgilde van de viseters was voor de afsluiting niet of nauwelijks vertegenwoordigd in het Volkerakmeer. Broedgelegenheid is hier vooral bepalend voor het lokale voorkomen van sterns en meeuwen. Ze koloniseerden de drooggevallen gronden die aanvankelijk spaarzaam begroeid waren en de aangelegde eilandjes. In de jaren 2000 kwam er een kentering die toegeschreven kan worden aan de voortschrijdende vegetatiesuccessie. Dwergstern en Visdief (beide Rode Lijstsoorten), de meest uitgesproken pioniers, bezetten het gebied meteen na de afsluiting en de aantallen piekten medio jaren negentig met respectievelijk 154 en 786 broedparen. Daarna liepen de aantallen terug en de laatste 15 jaar is de Dwergstern een onregelmatige broedvogel in het gebied en gaat het tegenwoordig bij de Visdief om nog hooguit enkele tientallen broedparen. De Kleine Mantelmeeuwen prefereren wat meer begroeiing op de broedplaatsen en kwamen zodoende later, vanaf het begin van de jaren negentig in het gebied tot broeden. De aantallen namen snel toe tot meer dan 1.200 paar in het begin van de jaren 2000. De laatste tien jaar liggen de aantallen op een wat lager niveau: 500-700 paar. Sommige broedeilanden worden tegenwoordig beheerd om ze geschikt te houden voor kustbroedvogels. De komst van predatoren als de Vos kan een additionele drukfactor vormen. Lepelaars hebben het gebied in 2006 gekoloniseerd en namen vervolgens geleidelijk toe tot 97 paar in 2015. Ze broeden alle op het Slaakeiland nabij de Philipsdam. Dit past in het landelijke beeld van uitbreiding. De aanleg van vooroevers met daarachter ondiep water is gunstig voor deze soort geweest, omdat dit goede foeragegebieden vormen.



Figuur 4.72 Trends in het aantal broedende roofvogels van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.



Figuur 4.73 Trends in het aantal visetende broedvogels van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.



Figuur 4.74 Trends in het aantal broedende Lepelaars van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.

Doortrekkers-overwinteraars (Figuur 4.75):

Deze zijn sinds de afsluiting geleidelijk toegenomen; een toename die zich bij alle soorten van dit gilde afspeelt. De talrijkste soorten zijn Fuut, waarvan er in de nazomer/herfst tot meer dan 4.000 exemplaren in het gebied aanwezig kunnen zijn, en de Middelste Zaagbek met piekaantallen tot bijna 1.500 exemplaren in het najaar. De laatste jaren is de Geoorde Fuut sterk opgekomen met piekaantallen van meer dan 500 exemplaren in het najaar. Ook de Kuifduiker manifesteert zich met maxima van bijna 80 exemplaren in het gebied. In ieder geval van de jaren negentig is bekend dat de biomassa vis in het Volkerakmeer is toegenomen. Relatief nieuw is het voorkomen van Kleine Zilverreigers, vooral in de nazomer met tot bijna 40 exemplaren. Deze soort profiteert net als de Lepelaars van gunstige foerageeromstandigheden in ondiep water achter vooroeververdedigingen. Daarnaast wordt het voorkomen van deze soort ook gestuurd door de klimaatveranderingen. In de nazomer pleisteren stevast een of enkele Visarenden in het gebied, eenmaal zijn vijf exemplaren vastgesteld.



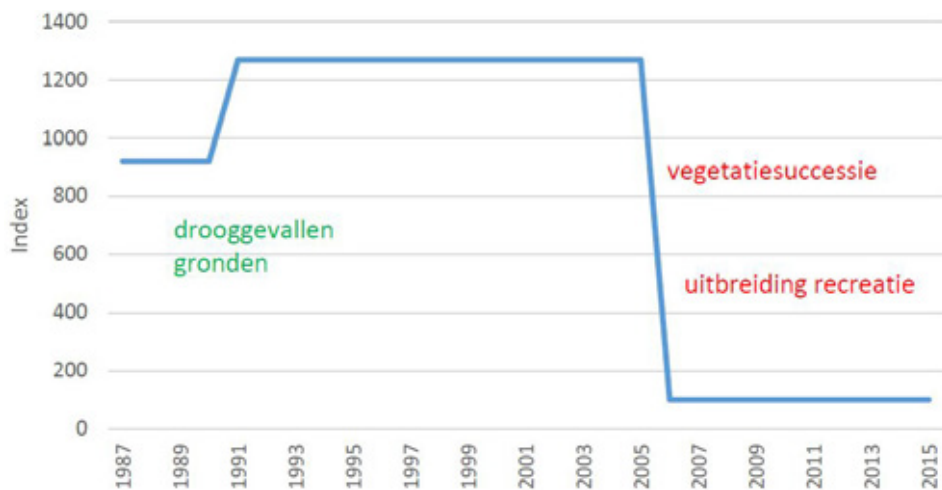
Figuur 4.75 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinteraars van het Volkerakmeer tussen 1987 en 2015.

ZOOMMEER

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.76):

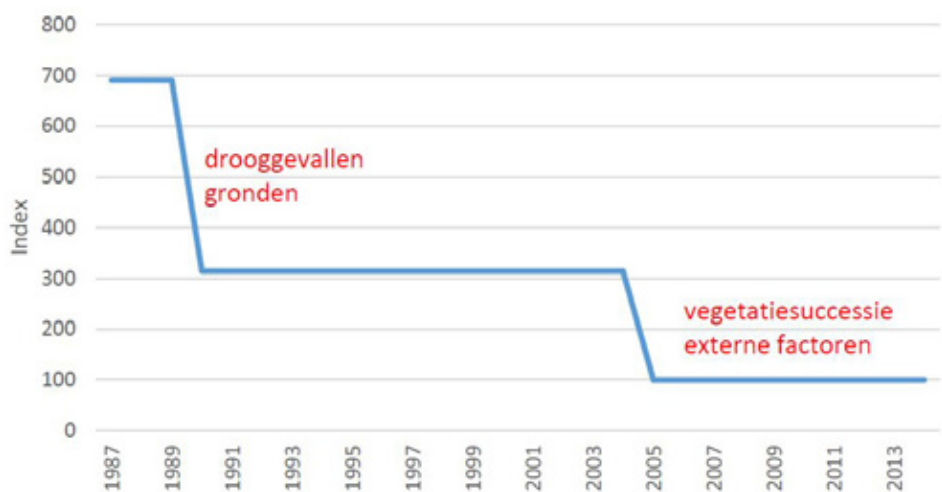
Net als in het Volkerakmeer werden de drooggevallen platen al snel na afsluiting interessant voor pioniersoorten; met name gold dit voor de Prinsesseplaat. Zo broedden er eind jaren tachtig bijna 30 paar Strandplevieren (Rode Lijstsoort), 20 paar Bontbekplevieren (eveneens Rode Lijstsoort) en 467 paar Kluten. Dit is verleden tijd; sinds 2014 ontbreken deze soorten hier als broedvogel. Ook het voorkomen van sterns en de meeste meeuwen is beperkt; het gebied is alleen nog enigszins van belang voor Zilvermeeuw, waarvan er in 2015 nog 107 paar in het gebied huisden. Van verspreid broedende bodemdiereters als Bergeend, Tureluur (Rode Lijstsoort), Kievit en Scholekster kwamen in de jaren negentig enige tientallen paren in het gebied tot broeden. Dat zijn er tegenwoordig stukken minder. Oorzaken voor deze veranderingen liggen in de vegetatiesuccessie en op de Speelmansplaten de uitbreiding van recreatiefaciliteiten. Op de Prinsesseplaat speelt naast de vegetatiesuccessie tevens de predatie door grondpredatoren een rol.



Figuur 4.76 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van het Zoommeer tussen 1987 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.77):

De aantallen van doortrekkende en overwinterende bodemdiereters zijn veel kleiner dan die in het Volkerakmeer maar de ontwikkelingen gingen analoog. Na de afsluiting namen de wadvogels sterk af ten gevolge van het verdwijnen van de intergetijdenslikken. Het gaat tegenwoordig om marginale aantallen. De meeste benthosetende eenden, met name Kuifeenden, hadden hun grootste aantallen al in de jaren vlak na de afsluiting met seizoensmaxima van enige duizenden (tegenwoordig enige honderden). Dit beeld wijkt wat af van dat voor het Volkerakmeer, waar de soort stabiel is. Een verklaring voor de afname is er niet.

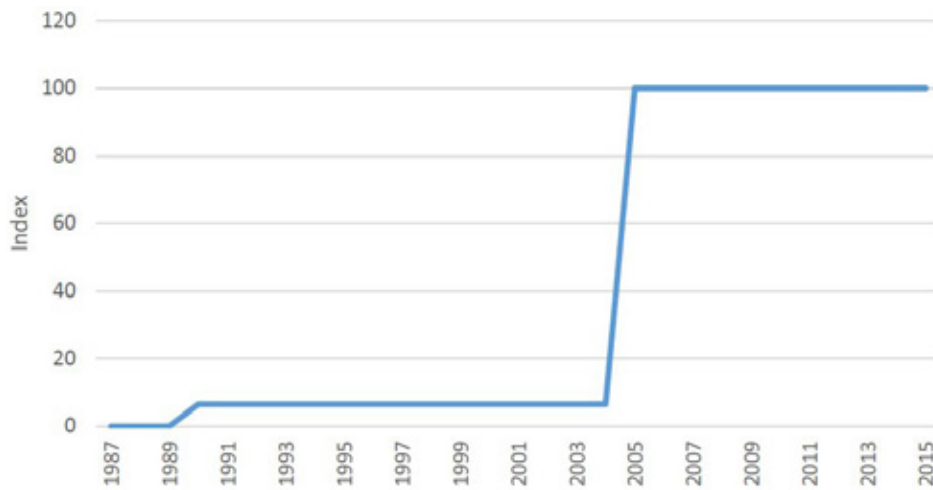


Figuur 4.77 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinteraars van het Zoommeer tussen 1987 en 2015.

Planteneters

Broedvogels (Figuur 4.78):

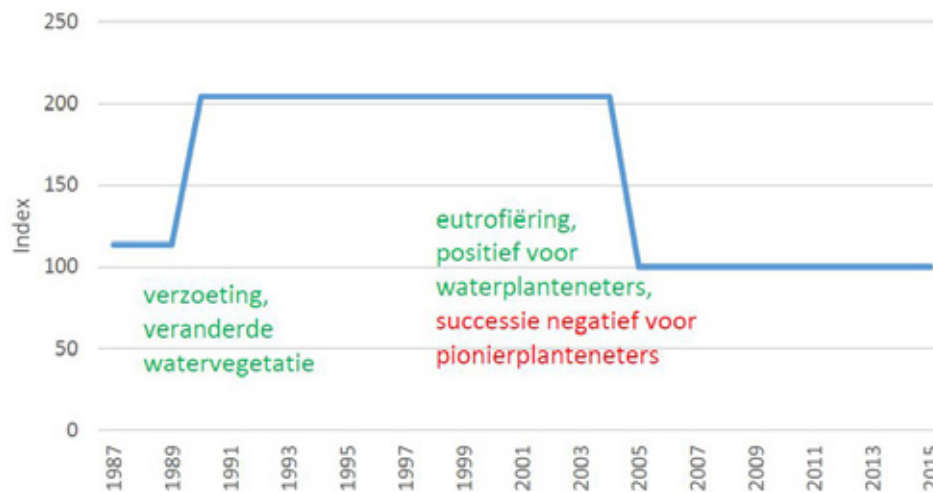
In de jaren negentig is het Zoommeer gekoloniseerd door Brandgans en Grauwe Gans. Vergeleken met andere gebieden in de Delta gaat het tegenwoordig om geringe aantallen van enige tientallen broedparen. Favoriete predatorvrije en recreatievrije broedeilandjes zijn schaars.



Figuur 4.78 Trends in het aantal plantenetende broedvogels (ganzen) van het Zoommeer tussen 1987 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.79):

Net als in het Volkerameer is er in deze groep een toename bij de meeste ganzen en de Krakeend, die hebben geprofiteerd van de plantontwikkeling door de eutrofiëring. Meer pionierplantenafhankelijke soorten als Wintertaling en Pijlstaart namen na de afsluiting van het Zoommeer sterk toe, maar zijn recenter afgenomen ten gevolge van de afname van pioniersituaties. Ook de Smient en de Rotgans, die ook wel van gras leven, zijn sterk in aantal afgenomen.



Figuur 4.79 Trends in het aantal plantenetende doortrekkers-overwinteraars van het Zoommeer tussen 1987 en 2015.

Roofvogels

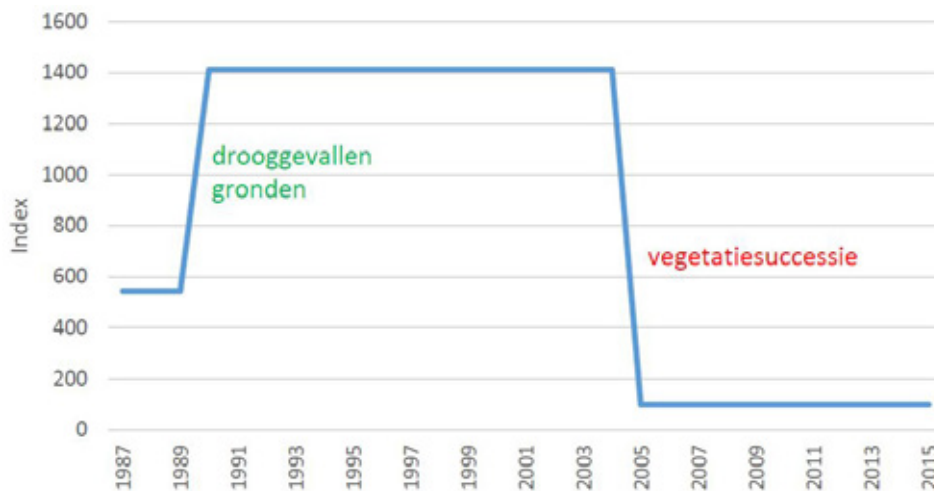
Broedvogels:

Al ten tijde van de afsluiting vestigde de Bruine Kiekendief zich in het gebied. De aantallen piekten in de tweede helft van de jaren negentig met maximaal zeven paar. Na 2006 is het voorkomen marginaal. De Slechtvalk vestigde zich recent in 2012 in het gebied met twee paar. Een in de na de afsluiting ontstane pionieromstandigheden te verwachten soort als Velduil (Rode Lijstsoort) is niet bekend uit het gebied.

Viseters

Broedvogels (Figuur 4.80):

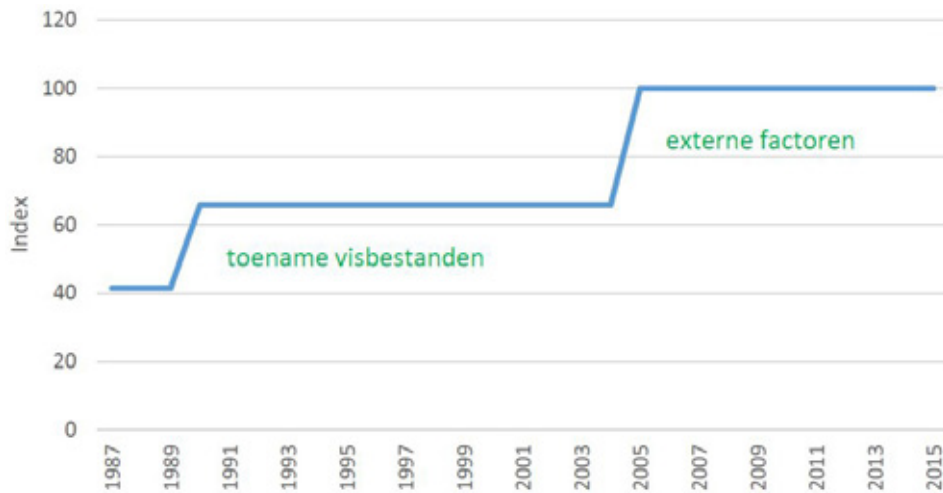
Het voedselgilde van de viseters kwam voor de afsluiting vrijwel niet voor in het gebied. Al ten tijde van het afsluitingsproces na de aanleg van de Markiezaatskade in 1983 vestigde de Visdief (Rode Lijstsoort) zich er met rond de 100 paar met daartussen enkele paren Noordse Sterns (Rode Lijstsoort) en eenmaal een paartje Dwergsterns (Rode Lijstsoort). De aantallen piekten kort na de volledige afsluiting in het begin van de jaren negentig. Er broedden toen tot 28 paar Dwergsterns, 10 paar Noordse Sterns en bijna 300 paar Visdieven. De Kleine Mantelmeeuw volgde wat later en had in de tweede helft van de jaren negentig goede tijden met tot meer dan 200 broedpaar. Reeds begin 2000 was het voorbij met deze soorten wat betreft aantallen van betekenis. Dit kan worden toegeschreven aan het verdwijnen van pioniersituaties. De opkomst van recreatiefaciliteiten heeft ze evenmin goed gedaan. Opvallend is dat de tegenwoordig alom in de Delta broedende Lepelaar nog ontbreekt in het gebied. De Middelste Zaagbek is niet bekend als broedvogel uit het gebied.



Figuur 4.80 Trends in het aantal visetende broedvogels van het Zoommeer tussen 1987 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.81):

Net als in het Volkerakmeer zijn de doortrekkende en overwinterende viseters toegenomen sinds de afsluiting van het Zoommeer. Ook hier is de Fuut de talrijkste soort, maar recent wal afgenomen, met tegenwoordig seizoensmaxima van 200-400 vogels, in oktober. Ook van de Middelste zaagbek kunnen in de wintermaanden enkele honderden exemplaren in het gebied voorkomen met een uitschieter naar meer dan 1.300 vogels. Middelste zaagbekken van de Oosterschelde gebruiken het Zoommeer als slaapplek. Van de kleine fuutachtigen Geoorde fuut en Dodaars komen respectievelijk tot een tiental en enige tientallen in het gebied voor. Deze soorten zijn echter niet verder toegenomen. De toename van de groep komt vooral voor rekening van Lepelaar die sinds 2013 in de nazomer met tot 150 exemplaren in het Zoommeer opduikt.



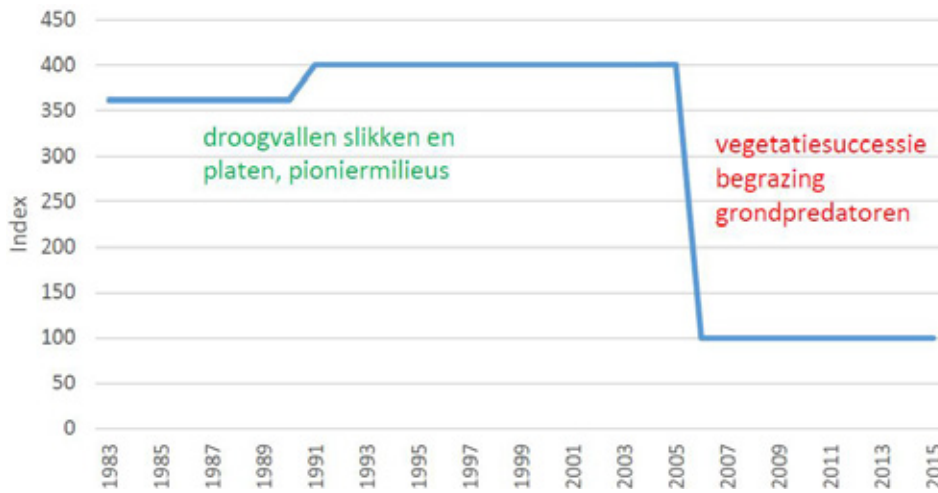
Figuur 4.81 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwinteraars van het Zoommeer tussen 1987 en 2015.

MARKIEZAAT

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.82):

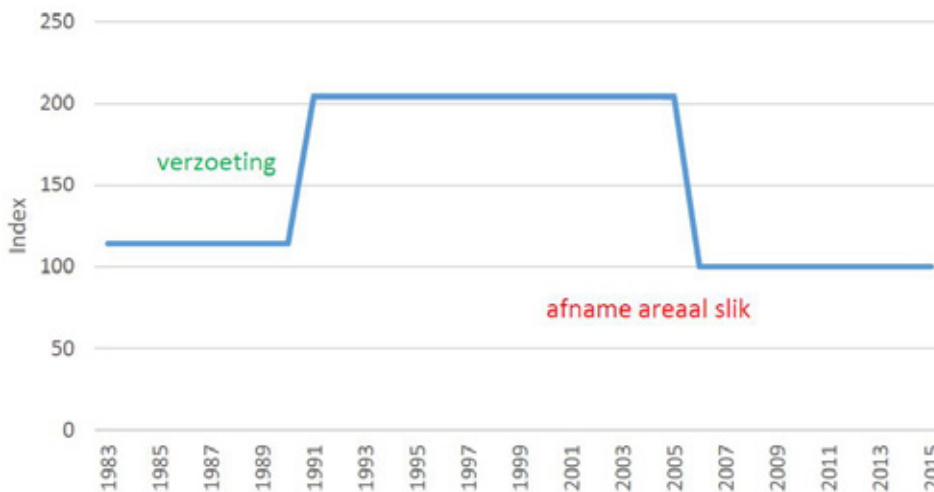
Vóór de afsluiting was deze groep vooral vertegenwoordigd door bewoners van schorren als de Bergeend, Scholekster en Tureluur (Rode Lijstsoort). Daarnaast was er een kolonie van 100-200 Kokmeeuwen. In de jaren volgend op de afsluiting kregen de bodemdiereters een boost door de vestiging van tot bijna 50 paar Strandplevieren (Rode Lijstsoort), tot bijna 30 paar Bontbekplevieren (Rode Lijstsoort) en tot bijna 300 paar Kluten op de drooggevallen slikken. De aantallen liepen hard terug in de jaren 2000, maar ze komen er nog altijd in kleine aantallen voor op de resterende slikranden aan de voormalige schorren en duintjes. Nesten worden daar vertrap en verstoord door vee en mogelijk gepredeerd. Kokmeeuwen en Zilvermeeuw kwam wat later op. De eerstgenoemde nam toe tot meer dan 1.000 paar in de jaren negentig, maar is in de jaren 2000 uit het gebied verdwenen. De Zilvermeeuw gaat het in het gebied nog altijd voor de wind met recent 1.000 tot meer dan 2.000 broedpaar op de Spuitkop. De Zwartkopmeeuw verscheen slechts eventjes, in het begin van de jaren negentig met voor toentertijd belangwekkende aantallen van 60 paar. 'Weidevogels' koloniseerden de grazige gebieden die midden jaren negentig optimaal leken. Toen kwamen er bijvoorbeeld tien paar Grutto's (Rode Lijstsoort) voor en 150 paar Kieviten. Sindsdien zijn de aantallen hard onderuitgegaan en resteert er misschien nog een tiende van wat er in de topperiode aanwezig was. Het broedsucces van de weidevogels is er ook gedaald. De graslanden zijn verruigd en vervilt. De komst van predatoren en begrazing spelen ook een rol bij de afname.



Figuur 4.82 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.83):

Na de afsluiting van het Markiezaat verdwenen de wadvogels goeddeels, ten gevolge van het verdwijnen van de meeste slikplaten. Het gebied behield wel een functie voor overtijdende wadvogels, die in de oostelijke Oosterschelde foerageren. Kieviten (tot enige duizenden exemplaren), Goudplevieren (idem) deden het aanvankelijk beter op de drooggevallen gronden en ook Kluten (tot bijna 1.000 exemplaren) deden het relatief goed in het ondiepe water langs de oevers. In de jaren 2000 laten ook deze soorten een terugval zien en recent komen ze er hooguit nog enkele tientallen exemplaren voor. Bodemdieretende eenden komen met enkele duizenden exemplaren voor in het Markiezaat. Ze profiteerden van de verzoeting, vooral in de jaren negentig. Daarna volgt weer een terugval bij de Brilduiker en recent ook bij de Kuifeend. Daarentegen vertoont de minder talrijke Tafeleend een toename. Van de voedselsituatie (zoetwatermosselen) is weinig bekend.

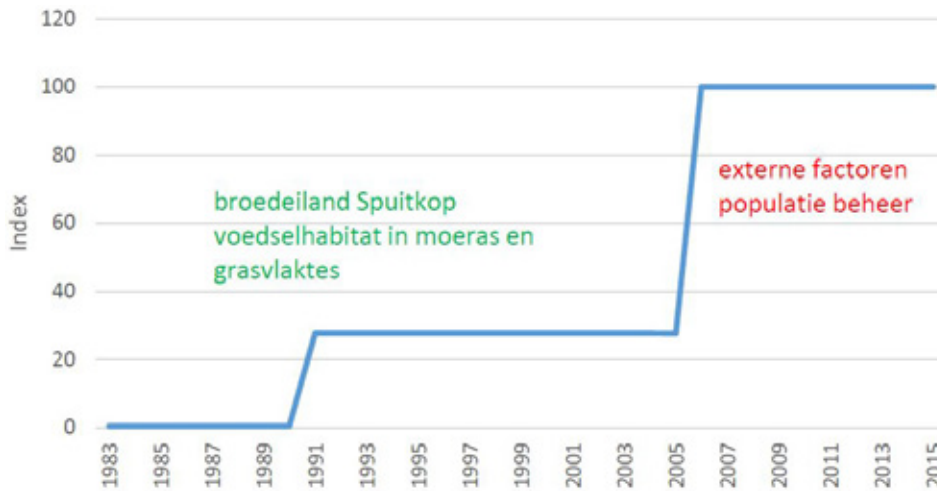


Figuur 4.83 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinteraars van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

Plantenetters

Broedvogels (Figuur 4.84):

Zowel de Grauwe gans als de Brandgans hebben het Volkerakmeer begin jaren negentig gekoloniseerd. Vooral de Brandgans heeft een spectaculaire ontwikkeling doorgemaakt met 500-600 paar in recente jaren. De aantallen zijn al wel bijna tien jaar stabiel. Ze broeden vooral op de Spuitkop. Mogelijk is die inmiddels verzadigd. De Grauwe Gans steekt hierbij bescheiden af met recent een veertigtal paar in het hele gebied.



Figuur 4.84 Trends in het aantal plantenetende broedvogels van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.85):

Plantenetende watervogels hebben geprofiteerd van de afsluiting van het Markiezaat en het ontstaan van een zoet en voedselrijk waterbekken met grazige oeverlanden. Graseters en waterplantenetters waaronder ganzen, die met enkele duizenden in het gebied kunnen voorkomen maar ook de Krakeend (al een keer meer dan 4.000 exemplaren), laten een voortdurende toename zien. Hierop lijkt de slechte waterkwaliteit met remming van de waterplantengroei door vertroebeling geen invloed te hebben. De Wintertaling (meer een zadeneter van pionierplanten) is sinds de afsluiting stabiel; er kunnen jaarlijks tot meer dan 3.000 exemplaren in het gebied voorkomen. De Smient, waarvan ook meerdere duizenden exemplaren in het gebied kunnen voorkomen is recent afgenomen, mogelijk het gevolg van een gebiedsoverstijgend proces.

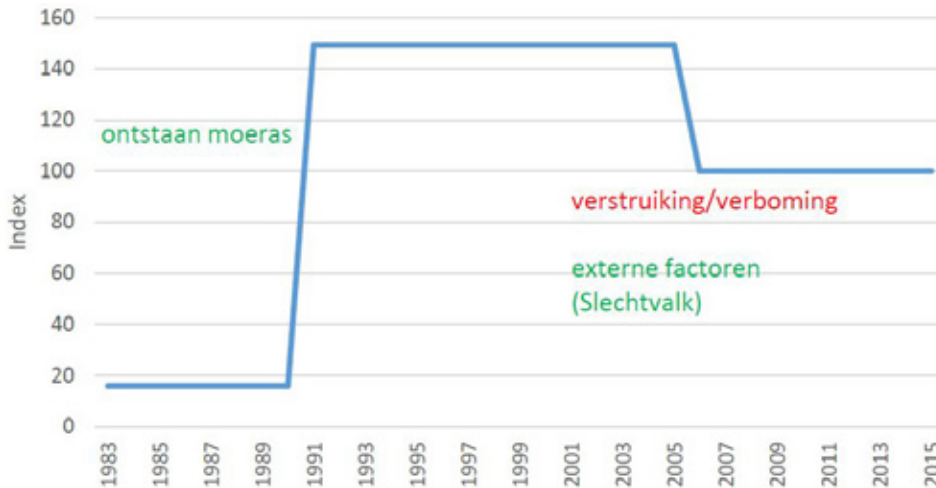


Figuur 4.85 Trends in het aantal plantenetende doortrekkers-overwinteraars van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

Roofvogels

Broedvogels (Figuur 4.86):

De Bruine Kiekendief heeft aanvankelijk geprofiteerd van het ontstaan van rietmoeras en nam toe tot tien paar in 1990. Sindsdien zijn de aantallen hard teruggevallen en resteerde in 1985 nog slechts één broedpaar. Vermoedelijk speelt hierbij de vegetatiesuccessie met verstruweling en verbossing een negatieve rol voor deze soort. De Slechtvalk heeft zich in 1996 met één paartje in het gebied gevestigd.



Figuur 4.86 Trends in het aantal broedende roofvogels van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

Viseters (Figuur 4.87)

In de tweede helft van de jaren tachtig koloniseerden Dwergsterns (max. 10 paar) en Visdieven (max. 281 paar) het Markiezaat. Al in de jaren negentig namen de aantallen weer af en tegenwoordig ontbreken ze. Het relatief positieve beeld van deze groep komt voor rekening van de Kleine Mantelmeeuw en Lepelaar. De eerste Kleine mantelmeeuwen verschenen reeds in het begin van de jaren negentig; recent broeden er honderden paren. Ze broeden op de Spuitkop, evenals de Lepelaar, die het gebied in 1996 koloniseerde. De aantallen Lepelaars zijn gegroeid tot meer dan 150 paar in recente jaren.

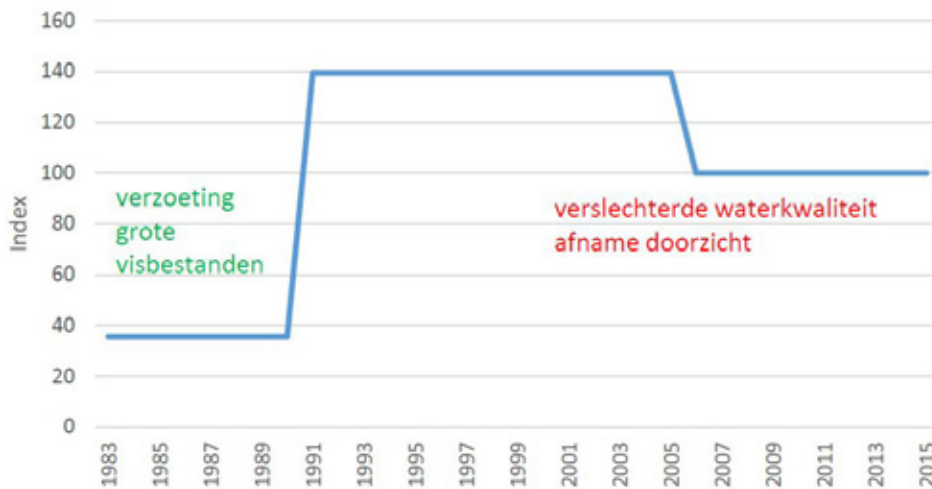


Figuur 4.87 Trends in het aantal visetende broedvogels van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.88):

Diep duikende soorten als de Fuut hadden de grootste aantallen direct na de afsluiting en zijn sindsdien afgenomen. Toen ging het soms om meer dan 1.000 vogels, recent om enige tientallen. Dit houdt

vermoedelijk verband met de slechte waterkwaliteit en doorzicht. Soorten die in ondiep water foerageren zijn juist toegenomen. Enige honderden Lepelaars kunnen in de nazomer in het gebied pleisteren. Dit zouden deels lokale broedvogels kunnen zijn. Ook pleisteren er af en toe enige Kleine Zilverreigers. Het Markiezaat wordt door Middelste zaagbekken vooral als slaapplek gebruikt; in recente jaren zijn er tot meer dan 1.400 vogels geteld. Deze foerageren vermoedelijk vooral op de Oosterschelde.



Figuur 4.88 Trends in het aantal visetende doortrekkers-overwintelaars van het Markiezaat tussen 1983 en 2015.

4.3 Zoetwatergetijdengebied

Toen in 1970 de Haringvlietdam gereedkwam, betekende dat niet alleen de voltooiing van een van de grootste deltawerken in ons land, maar volgens velen ook de doodsteek van een werkelijk uniek zoetwatergetijdengebied. Door de aanleg (over een lengte van 4,5 km) van een dam tussen Voorne-Putte en Goeree-Overflakkee verminderde de dagelijkse getijdenwerking met meer dan een meter, waardoor uitgestrekte moerassengebieden grotendeels hun bijzondere karakter verloren. Als in 1971 het tweede deel van het drieluik *Wilde Planten* verschijnt (Westhoff et al. 1971), dus net na de afsluiting van het Haringvliet, is duidelijk dat de wonden op dat moment nog vers zijn: "De toekomstige generatie zal zich niet meer kunnen voorstellen wat het wil zeggen bij laag water door de kruidige vochtige atmosfeer van een met tropische weligheid groeiend vloedbos te waden, om enige tijd later de gehele kruidlaag geleidelijk te zien onderdompelen in het toevloeiende water, dat de grauwe sliklaag van de bladeren spoelt om er bij wederom vallend tij nieuw slib op af te zetten." Elders staat beschreven hoe men bij opkomend tij zijn toevlucht nam in de boot, waarna "men over de ondergedoken dotters kon varen als over een schare zeeanemonen." Met de Dotters worden Dotterbloemen bedoeld, en meer in het bijzonder de Spindotter (*Caltha palustris* subsp. *araneosa*), die in zijn voorkomen beperkt is tot zoetwatergetijdengebieden. Deze forse en welig bloeiende vorm van Dotterbloem heeft op de knopen van de stengels verdikkingen waaruit wortels ontspruiten. Na het afsterven van de stengels worden deze, op spinnen lijkende structuur door het water naar elders vervoerd, waar ze zich kunnen vestigen en tot nieuwe planten uitgroeien.

Wegens zijn uitgestrektheid vormde het zoetwatergetijdengebied in het zuidwesten van Nederland eeuwenlang een uniek landschap dat nergens in Europa zijn evenknie vond of vindt. De estuaria van de Schelde, Theems, Seine, Weser en Elbe vormen slechts flauwe afspiegelingen van de moerassen en oibossen zoals die in ons land werden aangetroffen. De hoge natuurwaarden werden niet zozeer bepaald door het voorkomen van eigen soorten, maar veeleer door de bijzondere aanpassingen die veel planten en dieren bezaten om de uitzonderlijke omstandigheden het hoofd te kunnen bieden, en de merkwaardige combinaties van soorten die resulteerden in specifieke levensgemeenschappen. De voordurende aanvoer van voedingsstoffen had bovendien een ongebreidelde groei tot gevolg: Riet dat opschoot tot een hoogte van vier meter, Zeebies tot meer dan twee meter en Kruipe

boterbloem (*Ranunculus repens*) met bladeren van 25 centimeter doorsnede.

De getijdengemeenschappen worden sowieso niet gekenmerkt door een hoge rijkdom aan soorten, omdat daartoe de omstandigheden nu eenmaal te extreem zijn. In dit opzicht bestaat er wel enige overeenkomst met de mangrovebossen in tropische gebieden, die (zeker voor zover het de plantengroei betreft) ook niet uitblinken in veel soorten maar toch op eenieder die ze bezoekt, een onvergetelijke indruk maken.

4.3.1 Flora en vegetatie

Het zoetwatergetijdenlandschap in het zuidwesten van ons land herbergt een drietal Natura 2000-gebieden, waarvan de Biesbosch met een oppervlakte van bijna 10.000 hectaren het grootste is, gevolgd door het Hollands Diep met ruim 4.000 hectaren. Het derde gebied, de Oude Maas, is met zo'n 400 hectaren aanzienlijk kleiner. Dit laatste gebied is alleen aangewezen als Habitatrictlijngebied. De beide andere gebieden ressorteren zowel onder de Habitatrictlijn als onder de Vogelrichtlijn. Hier bespreken we twee gebieden, allereerst de Biesbosch, die alleen al door zijn omvang model kan staan voor het zoetwatergetijdenlandschap als geheel, en vervolgens de Oude Maas, omdat hier nog de grootste getijdenverschillen optreden (tot ongeveer één meter). Met name wat betreft de Biesbosch beschikken we over een schat aan gegevens, vooral dankzij het levenswerk van Ies Zonneveld (o.a. Zonneveld 1950, 1991, 1999).

BIESBOSCH

Het voorkomen van specifieke plantensoorten en begroeiingen betreft zowel de oeverlanden met hun riet- en biezenvegetatie als de min of meer gesloten moerasbossen (zie Schaminée & Janssen 2009 en de bronnen daarin genoemd waaronder Booys 1982, Van der Pluijm 1995, Weeda et al. 2002 en de eerder gerefereerde publicaties van Zonneveld). Op plaatsen die sterk zijn blootgesteld aan de dynamiek van het water, komen plantengemeenschappen voor waarin naast de naamgevende Zeebies en Grote waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*) als bijzonderheid Driekantige bies (*Schoenoplectus triquetter*) en de reeds genoemde Spindotter te vinden zijn. De thans uiterst zeldzame Driekantige bies is de enige exclusieve vaatplant van het zoetwatergetijdengebied. De Spindotter is iets minder exclusief en ook minder zeldzaam. Een differentiërende soort voor de getijdenvorm van het rietland is de Bittere veldkers, die evenals opnieuw de Spindotter en Moerasstreepzaad (*Crepis paludosa*) tevens een karakteristieke plant is van de hier voorkomende wilgenvloedbossen. Zomerkllokje (*Leucojum aestivum*) is een opvallende verschijning in de rietruigten in dit landschap. De soort is in ons land beperkt tot het stroomgebied van de Rijn en wordt in het zoetwatergetijdengebied ook sporadisch in rietlanden en vloedbossen aangetroffen. In de ruigten zijn het verder vooral Grote brandnetel en andere dominante soorten zoals Kleefkruid (*Galium aparine*) en Haagwinde (*Convolvulus sepium*) die het aspect bepalen samen met de nieuwkomer Reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*). Plaatselijk zijn deze ruigten soortenrijker en bieden ze onderdak aan onder andere Rivierkruid (*Senecio sarracenicus*), Moerasmelkdistel (*Sonchus palustris*), Moeraswolfsmelk (*Euphorbia palustris*) en Kleine kaardenbol (*Dipsacus pilosus*). Een opvallende wilg in de oibossen is de Duitse dot (*Salix dasyclados*), een uit Oost-Europa afkomstige wilgenbastaard, die in ons land alleen met vrouwelijke exemplaren voorkomt en zich via stekken, al of niet door de mens geholpen, verspreidt. Andere veel voorkomende wilgen, zowel in de actief beheerde grienden als in de doorgesloten (niet langer beheerde) grienden, zijn Schietwilg (*Salix alba*), Kraakwilg (*Salix fragilis*) en Katwilg (*Salix viminalis*).

De hoge luchtvochtigheid in de uitgestrekte bossen heeft de vestiging van verscheidene, niet eerder in ons land waargenomen epifytische bladmossoorten mogelijk gemaakt, waaronder het uiterst zeldzame Tonghaarmuts (*Orthotrichum rogeri*), die op lijst van beschermde soorten van de Habitatrictlijn staat, en het nog zeldzamere Vloedschedemos (*Timmia megapolitana*), dat wereldwijd slechts van twee locaties bekend is; de andere betreft een zoetwatergetijdenbos in Engeland. Het rijtje van bijzondere mossen omvat verder onder andere Vliermos (*Cryphaea heteromalla*) Boommos (*Pylaisia polyantha*), Klein kantmos (*Lophocolea minor*), Bleek boomvorkje (*Metzgeria furcata*), Gewoon schijfjesmos (*Radula complanata*), Helmroestmos (*Frullania dilatata*), en verscheidene soorten Kroesmos (*Ulota*). De hogere ligging van de bossen en de toenemende ouderdom hebben waarschijnlijk de komst van soorten als Verspreidbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolium*), Bosmuur (*Stellaria nemorum*) en Slanke zegge (*Carex strigosa*) mogelijk gemaakt.

Kale, slikkige oevers en tijdelijk door bedekking met veek (organisch vloedmerk) kaal geworden open aanwassen in de Biesbosch zijn van oudsher van grote betekenis voor pionierbegroeiingen, die in het benedenrivierengebied voorkomen in de vorm van de Associatie van Blauwe waterereprijs en Waterpeper (*Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae*). Na de afsluiting van het Haringvliet is de oppervlakte ervan echter sterk afgenomen door beperking van de verticale ruimte binnen de afgenomen amplitudo van het getij (intergetijzone), die nu langs oevers nog sneller van bovenaf wordt gekoloniseerd door Riet, dat zich vegetatief tot beneden de laagwaterlijn kan uitbreiden. Ook de achteruitgang van de kenmerkende biezenelden weerspiegelt de teloorgang van de vroegere Biesbosch met de eerder al genoemde gemeenschappen met Driekantige bies (zie ook Paragraaf 3.2).

Een opmerkelijke verandering heeft zich ook voorgedaan in de begroeiingen van het open water. Tot voor enkele decennia kwamen in de grotere stroomgeulen van het zoetwatergetijdengebied uitgestrekte velden met fonteinkruiden voor met Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) als dominante soorten. Deze gemeenschap, beschreven als de Associatie en Doorgroeid fonteinkruid (*Ranunculo fluitantis-Potametum perfoliati*), lijkt tegenwoordig een nieuw refugium gevonden te hebben in de randmeren van Flevoland en de randzone van het IJsselmeer. In de Biesbosch zijn hiervoor op enkele plaatsen begroeiingen met Rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*) teruggekomen.

OUDE MAAS

Het bijzondere van de Oude Maas is dat dit deze benedenrivier het enige nog resterende zoetwatergetijdengebied in ons land vormt met een getij-amplitudo die tot één meter reikt, ook al omvat het gebied niet meer dan een smalle strook uiterwaarden. Het betreft een aftakking van de Merwede die over zo'n 30 km vanaf Dordrecht naar Hoogvliet stroomt, alwaar deze afwatert op de Nieuwe Waterweg die in verbinding staat met de zee. De Oude Maas was oorspronkelijk de benedenloop van de Waal, maar ging door diverse omleggingen (in de Late Middeleeuwen) het water van de Maas afvoeren. Na het ontstaan van het Hollands Diep en het Haringvliet (als gevolg van de Sint-Elizabetsvloed in 1421) vormden deze beide armen de hoofdafvoer van het Maas- en Waalwater, terwijl nog maar een klein deel via de Oude Maas naar zee stroomde. De oude loop van de Maas is omstreeks 1900 weer gedeeltelijk hersteld door de aanleg van de Amer in de oude bedding (zie Schaminée & Janssen 2009 en de bronnen daarin genoemd waaronder Mennema 1963, Kers & Van Gennip 2002 en Van Gennip & Coops 2003).

Net als in de Biesbosch behoren de vloedbossen van de Oude Maas tot de associatie *Cardamino amarae-Salicetum albae*, maar gemiddeld genomen zijn deze bossen hier, waar ze al met al zo'n 300 ha in beslag nemen, beter ontwikkeld. De boomlaag bestaat uit diverse wilgensoorten, waarbij Schietwilg en Katwilg doorgaans domineren, met veel Duitse dot in de struiklaag. Opvallende soorten in de kruidlaag zijn Bittere veldkers, Spindotterbloem, Groot springzaad (*Impatiens noli-tangere*) en Grote engelwortel (*Angelica archangelica*). De ondergroei vertoont een duidelijke zonering, afhankelijk van de inundatie. Op de meest natte delen groeien onder andere Groot moerasscherm (*Apium nodiflorum*), Waterpeper (*Polygonum hydropiper*) en Grote waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*). Dit type vloedbos (het betreft de subassociatie *alimatetosum*) wordt bij elk hoogwater overstromd en is thans erg zeldzaam. Op iets hogere maar nog steeds vochtige delen groeit op sommige plaatsen een wilgenbos met veel Zomerklokje. Nog hoger in de zonering domineren vooral ruigtekruiden de ondergroei, zoals Fluitenkruid (*Anthriscus sylvestris*), Echte valeriaan (*Valeriana officinalis*) en Ridderzuring (*Rumex obtusifolius*).

Net als in de Biesbosch zorgen de wilgenbossen voor een vochtig microklimaat, waarin veel soorten epifytische mossen een groeiplaats vinden. Langs de Oude Maas betreft dit onder meer verschillende soorten uit de geslachten Haarmuts (*Orthotrichum*), Iepenbos (*Zygodon*) en Baardmos (*Usnea*). Een algemeen mos op de oevers is Geschaveeld boogsterrenmos (*Plagiomnium rostratum*), dat buiten het zoetwatergetijdengebied in ons land ook gewoon is op kalkrijke substraten in het Heuvelland.

Ruigtebegroeiingen zijn in het gebied plaatselijk achteruitgegaan door uitbreiding van het wilgenbos, maar op andere locaties uitgebreid door verwaarlozing van rietvelden. De grootste oppervlakte soortenrijke ruigte wordt hier aangetroffen in de Rhoonse Grienden. Naast typische soorten als Moerasspirea (*Filipendula ulmaria*), Grote kattenstaart (*Lythrum salicaria*) en – hoger in de zonering –

Rivierkruiskruid, Gewone berenklaau (*Heracleum sphondylium*) en Fluitenkruid, komen als bijzonderheden van het getijdensysteem de soorten Zomerklokje, Spindotter en Bittere veldkers voor. Voor het zeldzame Zomerklokje herbergen de ruigten langs de Oude Maas de grootste groeiplaats in Noordwest-Europa. In het deelgebiedje Klein Profijt werden in 2005 ongeveer 50.000 planten geteld. In rietvelden in de westelijke uitloper van de Oude Maas wordt op enkele plekken nog de brakwatersoort Echt lepelblad (*Cochlearia officinalis* subsp. *officinalis*) aangetroffen.

De voor het zoetwatergetijdengebied zo kenmerkende biezenvelden (met als bijzonderheid de Driekantige bies) staan op de laagste delen van bij laagwater droogvallende slikplaten. Naast de grote bijzonderheid Driekantige bies bestaan de velden vooral uit Mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*), Zeebies en de kruising tussen Mattenbies en Driekantige bies (*Schoenoplectus x carinatus*). Vroeger strekten dergelijke biezenvelden zich als een smalle zone in het zoetwatergetijdengebied uit over een lengte van vele kilometers, maar door het wegvallen van het getij zijn ze in het benedenstroomse gebied van de grote rivieren vrijwel overal verdwenen, zowel door erosie van slikoevers (gevolgd door de aanleg van harde oeververdedigingen) als door uitbreiding van rietvelden op te luw geworden plekken. De uiterwaarden van de Oude Maas herbergen in ons land momenteel nog de laatste natuurlijke biezenvelden in het zoetwatergetijdengebied, maar het areaal is afgenomen van 25 ha in 1987 tot minder dan 15 ha nu.

4.3.2 Vogels

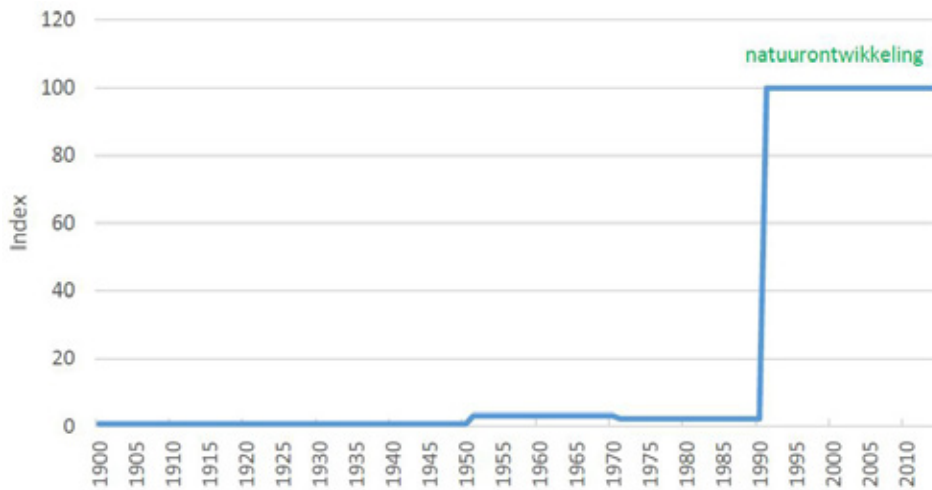
Voor de vogels worden binnen het zoetwatergetijdengebied eveneens twee gebieden afzonderlijk besproken, omdat zij beide een relatief grote oppervlakte 'open water' bestaan, in dit geval de Biesbosch en het ten westen hiervan gelegen Hollands Diep (soms ook geschreven als Hollandsch Diep; zie Figuur 2.6).

BIESBOSCH

Bodemdiereters

Broedvogels (Figuur 4.89.1):

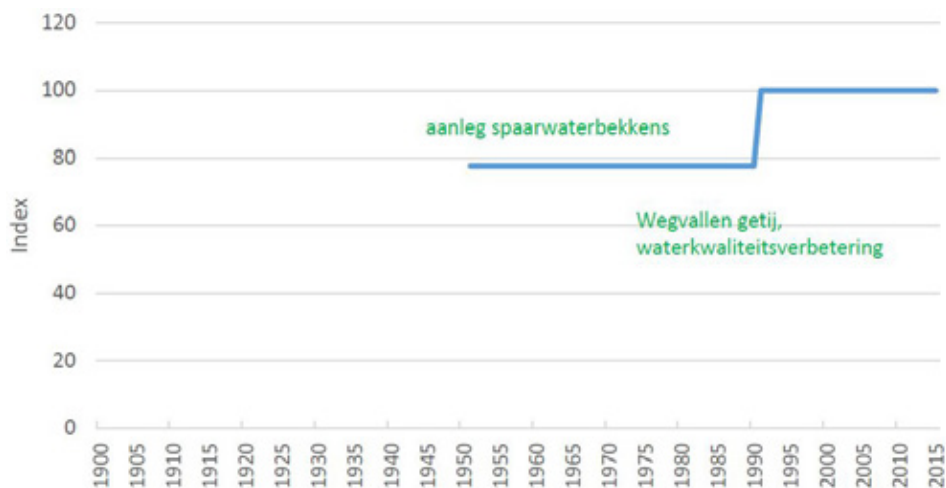
Voor de typische Deltakustbroedvogels – Kluten, Bontbekplevieren, Strandplevieren en de tevens visetende meeuwen – is de Biesbosch nooit van belang geweest. Dit geldt ook voor de hier niet behandelde maar in overeenkomstige gebieden broedende viseters als Visdief en andere sterns. Vermoedelijk is nesthabitat in de vorm van spaarzaam begroeide eilandjes of oevers limiterend geweest. De recente natuurontwikkeling heeft geleid tot betere condities voor deze groep vogels. Hiervan is – zij het beperkt – geprofiteerd door Kluut en Kokmeeuw, die er met enkele tientallen paartjes voorkomen. De zeldzamere Zwartkopmeeuw broedt sinds 2014 in het gebied met enkele paartjes. De vestiging van deze groep vogels zou kijkend naar de nabije toekomst weleens structureel kunnen zijn gezien de sterk toegenomen rivierdynamiek. De overige bodemdiereters onder de broedvogels kunnen – behalve de vrij algemeen voorkomende Bergeend – worden gekarakteriseerd als weide- en akkervogels: Grutto, Kievit, Scholekster en Tureluur. Deze worden behandeld onder 'Inlagen, kreekrestanten en polders' (zie Par. 4.4).



Figuur 4.89.1 Trends in het aantal bodemdieretende (kust)broedvogels van de Biesbosch tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.89.2):

De doortrekkende en overwinterende bodemdiereters vallen uiteen in de steltlopers die op slikken foerageren en de eendachtigen die vooral op schelpdieren op de onderwaterbodem duiken. Voor de typische soorten van intergetijdengebieden (strandlopers en dergelijke) geldt dat zowel het huidige als historische belang van de Biesbosch weinig voorstelt vergeleken met de zoutwatergetijdengebieden van de Delta. De opkomst van deze groep in de jaren vijftig is te verklaren door de opkomst van de weidevogels als broedvogel, die in het gebied pleisteren voor en na het broeden, zoals dat ook plaatsvindt in gebieden elders. Zo werden in die periode na het broedseizoen, in juni, wel tot 2.000 Grutto's geteld in de Biesbosch en in het late najaar 10.000 of meer Kieviten. Het wegvallen van het getij in 1970 is niet duidelijk zichtbaar in de aantalsontwikkeling van deze soorten. Na 1990 is het aantalsniveau weer hoger, wat vermoedelijk te maken heeft met het (tijdelijk) beschikbaar komen van slikken en ondiep open water in de natuurontwikkelingsgebieden. In het bijzonder de enorme uitbreiding van het areaal natuur in het kader van 'Ruimte voor de rivier' in het noorden van het gebied (Kleine Noordwaard) is hier van grote betekenis. De historische aantalsontwikkeling van de duikeenden (Kuifeend en Tafeleend) lijkt op die van de soorten van slikken, maar heeft andere verklaringen. De opkomst na de jaren vijftig hangt samen met de aanleg van de spaarbekkens. Van beide soorten werden vele duizenden exemplaren geteld. Vermoedelijk zijn de ontwikkeling sindsdien in de rest van het gebied ook gunstig geweest: een toename van het areaal open water na het wegvallen van de getijdenwerking. Kijkend naar de nabije toekomst lijkt de natuurontwikkeling voor deze groep verbeterde condities te brengen. Het is wel zo dat gebiedoverstijgende processen, zoals de druk van de moderne landbouw op de broedpopulaties van weide- en akkervogels, en verschuivingen van overwinteringsgebieden ten gevolge van klimaatverandering de aantallen in werkelijkheid kunnen gaan dempen.

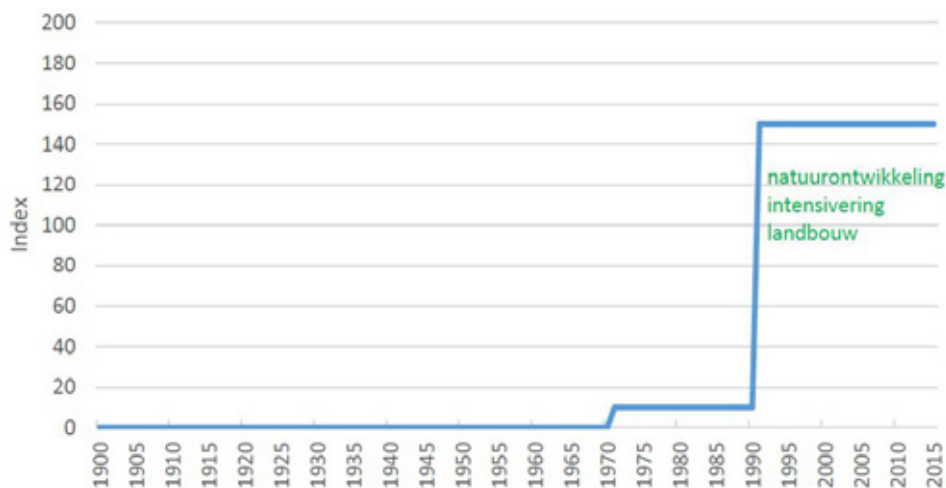


Figuur 4.89.2 Trends in het aantal bodemdieretende doortrekkers-overwinteraars van de Biesbosch tussen 1900 en 2015.

Plantenetters

Broedvogels (Figuur 4.90):

Onder deze groep vallen alleen de Brand- en Grauwe gans. De eerstgenoemde broedt niet in de Biesbosch en de Grauwe Gans heeft zich na de jaren zeventig in het gebied gevestigd en is toegenomen. In de jaren negentig was de soort met enige tientallen broedparen nog opvallend schaars, vermoedelijk gaat het tegenwoordig om enige honderden broedparen. De soort heeft geprofiteerd van de natuurontwikkeling: geschikt nesthabitat en de intensivering van de landbouw met voedzame gewassen. De toekomst ziet er wat dat betreft gunstig uit, hoewel er in toenemende mate populatie regulerende maatregelen worden genomen.

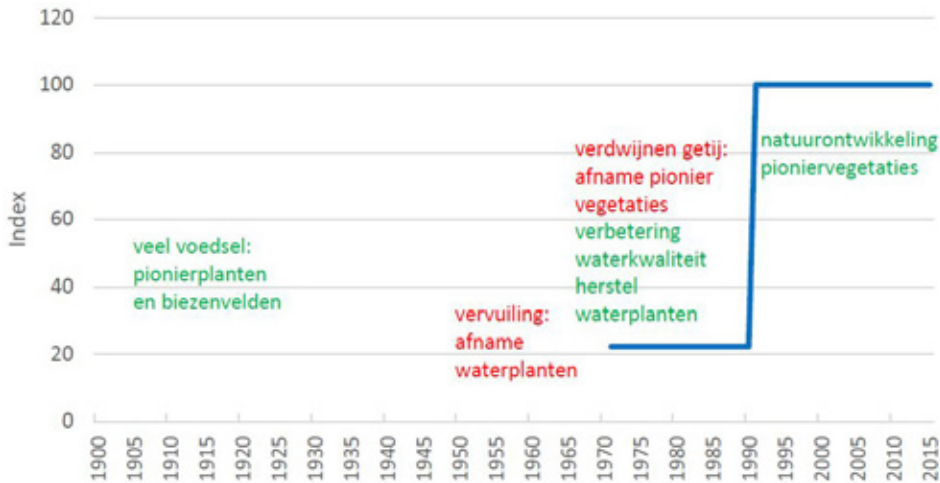


Figuur 4.90 Trends in het aantal grasetende broedvogels (ganzen) van de Biesbosch tussen 1900 en 2015.

Doortrekkers en overwinteraars (Figuur 4.91):

Door de grote dynamiek en daarmee de grote arealen pionierplanten op de oevers was de Biesbosch in de eerste helft van de twintigste eeuw van belang voor eendachtigen die veel foerageren op planten zaden, met name de Wintertaling. Hiervan waren in de jaren dertig zo'n 10.000 vogels in het gebied aanwezig. De grote arealen biezenvelden waren zeer geliefd bij de Grauwe Ganzen, waarvan toentertijd duizenden vogels in de Biesbosch aanwezig waren. De vervuiling na de jaren vijftig resulteerde in een afname van waterplantenvegetatie en daarmee van de plantenetende watervogels. Hoewel na de jaren zeventig de waterkwaliteit wat herstelde en de waterplantenvegetatie zich

herstelde, is het goeddeels verdwijnen van het getij ongunstig geweest voor soorten die van pioniervegetatie afhankelijk zijn. Nieuwe mogelijkheden voor deze groep ontstonden in de natuurontwikkeling van de jaren negentig en zo zijn er weer tot meer dan 5.000 Wintertalingen geteld. Van de ganzen maken ook weer vele duizenden exemplaren van het gebied gebruik. Zij hebben vooral geprofiteerd van de intensivering van de landbouw, waardoor het aanbod kwalitatief hoogwaardig voedsel in de vorm van raaigras en granen toenam. De vooruitzichten voor de nabije toekomst zijn gunstig voor deze groep, gezien het relatief dynamische karakter van de natuurontwikkelingen en specifiek voor de ganzen de verwachte verdere intensivering van de landbouw.



Figuur 4.91 Trends in het aantal grasetende doortrekkers-overwinteraars van de Biesbosch tussen 1900 en 2015.

Andere karakteristieke vogels van de Biesbosch

De grasgorzen in de Biesbosch waren behalve bij de typische weidevogels zeer geliefd bij de Kwartelkoning (bedreigde soort Rode Lijst). In de hoogtijdagen in de jaren zestig zaten er zo'n 200 paren. Door een combinatie van verdroging na het goeddeels verdwijnen van het getij, areaalafname en veranderd landbouwkundig gebruik werden deze gebieden ongeschikt en is hij er in de jaren zeventig verdwenen. Vóór de afsluiting van het Haringvliet lagen er in de Biesbosch tevens grote arealen rietgorzen. Deze waren in het algemeen vogelarm, maar vormden toen wel een belangrijk broedbiotoop voor de Grote Karekiet (Bedreigde soort Rode Lijst), die er met enige tientallen paren voorkwam. Tegenwoordig is deze soort onregelmatige broedvogel in de Biesbosch. Permanente hervestiging ligt niet voor de hand. Omgekeerd profiteerden er ook soorten van de gevolgen van de afsluiting van het Haringvliet. Door de moerasverruiging ontstond in eerste instantie ideaal broedgebied voor de Blauwborst. Deze soort nam explosief toe tot bijna 3.000 paar begin jaren 2000. Recent heeft zich echter een sterke afname ingezet, mogelijk het gevolg van verregaande verruiging en verbossing. Een andere profiteur van de verruiging – zij het in combinatie met klimaatverandering – is de Cetti's zanger. Deze soort lijkt zich sinds de jaren 2000 definitief in het gebied te hebben gevestigd en is er inmiddels toegenomen tot meer dan 700 paren. Net als de Blauwborst zullen de aantallen gaan stabiliseren omdat de draagkracht van het gebied voor deze soort bereikt zal worden.

De meest spectaculaire recente ontwikkeling is de recente vestiging van zowel Zearend (Gevoelige soort Rode Lijst) als Visarend als broedvogel in het gebied, de laatste tegenwoordig twee paren, soorten die gebaat zijn bij grootschalige wetlandnatuur. De Visarend heeft, voor zover bekend, nog nooit eerder in Nederland gebroed. Deze successen zijn onmiskenbaar het resultaat van de eerdergenoemde schaalvergroting van de Biesboschnatuur. De verwachting is dat de vestiging van beide iconen permanent zal zijn.

HOLLANDS DIEP

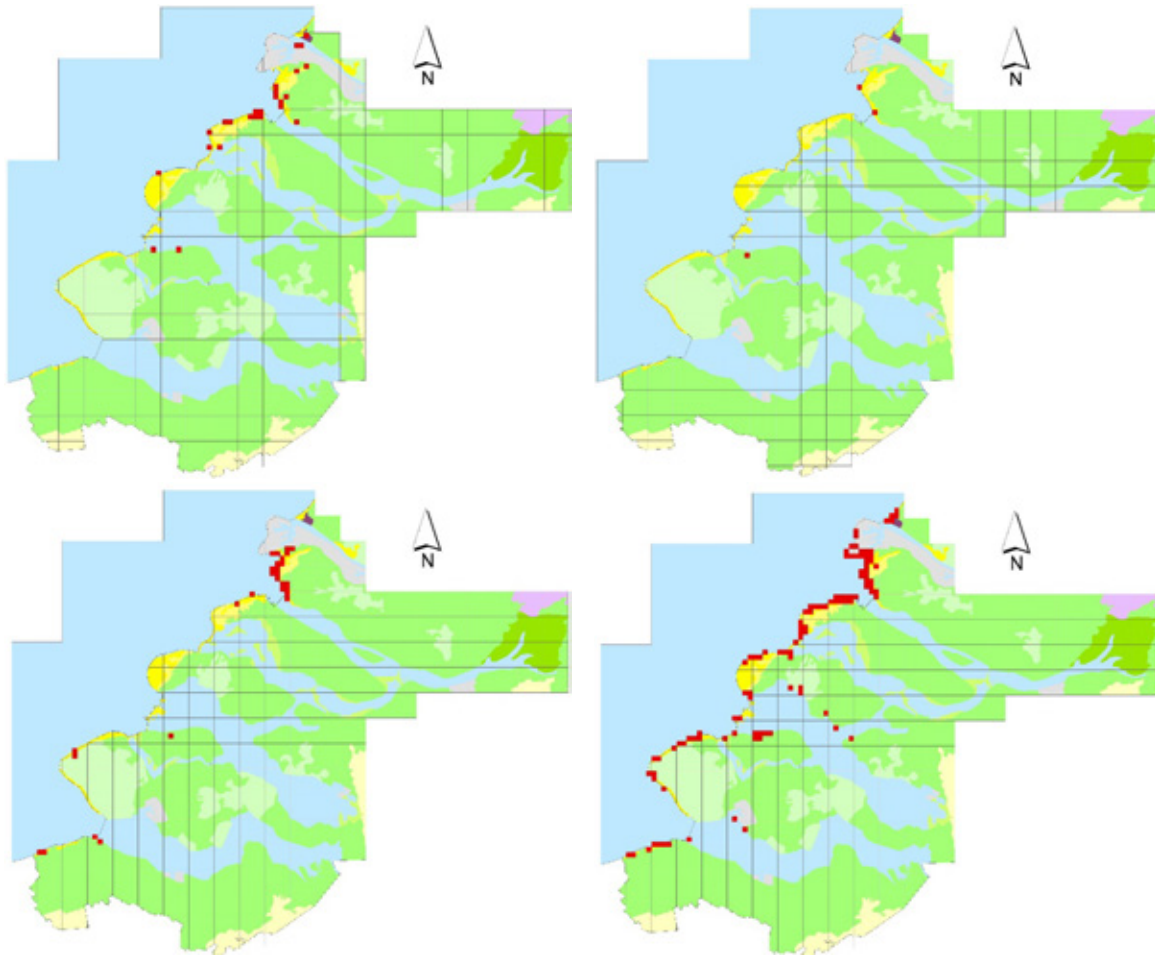
Het Hollands Diep was eigenlijk een rivierarm ten westen van de Biesbosch waar de Amer en de Nieuwe Merwede samenkomen. Deze splitst zich in het Volkerak en Haringvliet en bij Willemstad-Numansdorp. Door de afsluiting van beide in respectievelijk 1969 en 1970 voltrok zich hier een vergelijkbare ontwikkeling als in de oostelijk gelegen Biesbosch. Het getij verdween goeddeels en het water verzoette. Hierdoor verruigden rietvelden en kromp het areaal biezten in. Permanent drooggevalen gronden raakten snel begroeid, zoals de Esscheplaat, Zeehondenplaat en Sasseplaat. Andere belangrijke ontwikkelingen waren de industrialisatie van de Moerdijk, waardoor natuurlijk leefgebied met name biezenvelden verloren ging. De Oostersche Bekade Gorzen, ooit een belangrijk weidevogelgebied ging verloren door de omzetting naar bouwland en de aanleg van recreatiefaciliteiten. Door het wegvallen van het getij kalfden oevers van gorzen af. Dat werd her en der tegengegaan door de aanleg van een vooroeververdediging, waarbinnen een moerassig milieu kon ontstaan. Er zijn weinig historische vogelgegevens van het gebied, zeker van voor de jaren zestig. Gezien de aard van de ontwikkelingen zijn voor de bodemeters en planteneters ontwikkelingen analoog aan die in de Biesbosch aannemelijk. Dit geldt ook voor recent. De aantallen zijn in het algemeen kleiner, een enorme schaalvergroting van de natuur als in de Biesbosch heeft niet plaatsgevonden in het Hollands Diep. Het Hollands Diep is recent van belang geworden voor een aantal in kolonievorm broedende viseters. De Lepelaar heeft zich in 1999 gevestigd op de Sassenplaat en is er toegenomen tot 104 paren in 2015. Op industrieterrein Moerdijk en de nabij gelegen Sassenplaat broedden recent zo'n 1.000-1.500 paar Kleine Mantelmeeuwen.

4.4 Strand en duinen

4.4.1 Flora en vegetatie

Binnen de Zuidwestelijke Delta vormen de duinen een geheel eigen wereld, waarvan de ontwikkelingen grotendeels buiten de scope van dit onderzoek vallen, die zich immers primair richt op de veranderingen in de estuariene ecosystemen. In het bijzonder grootschalige planologische ingrepen, zoals de stapsgewijze uitbreiding van de havens van Rotterdam (met als absoluut dieptepunt de vernietiging van het duingebied De Beer), en veranderingen in het gebruik en beheer van de duinen hebben tot majeure veranderingen geleid. Wat dat laatste betreft is een hoofdrol weggelegd voor het Konijn, waarvan de populaties door de konijnenziekten myxomatose en VHS een aantal keren desastreus verminderd zijn met alle gevolgen vandien: dichtgroei met struweel en een dramatische achteruitgang van de soortenrijke duingraslanden. Voor een overzicht verwijzen we naar de 'Gebiedenboeken Natura 2000' (Janssen & Schaminée 2008) en de dissertatie van Anton van Haperen (2009), die een historische beschouwing geeft van het landschap en de plantengroei van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Veel informatie is ook samengebracht in *Flora Zeelandica*, onder redactie van Peter Meininger (2018). In dit boek wordt bijvoorbeeld uitvoerig ingegaan op het eigen karakter van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, die weliswaar deel uitmaken van de kalrijke duinen (Renodunale duinen), maar waar toch – zeker ten zuiden van Goeree – veel soorten ontbreken.

Bij wijze van illustratie gaan we hier kort in op de lotgevallen van één plantensoort, Zeewolfsmelk (*Euphorbia paralias*), die recent een sterke uitbreiding laat zijn: de soort rukt langs de Atlantische kusten van Europa op naar het noorden, vermoedelijk als gevolg van opwarming (Figuur 4.92).



Figuur 4.92 Verspreiding van Zeewolfsmelk (*Euphorbia paralias*) over de perioden 1900-1950 (a), 1951-1970 (b), 1971-1990 (c) en 1991-heden (d). De gegevens zijn verstrekt door FLORON.

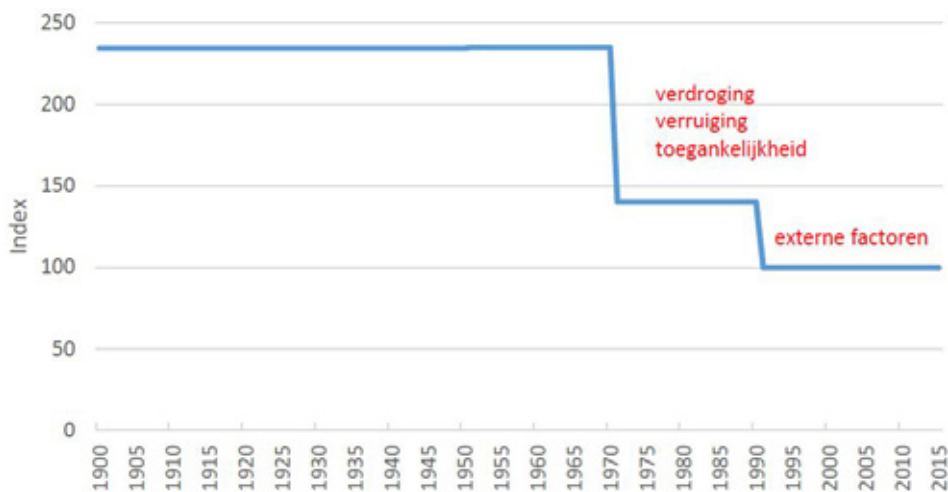
4.4.2 Vogels

Systematische tellingen van broedvogels in de duinen starten pas in de jaren zestig van de vorige eeuw en schetsen vanaf het begin van de jaren zeventig een behoorlijk beeld van de ontwikkelingen. In enkele streekavifauna's zijn fragmentarische bronnen aangaande het voorkomen vóór 1970 bijeengebracht. Een bijzondere bron voor de situatie in de eerste decennia van de 20ste eeuw vormen de publicaties van de Schouwse vogelaar en fotograaf Johannes Vijverberg. Met name het in 1926 verschenen 'Trouwe Wachters' uit de Vogelidyllen-serie biedt, ondanks zijn anekdotische opzet, een aardig inkijkje in de duinvogelwereld van weleer. Relatief veel is voorts bekend van het illustere vogelgebied 'De Beer', waar jonge natuurliefhebbers uit Den Haag en Rotterdam geregeld naartoe trokken. Veel van hun waarnemingen uit de jaren twintig zijn vastgelegd in 'Het Vogeleiland' (Van Beusekom et al. circa 1930).

Bodemdiereters

Aspectbepalend voor deze groep waren weidevogels, zoals Kievit, Tureluur en Kempphaan, en plaatselijk ook Kluut en Wulp. Lange tijd waren dit kenmerkende broedvogels van de vochtige open gronden in de binnenduinen, met name op Goeree en Schouwen. De verdroging en de betere ontsluiting van deze gebieden leidde tussen circa 1960 en 2000 tot een forse afname van de waarden van de duingraslanden voor deze broedvogels. Sinds circa 1990 zijn er gerichte maatregelen genomen om de afname van duingraslandvogel te stoppen. Verhoging van het grondwaterpeil is daarvan de belangrijkste, maar ook extensieve begrazing en creëren van rust vallen in die categorie. Desondanks is van een herstel van de weidevogelpopulatie nog geen sprake. De intrinsieke afname van deze soortgroep in heel West-Europa helpt daarbij niet echt. In de eerste decennia van de 20ste eeuw broedden sommige weidevogels ook in het veel opener buitenduin. Vijverberg (1926) kende de Kievit als broedvogel "op de hoge zandplateaus der duinen", Scholeksters broedden "op de kale zandbergen, langs hellingen van uitgestoven raveinen"

en de Wulp was “onze meest karakteristieke duinvogel”. Verruiging en verdroging heeft de weidevogels nadien goeddeels uit het buitenduin doen verdwijnen. De van nature drogere duingraslanden werden gekenmerkt door een kortgrazige, specifieke vegetatie. Het Konijn speelde eeuwenlang een cruciale rol bij de instandhouding van dit type graslanden, en de Tapuit was de meest kenmerkende broedvogel. De ineenstorting van de konijnenpopulatie door de geïntroduceerde virusziekte Myxomatose en VHS en de door landbouw en industrie veroorzaakte atmosferische depositie leidde vanaf circa 1970 tot een sterke verruiging van deze graslanden. De broedpopulatie van de Tapuit stortte volledig in; van enkele honderden paren begin jaren zeventig tot hooguit enkele per jaar na 2000. Gerichte pogingen om het leefgebied van de Tapuit te herstellen hebben vooralsnog weinig opgeleverd. Meeuwen broeden al eeuwen in open delen van het buitenduin, met name op de Kop van Schouwen (de Meeuwenduinen!) en op Vogeleiland De Beer. De kolonies werden lange tijd gereguleerd; deels ten behoeve van de eieroogst (vooral op Schouwen), later ook vanuit oogpunt van bestrijding. Met het wegvallen van deze regulatie en de opkomst van alternatieve antropogene voedselbronnen (open vuilnisbelt, voedselresten op straat) namen de aantallen van Zilvermeeuw in de jaren zeventig en tachtig een hoge vlucht. Met name door het wegvallen van een deel van deze voedselbronnen (denk aan het verdwijnen van open vuilnisbelten) nam de Zilvermeeuw weer af, maar de meer in het intergetijdengebied en op open zee foeragerende Kleine Mantelmeeuw nam in diezelfde periode juist sterk toe. Het is nu de talrijkste in de duinkolonies op Schouwen en Neeltje Jans broedende meeuwensoort. De kolonies op de beer werden door de meeuwen overigens eenvoudigweg ingeruild voor de minder prozaïsche omgeving van de Maasvlakte.



Figuur 4.93 Trends in het aantal bodemdieretende broedvogels in de Duinen tussen 1900 en 2015.

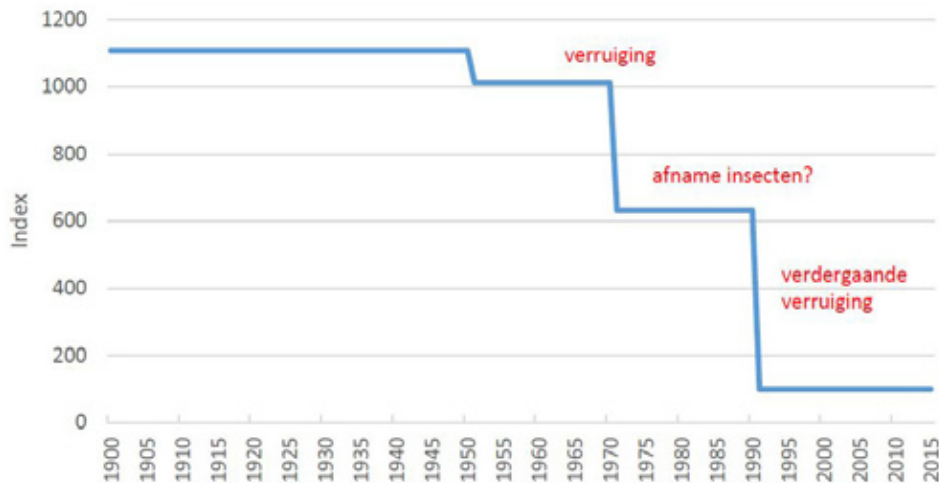
Planteneters

De aantalsontwikkeling van deze voedselgroep is duidelijk positief. Vooral de ganzen zijn daarbij aspectbepalend. In de oude literatuur wordt niet gerept van broedende ganzen in het duin. In de loop van de jaren zeventig vestigende de eerste Grauwe Ganzen en Brandganzen zich in duinvalleien, zo’n 15 jaar later gevolgd door de Grote Canadese Gans. Inmiddels zijn deze drie ganzen aspectbepalende broedvogels in veel duinvalleien en duingraslanden. De combinatie van eiwitrijk gras en rustige broedplaatsen maakt de duinstreek tot een ganzenwalhalla.

Insecteneters

Een van de kenmerkende ontwikkelingen in het duingebied is de verruiging. Een deel van de eertijds kortgrazige open graslanden heeft een snelle verruiging doorgemaakt en bestaat inmiddels deels uit opgaand struweel. Kenmerkende vogelsoorten van duinstruweel als de Nachtegaal hebben hiervan geprofiteerd. Vooral bij de nachtegaal is dit opmerkelijk: de soort neemt in het oosten des lands immers af ten gevolge van verdroging, terwijl hij in de duinen profiteert van de verruiging. Ook gewone soorten van opgaand bos als Tjiftjaf en Boomkruiper zijn duidelijk toegenomen. Het voedselaanbod lijkt voor de meeste insecteneters van struweel en opgaand duinbos geen probleem te zijn. Heel anders ligt dat voor soorten van halfopen duinterrein die vooral grotere insecten nuttigen. Hét voorbeeld daarvan is de Grauwe Klauwier: tot in de jaren zeventig een kensoort

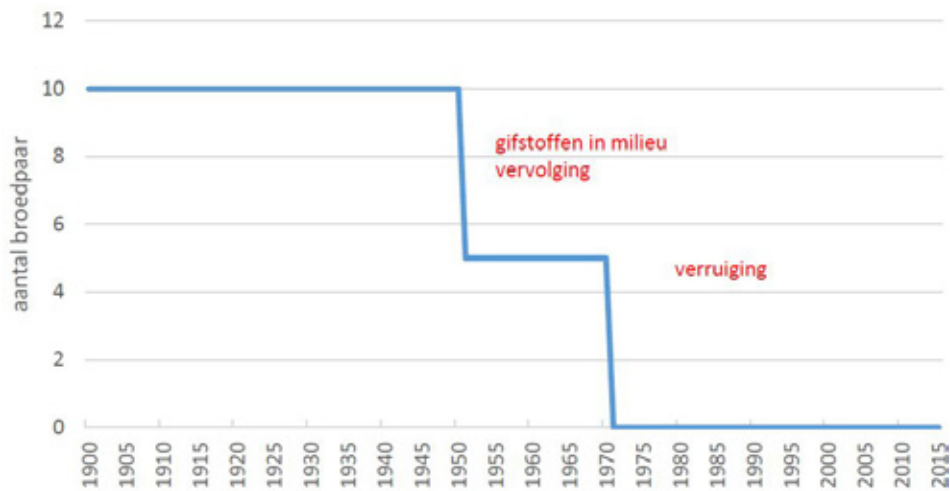
van dit duintype, maar in de jaren negentig geheel verdwenen als broedvogel. Hoewel jaarlijks wel wat trekvogels de duinstreek bezoeken is van een herstel, zoals we dat in geschikte heide- en veengebieden in Hoog Nederland zien, nog geen sprake. Het voor de Grauwe Klauwier geschetste beeld gaat ook op voor het Paapje: de weinige concrete bronnen wijzen op een geregeld voorkomen als broedvogel, vooral in kruidenrijke vegetatie in de binnenduinen, zoals de halfopen overgang van de Middelduinen naar het verpolderde zandwallenlandschap op Goeree. In de jaren zeventig kwam hier de klad in en inmiddels is de soort geheel als broedvogel verdwenen uit de Deltaduinen. Opvallend is dat de Roodborsttapuit de omgekeerde weg bewandelde: die was lange tijd erg schaars in halfopen duinland, maar heeft volop geprofiteerd van het op tegengaan van verruiging en stimuleren van verstuing gerichte beheer van bij voorbeeld de Zeepeduinen. Een andere recente winnaar uit deze categorie is de Boomleeuwerik, die momenteel talrijker is dan ooit sinds 1900.



Figuur 4.94 Trends in het aantal insectenetende broedvogels in de Duinen tussen 1900 en 2015.

Roofvogels

Roofvogels hadden in de Delta lange tijd te leiden van vervolging en – voor de boombroeders – van een gebrek aan opgaand geboomte. De Watersnoodramp van 1953 heeft voor deze groep van vogels natuurlijk voor een enorme kaalslag gezorgd, tot grote delen van het de Zuidwestelijke Delta niet alleen ontbost maar letterlijk ontboomd waren. Grauwe Kiekendieven floreerden echter in de grote open duincomplexen, waar genoeg prooi en voedsel te vinden waren. Vanaf de jaren vijftig nam de Grauwe Kiekendief echter af en in de jaren tachtig lijkt de soort als geregelde broedvogel van het toneel te verdwijnen. Naast de grote veranderingen in het open duin speelde de vergiftiging van veel prooidieren, die culmineerde in de aan de top van de keten staande roofvogels (net als de sterns op zee) een grote rol. Met het wegnemen van de belangrijkste factoren die de vergiftiging veroorzaakten trad een herstel op van roofvogelpopulaties. Mede door de afname van vervolging (die echter nooit geheel verdween) en de toename van opgaand geboomte groeiden soorten als Havik en Buizerd naar een voor Delta-begrippen ongekende populatieniveau, terwijl de voor rietland kenmerkende Bruine Kiekendief zich op de enkele geschikte plekken in het duin kon handhaven. De Grauwe Kiekendief daarentegen is vooralsnog niet teruggekeerd als broedvogel van het duingebied (Figuur 4.95).



Figuur 4.95 Trends in het aantal broedende roofvogels (Grauwe kiekendief) in de Duinen tussen 1900 en 2015.

4.5 Inlagen, kreekrestanten en polders

4.5.1 Flora en vegetatie

Binnen de Zuidwestelijke Delta vormen de polders – net als de duinen – een geheel eigen wereld, waarvan de ontwikkelingen grotendeels buiten de scope van dit onderzoek vallen. Alleen de inlagen en kreekrestanten getuigen van een marien verleden en kunnen tot op zekere hoogte als estuariene ecosystemen worden beschouwd. De flora en vegetatie van deze brakke tot zilte systemen komen in hoofdlijnen overeen met die van de schorren, als zijn er wel een aantal verschillen te benoemen. Zo is er een groep van zoutplanten die voornamelijk buitendijks groeien, waaronder Gewone zoutmelde (*Halimione portulacoides*), Zeealsem (*Artemisia maritima*), de beide slijkgrassen (*Spartina anglica* en *Spartina maritima*; zie voor de laatste de beschouwing bij het Volkerakmeer) en de beide zeegrassen (*Zostera marina* en *Zostera noltei*). Daartegenover staan soorten als Blauw kweldergras (*Puccinellia fasciculata*) en Spiraalruppia (*Ruppia cirrhosa*), die vrijwel alleen binnendijks voorkomt.

Wat betreft de 'echte' polders zijn het vooral het akkerland en de dijken die de aandacht vragen. Hier heeft vooral de intensivering van de landbouw haar tol geëist. Naast de grootschalige ruilverkavelingen, die ook buiten de Delta de natuur en landschap van het platteland ingrijpend veranderd hebben, hebben de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden een extra golf van modernisering en rationalisering gekend na de Watersnood, toen de gronden helemaal opnieuw ingericht moesten worden. Zo resteren van de voorheen fameuze bloemdijken nog slechts enkele goed ontwikkelde voorbeelden, terwijl wat betreft het akkerland complete systemen verloren zijn gegaan.

Wat het laatste betreft, refereren we aan de vlasakkers, die tot het midden van de jaren vijftig met name in Zeeland grote oppervlakten besloegen. Zij werden gekenmerkt door een geheel eigen flora, waarvan helemaal niets meer resteert (zie Mennema et al. 1980). In het klassieke overzicht van 'Plantengemeenschappen in Nederland' (Westhoff & Den Held 1969) wordt nog melding gemaakt van het *Lolio-Linion*, een eerder in Duitsland beschreven verbond van onkruidengemeenschappen van vlasakkers, met kenmerkende soorten als Vlasdolik (*Lolium remotum*), Vlashuttentut (*Camelina sativa* subsp. *alyssum*) en Vlaswarkruid (*Cuscuta epilinum*), maar een verdere onderverdeling in associaties was in 1969 al niet meer te geven. Vlasdolik is voor het laatst gevonden in 1949 op de Sint-Pietersberg in Zuid-Limburg. De soort zou zijn verdwenen door het verminderen van de vlasteelt en zaadzuivering. Hetzelfde geldt voor Vlashuttentut, die voor het laatst is gezien in 1931 in Watergraafsmeer bij Amsterdam. De vruchten en zaden van Vlashuttentut hebben dezelfde vorm en grootte als die van Vlas. Verondersteld wordt dat dit specifieke vlasakkeronkruid is ontstaan uit andere vormen van Huttentut, het gewas dat vroeger als oliezaad vaak samen met vlas werd verbouwd. De planten werden als groente gegeten en van de stengels werden bezems gemaakt. Vlaswarkruid werd voor het laatst in 1920 in ons land gezien, op Goeree. De Wever vermeldt dat Vlaswarkruid met

het verdwijnen van het laatste perceel vlas in 1901 uit Zuid-Limburg was vertrokken. De soort is een cultuurvolger, van oorsprong afkomstig uit het Midden-Oosten. De teloorgang van de vlasteelt in Zeeland kreeg binnen enkele jaren zijn beslag door de massale invoer van goedkoop vlas uit Rusland.

4.5.2 Vogels

De volgende beschouwing behandelt de veranderingen in de populaties van vogelsoorten in het polderland. Voor de inlagen en kreekrestanten verwijzen we naar de passages over de verschillende zeearmen, waarvan deze als het ware de (historisch bepaalde) randen of vroegere uitstulpingen zijn (zie Par. 2.2.4 en Par. 4.2). Een uitzondering maken we voor de Prunje, een grootschalig natuurontwikkelingsproject op Schouwen-Duiveland, dat ook wel bekend staat als Plan Tureluur. Ter compensatie van het verloren buitendijks getijgebied, veroorzaakt door de komst van de Deltawerken is dit 'Plan Tureluur' ontwikkeld. Met dit plan is aan de zuidkust van Schouwen-Duiveland een waterrijk natuurgebied van circa 4.400 hectare aangelegd en zijn enkele binnendijkse inlagen in de oorspronkelijke staat teruggebracht. Met slik, water, veilige droogte en heel veel ondiep water en drassig land is het een belangrijk broedgebied geworden voor kustbroedvogels als Kluut en Tureluur en vervult het in de trektijd en in de winter een belangrijk rust- en foerageergebied voor ganzen, eenden en steltlopers.

Net als voor de flora en vegetatie geldt dat in de vogelbevolking van het polderland sinds 1900 grote veranderingen zijn opgetreden. Alvorens een (korte) kenschets te geven van de betekenis hiervan voor de verschillende vogelgildes willen we eerst wijzen op enkele generieke oorzaken. Een cruciale factor is de rationalisatie van het landschap, waarbij ontwatering een hoofdrol speelt. De 'verzakeling' van het landschap zien we ook terug in het verdwijnen van overhoekjes, de verminderde beschikbaarheid van oogstresten en natuurlijk de forse gif- en fosfaatlast. Veel traditionele akker- en weidevogels, zowel die van open als die van meer besloten landschap, hebben het daarom moeilijk. Andere groepen profiteren juist van de veranderingen. Zo is de fors toegenomen voedselwaarde van regulier agrarisch grasland (het zogenaamde 'turbogras') een van de succesfactoren voor de opkomst van Grauwe Gans, Brandgans en Grote Canadese Gans. Toename van bosaanplant (ook rond dorpsuitbreiding en recreatieve bebouwing) leidde tot vestiging van reguliere bos- en struweelvogels als Grote Bonte Specht en Zwartkop in het polderland. Bij de toegenomen kraaiachtigen en roofvogels speelde daarnaast een toleranter houding ten opzichte van deze groepen een rol. En samenwerking tussen landbouwers en natuurbeschermers heeft geresulteerd in de comeback van de bijna verdwenen Kerkuil.

Weide en akkervogels

Bodemdiereters:

De graslanden in zogeheten oudlandkernen als het Platte van Walcheren, De Goesse Poel, de Yerseke Moer en de Hengstdijkse Putting herbergden van oudsher veel weidevogels, waaronder Kievit, Scholekster en Tureluur. Typisch voor de Delta is de aanwezigheid van de Kluut in zilte binnendijkse graslanden, vaak nabij krekken. Grutto's waren in de eerste helft van de twintigste eeuw over het algemeen schaars, maar namen tussen circa 1950 en 1990 toe. Opvallend is dat deze toename nog doorliep terwijl de afname in de grote veenweidegebieden in het Groene Hart al was ingezet. Sindsdien gaat het weer bergafwaarts; een proces dat de sinds circa 2005 in een stroomversnelling lijkt te zijn geraakt. De Kemphaan lijkt lange tijd een vrij gewone broedvogel te zijn geweest in het lage land van Schouwen, al repte Vijverberg in 1926 al van een afname. Net als op Schouwen verdween de soort op Walcheren, in de Goesse Poel en het Groot Eiland bij Hulst na de landinrichting. In de Yerseke Moer hield hij het langer vol, maar rond 2000 waren er geen jaarlijks bezette broedplaatsen meer in de Deltapolders. De Tureluur is een van de meest karakteristieke broedvogels van de Delta. Sinds 1950 is de soort in het polderland echter sterk afgenomen. De verlaging van het grondwaterpeil is daarbij een sleutelfactor. Serieuze dichtheden van Tureluurs zijn vandaag de dag in de polders alleen nog te vinden in graslandreservaten als Polder Biert bij Spijkenisse, de Sint Laurens Weihoek op Walcheren en de Yerseke Moer.

Het open akkerland van de Deltapolders herbergt tenminste sinds het begin van de twintigste eeuw broedende 'weidevogels' als Kievit en Scholekster. Zeer kenmerkend voor dit landschap zijn ook zangvogels als Gele Kwikstaart, Graspieper en Veldleeuwerik. Op basis van incidentele bronnen valt op te maken dat veel van deze soorten rond 1950 veel talrijker waren dan nu. Hetzelfde geldt voor kenmerkende soorten van meer besloten, vaak door binnendijken doorsneden akkerland als Patrijs en

Zomertortel. De broedvogelmeetnetten tonen voor beide soorten een afname van circa 90% sinds circa 1990, terwijl er indicaties zijn dat deze afname inde decennia ervoor al was ingezet.

De huidige broedvogelmeetnetten in Zuid-Holland en Zeeland houden een vinger aan de pols. Ze indiceren dat veel soorten ook sinds de laatste eeuwwisseling verder zijn afgenomen. In een deel van de het polderland is het tegenwoordig op een mooie ochtend in april of mei vrijwel stil; een situatie die tot voor kort ondenkbaar was. Toch zijn er ook lichtpuntjes. Bij veel soorten lijkt de afname de laatste jaren gestopt te zijn. De Gele Kwikstaart doet het – ondanks een terugval rond 2005 – nog redelijk goed. De groeiende belangstellende voor de typische akkerfauna leidt plaatselijk tot samenwerking tussen natuur en landbouw. Het door Stichting Het Zeeuwse Landschap en plaatselijke boeren opgezette project nabij de Koudekerkse Inlaag op Schouwen, waarbij de akkers in de winter een aantal maanden als stoppeland blijven liggen, leidt nu reeds tot mooie resultaten, zoals een ouderwets hoge dichtheid aan Veldleeuweriken; ook de Patrijs neemt hier voorzichtig toe. En ook al waren en zijn natuurwaarden niet leidend in het bij uitstek rationele polderlandschap, enige hoop mag toch worden geput uit het agrarisch natuurbeheer en de door de Europese Unie beoogde Vergroening van het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (zie Stortelder & Schaminée 2014).

Overige steltlopers en wintergasten:

Op sommige plaatsen in het polderland kunnen zich (tijdelijk) hoogwatervluchtplaatsen van aan het intergetijdengebied gebonden steltlopers bevinden. Enkele soorten steltlopers foerageren in het winterhalfjaar ook op binnendijkse graslanden en akkers. Dat geldt met name voor Kievit, Wulp en Goudplevier. Op basis van incidentele gegevens valt op te maken dat de Goudplevier tot begin jaren tachtig erg talrijk kon zijn op poelgronden en stoppelakkers, maar nadien duidelijk is afgenomen in dit habitat. Die afname lijkt het grootst in Zeeuws-Vlaanderen. Tegenwoordig komen binnendijks nu en dan nog fikse groepen voor op het Platte van Walcheren, de Yerseke Moer, rond de Grevelingen en het Spui en in het Oudeland van Strijen. Kenmerkend voor het polderland in de Delta is ook het voorkomen van kleine aantallen langs sloten en vaarten en kreken overwinterende Tureluurs, Witgatjes en Zwarte Ruiters. Vooral slikkige, vaak iets brakke wateren zijn in trek.

Planteneters:

Het Deltagebied is al lange tijd een van de belangrijkste Nederlandse overwinteringsgebieden voor ganzen en zwanen. De combinatie van voedselresten en/of kiemende gewassen op de akkers en de nabijheid van veilige buitendijkse slaapplekken speelt daarbij voor veel soorten een grote rol. Ook grootschalig grasland is aantrekkelijk, maar met de afname van het oppervlak ervan nam ook het belang voor de ganzen af. Tegenwoordig zijn vooral de door natuurorganisaties beheerde graslanden als het Oudeland van Strijen, de Koudenhoek op Goeree, de Yerseke Moer, de Blikken in West Zeeuws-Vlaanderen en de Hengstdijkse Putting in trek. Regulier agrarisch grasland – een habitat waar nauwelijks nog weidevogels te vinden zijn – is zeker in de late winter ook in trek. Met de toename van de flywaypopulaties namen ook de in Zeeland verblijvende aantallen toe. Dat geldt voor de Toendrarietgans, Kolkans en Grauwe Gans, en sinds de eeuwwisseling tevens in spectaculaire mate voor de Brandgans.

Het belang van de Delta voor de winterganzen neemt toe bij streng winterweer in de noordelijker overwinteringsgebieden, zoals Friesland en Noordwest-Duitsland. Veel van de daar verblijvende ganzen vliegen dan door naar de Delta. De grootste binnendijkse aantallen verblijven doorgaans in de open polders rond het Haringvliet en in Zeeuws-Vlaanderen. Met de recente komst van grote aantallen – veelal buitendijkse – broedvogels is er nu op diverse plaatsen sprake van jaarrond verblijvende ganzen. Met name Grauwe Ganzen en in mindere mate Grote Canadese Ganzen broeden ook geregeld binnendijks langs de vele kreken en plaatselijk zelfs in poldervaarten. Dit leidt nogal eens tot fricties met agrariërs.

De grote groei bij de winterpopulaties lijkt er recent bij de meeste soorten wel uit te zijn. De totalen van de Grauwe Gans nemen in Zeeland zelfs al enige jaren af, al is dat vooral aan de situatie op en nabij het Verdrongen Land van Saefthinghe te danken. De spreiding van Grauwe Ganzen over het agrarisch gebied elders in de Delta is zeker niet verminderd. De hoeveelheid oogstresten lijkt momenteel ten gevolge van de steeds efficiëntere oogstmethoden af te nemen. Vooral in jaren met een relatief droge herfst valt dat op. Bij forse regenval kunnen de machines vaak niet goed het land op en zijn er forse groepen ganzen en – soms – zwanen op bij voorbeeld bietenresten te vinden. De verminderde voedselbeschikbaarheid lijkt vooral gevolgen te hebben voor de Toendrarietgans en de Kleine Zwaan.

5 Synthese: ontwikkelingen in de biodiversiteit van de Zuidwestelijke Delta

Met uitzondering van de Zuiderzee is er geen gebied in Nederland waar de omstandigheden in de voorbije eeuwen zo drastisch veranderd zijn als in de Zuidwestelijke Delta, met alle gevolgen vandien voor flora en fauna. Inpolderingen, dijkverzwaringen, havenwerken en andere ingrepen speelden altijd al een rol, maar hun impact verbleekt in vergelijking met de nasleep van de Watersnood van 1953. Na deze ramp werd besloten de Zuidwestelijke Delta geheel opnieuw in te richten, onder het motto dat een dergelijke ramp nooit meer zou mogen plaatsvinden: de Deltawerken waren een feit. De technische vooruitgang in de 20ste eeuw maakte het mogelijk op een schaal te opereren die voordien onmogelijk was. Dat zien we ook terug in de ontwikkeling van de Rotterdamse haven vanaf 1950 en de intensivering van het vaargeulonderhoud in de Westerschelde. Onze analyse, die zich met name richt op de periode na 1900, maakt duidelijk dat deze ontwikkelingen een enorme impact hebben gehad op natuur, biodiversiteit en landschap. Met name veel van de estuariene natuur is verloren gaan: al met al zo'n 60% van de voor de Delta zo kenmerkende levensgemeenschappen heeft moeten plaatsmaken voor andere ecosystemen (zoetwatermilieus, terrestrische natuur), die buiten de Delta veelal nog in grote oppervlakten aanwezig zijn. De karakteristieke soorten-samenstelling is nog altijd aanwezig, omdat het leefgebied er nog wel is, alleen in kleinere aantallen. Het verlies aan areaal werkt dan ook tot op de dag van vandaag door in de populatieaantallen van veel estuariene soorten. Voor migrerende vissoorten is het beeld anders, doordat door de deltawerken de rivieren onbereikbaar werden zijn deze soorten grotendeels geheel verdwenen.

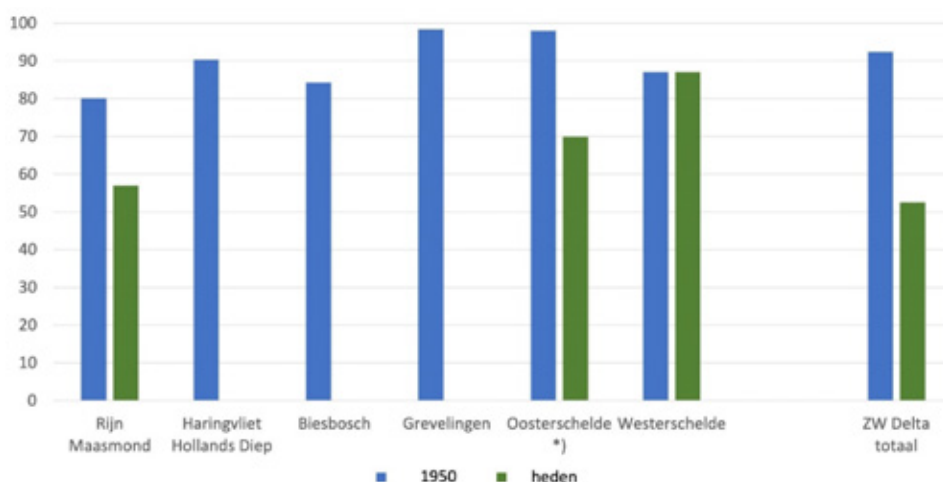
Een randvoorwaarde voor een gevarieerde biodiversiteit is het aanbod van voldoende habitat voor de afzonderlijke diergroepen, planten en hun levensgemeenschappen. De veranderingen in de omvang en kwaliteit hiervan betreffen niet alleen het daadwerkelijke verlies aan oppervlakte, maar hangen ook samen met de ruimtelijke configuratie van de verschillende habitattypen en de samenhang daartussen. Naast de ruimtelijke ingrepen bepalen het menselijk gebruik en beheer in hoeverre aan de eisen van de afzonderlijke soorten en gemeenschappen wordt voldaan, samen met de milieumomstandigheden die ter plekke heersen, zeg maar de abiotische randvoorwaarden.

Op twee fronten is de voorbije decennia veel winst geboekt, te weten de milieukwaliteit (in het bijzonder de waterkwaliteit) en de jacht en visserij. In het bijzonder de slechte kwaliteit van water en bodem in de jaren zestig tot tachtig van de vorige eeuw leidde tot veel vissterfte en een sterke verarming van de bodemfauna, hetgeen een dramatische achteruitgang in de populaties van zeezoogdieren en diverse vogelsoorten tot gevolg had. Ongebreidelde visserij en jacht decimeerden in het verleden de omvang van trekvissoorten en specifieke vogels als meeuwen, sterns en roofvogels. De kentering vond plaats in de tweede helft van de 20ste eeuw. Hier ligt op dit moment dan ook niet de grootste uitdaging. Die ligt veeleer op het herstel van estuariene habitats, zowel wat betreft hun omvang als hun onderlinge connectiviteit.

Wat betreft de binnendijkse ecosystemen in de Zuidwestelijke Delta kunnen we constateren dat de waargenomen achteruitgang na 1900 in hoofdzaak is toe te schrijven aan veranderend landgebruik en beheer. Dit geldt onder andere voor de bloemrijke dijkbeemden en diverse duingraslanden. Eutrofiëring en het geleidelijk dichtgroeien met struweel en bos zijn de belangrijkste verklarende processen. Van de desbetreffende plantengemeenschappen staan in het bijzonder de Associatie van Dauwbraam en Marjolein en de Duin-Paardenbloem-associatie onder druk. Een vogelgroep die een sterke achteruitgang heeft laten zien, betreft de akkervogels, maar deze omslag is geenszins specifiek voor de Zuidwestelijke Delta: andere delen van ons land laten eenzelfde beeld zien. Ons onderzoek richt zich echter vooral op de estuariene biodiversiteit.

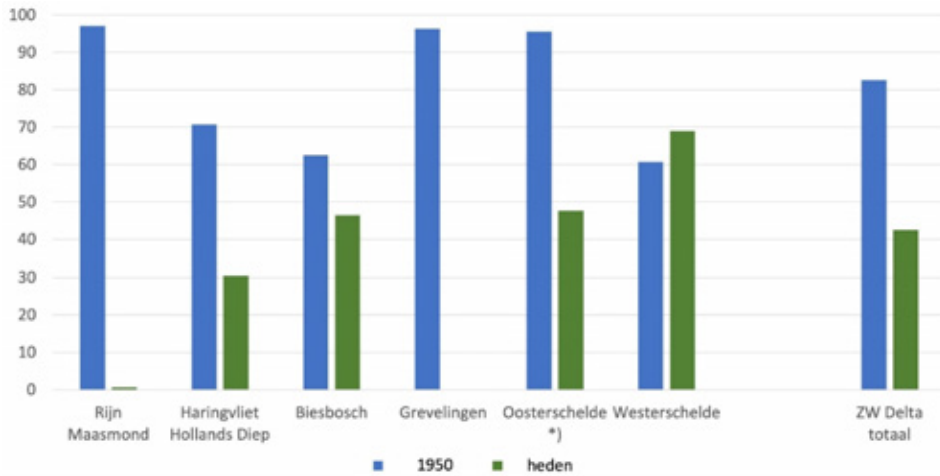
5.1 Achteruitgang van estuariene habitats

Van oudsher is de Delta onderhevig aan grootschalige menselijke beïnvloeding, of het nu gaat om ingrepen ten behoeve van de waterveiligheid of landwinning, dan wel om het temmen van de rivieren en reguleren van de estuaria ten behoeve van de scheepvaart. Al met al zien we gedurende de afgelopen eeuw een sterke achteruitgang in omvang en kwaliteit van het estuariene habitat met het daarbij behorende leefgebied voor typerende soorten. Debet hieraan is een sterke afname of een totaal verdwijnen van de getijdenwerking, met als gevolg een ingrijpende verstoring van de morfologische dynamiek (opbouw en afbraak) in de Delta (Figuur 5.1). Samen met een teloorgang van zoet-zout overgangen en een sterk verminderde connectiviteit typeren deze processen de dominante veranderingen in het estuariene landschap van de Zuidwestelijke Delta gedurende de afgelopen eeuw. Wat betreft de connectiviteit gaat het hierbij niet alleen om de verbindingen tussen de waterbekkens onderling, maar ook die tussen de Noordzee en de rivieren (Maas-Rijnsysteem). Geleidelijke overgangen tussen zoetwater en zoutwater zijn feitelijk alleen nog in het Schelde-estuarium en in de Nieuwe Waterweg en Oude Maas prominent aanwezig.



Figuur 5.1 Areaal estuarien gebied omstreeks 1950 en heden, uitgedrukt in percentages ten opzichte van de situatie in 1900. Polderwerken zorgen tussen 1900 en 1950 voor een afname van ongeveer 10% van het areaal. Na 1950 zijn de Deltawerken verantwoordelijk voor een verdere afname met nog eens 40%. In totaal is het estuariene gebied sinds 1900 dus met 50% afgenomen. De Oosterschelde is inclusief het Veerse Meer, Krammer-Volkerak en Markiezaatmeer.

Over de veranderde getijdenwerking het volgende. Aan de landzijde van alle dammen en keringen is deze volledig verdwenen. De enige uitzonderingen vormen de Oosterschelde, waar de stormvloedkering tot een sterk gereduceerd getij heeft geleid, en de Westerschelde, waar onder invloed van het vaargeulbeheer de getijdendynamiek juist is toegenomen, en de Nieuwe Waterweg. In de Westerschelde heeft dit beheer geleid tot een verstarring van het meergeulensysteem en een relatieve groei in omvang en hoogte van de platen en slikken. In alle overige waterbekkens is voor de platen en slikken sprake van een afname. Ze zijn ofwel volledig verdwenen of worden sterk aangetast door de veranderde hydro- en morfodynamiek. In de Oosterschelde zijn de resterende geulen te ruim voor de hoeveelheid water die zij vervoeren en hebben 'zandhonger'. Omliggende platen leveren het zand voor het 'stillen van de zandhonger' in de geulen. Tegelijkertijd is in alle waterbekkens de golfwerking veel meer gericht op één oeverhoogte, wat leidt tot erosie. In de afgesloten bekkens verklaart dit de aantasting van de oevers en drooggevallen platen, en bestaat de noodzaak deze te beschermen door de aanleg van vooroeverbestortingen. In de Oosterschelde verklaart dit het doorgaande verlies van slikken, platen en schorren na aanleg van de stormvloedkering.



Figuur 5.2 Areaal intergetijdengebied omstreeks 1950 en heden, uitgedrukt in percentages ten opzichte van de situatie in 1900. Voor de Zuidwestelijke Delta als geheel blijkt dat de oppervlakte platen, slikken en schorren tussen 1900 en 1950 is afgenomen met een kleine 20%; het aanleggen van polders is de belangrijkste oorzaak. Na 1950 leiden de Deltawerken tot een verdere afname van nog eens 40%. In de Grevelingen, het Veerse Meer en de afgesloten landwaartse uitlopers van de Oosterschelde (Krammer-Volkerak, Zoommeer en Markiezaatmeer) is het intergetijdengebied geheel verdwenen. In het open deel van de Oosterschelde staat het resterende intergetijdengebied bloot aan doorgaande erosie. In de Westerschelde, het Haringvliet-Hollandsch Diep, de Biesbosch en de Rijn-Maasmond is sinds de jaren negentig van de vorige eeuw sprake van een licht herstel door het terugbrengen van estuariene invloed in oorspronkelijke polders.

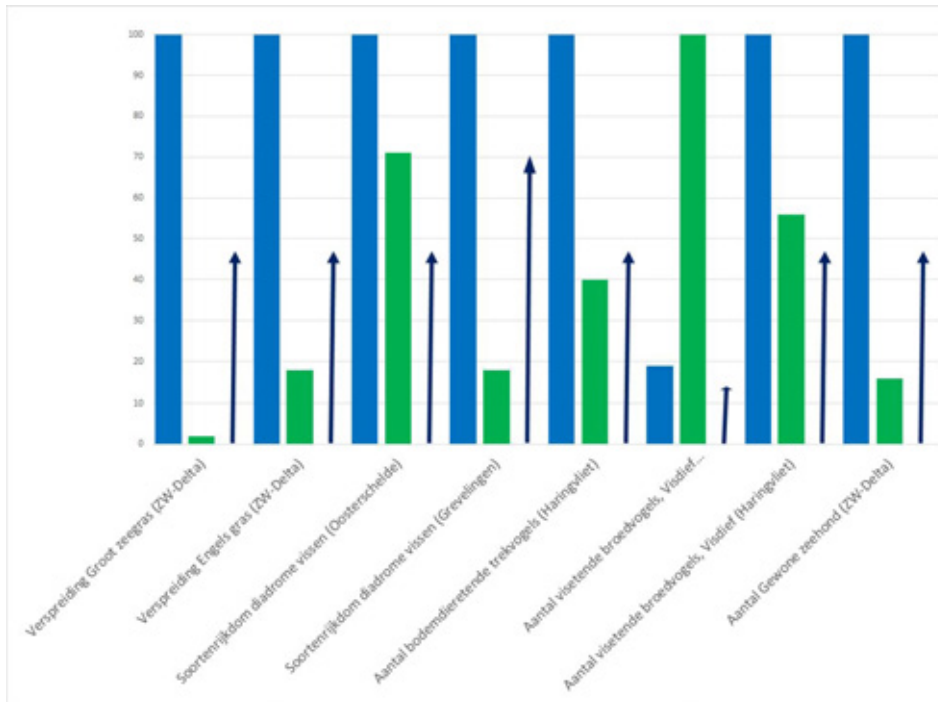
Overeenkomstig de zandhonger in de bekkens wordt ook de kust gekenmerkt door een structureel zandtekort. Het vrijwel ontbreken van sedimentaanvoer vanuit de rivieren, het wegvallen van golfgedreven sedimentaanvoer vanuit zee en een tegelijkertijd stijgende zeespiegel veroorzaken een terugtrekking van de kust. Vanaf 1990 wordt deze bestreden met zandsuppleties vanuit de Noordzee, gedachtig de metafoer *No sediments, no Netherlands*.

Bedijkingen en inpolderingen zijn al eeuwen, dus ver vóór de Deltawerken, verantwoordelijk voor het rechtstreeks verdwijnen van intergetijdengebied. Deze vorm van ingrijpen kent een hoogtepunt in de 19de eeuw, maar is nog omvangrijk tot in de jaren zeventig van de vorige eeuw (Figuur 5.2). Vanaf de jaren negentig ontstaat een kentering en worden, zij het op kleine schaal, polders weer opengesteld voor estuariene invloeden, leidend tot een lichte toename van het areaal aan intergetijdengebied. De Deltawerken zorgen in diverse bekkens in één klap voor een verlies van intergetijdengebied in orde van grootte vergelijkbaar met de achteruitgang door inpolderingen langs deze zeearmen sinds 1850 (zie ook Figuur 2.38). De impact van de Deltawerken ligt dan ook niet alleen besloten in zijn omvang, maar ook in de snelheid waarmee deze planologische ingreep gestalte kreeg.

5.2 Veranderingen in biodiversiteit

De teruggang in beschikbare arealen van estuariene habitats en een sterke of totale afname van de hydromorfologische en hydrochemische dynamiek (zoet-zout gradiënten) en van verbindingen tussen de waterbekkens, dit alles als gevolg van menselijk ingrijpen, hebben direct gevolgen voor zowel de flora als de fauna in de Delta. Als we ons uitsluitend richten op het voorkomen van soorten (aanwezigheid versus afwezigheid), dan zou je kunnen concluderen dat er niet zoveel veranderd is. Slechts een enkele soort is in de loop van de voorbije eeuw geheel uit de Delta verdwenen, en *grosso modo* geldt zelfs dat er soorten zijn bijgekomen. Vooral voor de planten geldt dat het aantal is toegenomen, vanwege het extra aanbod aan zoet leefgebied, het oprukken van soorten vanuit het zuiden door klimaatverandering en een verhoogd aanbod aan geschikt substraat (stenig milieu in verstedelijkende gebieden, waar een warmer microklimaat heerst). Wat erbij komt, is evenwel 'meer van hetzelfde', terwijl de estuariene habitats wel degelijk zwaar onder druk staan.

We hebben geen samenvattend overzicht van alle estuariene veranderingen in de Zuidwestelijke Delta, maar aan de hand van een aantal kenmerkende soorten en soortengrepen kunnen we toch een goed beeld schetsen van de trends in biodiversiteit (Figuur 5.3). De afname van het intergetijdengebied als direct gevolg van de afdammingen en als gevolg van erosie door de veranderde sedimentdynamiek resulteert in een afname van het foerageergebied en van de foerageertijd voor vogels, een afname van het leefgebied voor dieren van droogvallende bodems, een afname van de rust-, geboorte- en zoogplaatsen voor zeezoogdieren, een afname van paai- en opgroeigebied voor vissen en een achteruitgang van plantensoorten van zilte en brakke milieus, en van het zoetwatergetijdenmilieu.



Figuur 5.3 Illustratie van optredende trends in estuariene soorten en soortgroepen in de zeearmen tussen 1900-1950 (blauw) en 1970-2020 (groen). De hoogste waarde in de vergeleken perioden is telkens op 100% gezet. Met de grootte van de pijlen is het perspectief voor (relatief) herstel aangegeven dat verwacht mag worden bij het opnieuw invoeren of versterken van estuariene dynamiek, inclusief connectiviteit.

Aanpassingen aan rivieren vonden al ver vóór 1900 plaats en drukten, samen met overbevissing, hun stempel op de populatietrends van trekvis. Aangelegde dammen en watermolens in de kleinere stroompjes van de bovenrivieren van de Rijn zorgden voor barrières en habitatdegradatie voor met name de Atlantische zalm, maar ook voor Zeeprík, Rivierprík, Houting, Elft en Europese steur, die stroomopwaarts trokken naar de bovenstroomse kiezelbedden om te paaien. De achteruitgang van de Atlantische zalm in de Delta wordt hiermee al enkele eeuwen eerder dan 1900 ingezet. Het reguleren van de rivieren resulteerde in het verdwijnen van de paaigronden van Europese steur. Veel trekvissoorten laten dan al een neerwaartse trend zien of sterven zelfs lokaal uit, lang vóór de realisatie van de Deltawerken. De Deltawerken zelf zijn voor soorten als Europese steur, Atlantische zalm, Houting en Elft dus geen belangrijke factor meer voor hun teloorgang. Een uitzondering is de Fint. Met het wegvallen van de estuariene dynamiek door de realisatie van de Deltawerken, verdween het grote tijverschil in het zoetwatergetijdengebied van de Biesbosch, dat een belangrijk paaigebied vormde voor de Fint. Dit was de laatste druppel voor een door overbevissing al gedecimeerde populatie.

Wanneer het gaat om de terugkeer en herstel van trekvissoorten in de Zuidwestelijke Delta, spelen de Deltawerken natuurlijk wel een belangrijke (negatieve) rol. De habitateisen van trekvis zijn soortspecifiek, maar passeerbaarheid in- en van de Delta is een eis die voor elke trekvissoort geldt. Daarvoor moet niet alleen een hoge intrek-efficiëntie gerealiseerd worden, maar ook een hoge uittek-

efficiëntie. Met het Kierbesluit in het Haringvliet en andere oplossingen voor migratieknelpunten wordt geïnvesteerd in het verbeteren van de connectiviteit in de Delta en daarmee de passeerbaarheid voor trekvis. Het oplossen van deze knelpunten zal voor bepaalde trekvissoorten evenwel niet voldoende zijn. De geschiktheid van het achterland, dat per soort verschillend is, moet ook gegarandeerd worden. Voor de Fint bijvoorbeeld zijn terugkeer van goed functionerende zoetwatergetijdengebieden en de aanwezigheid van estuariene dynamiek twee belangrijke vereisten. Deze habitateisen zijn in de huidige situatie voornamelijk alleen voldoende aanwezig in de Westerschelde en Zeeschelde. Veranderingen in connectiviteit resulteerden trouwens ook in het verlies van opgroei- en foerageergebied voor mariene seizoensgasten en mariene juveniele vissoorten. Met de realisatie van de Kier zal het areaal aan foerageer- en opgroei- en foerageergebied voor mariene seizoensgasten en mariene juveniele vissen mogelijk toenemen.

Het macrozoöbenthos (wormen, schelpdieren, kreeftachtigen en andere faunagroepen die in en op de bodem leven), vormt een centrale component van mariene, estuariene en aquatische milieus. Deze organismen zijn een belangrijke schakel in de voedselketen en heel wat vis- en vogelsoorten zijn hiervan afhankelijk. Intergetijdengebieden zijn voedselrijk en zeer productief, en herbergen grote hoeveelheden macrozoöbenthos. Door het verdwijnen van grote oppervlakten intergetijdengebied sinds 1900 is veel gebied verloren gegaan voor het macrozoöbenthos, met alle consequenties vandien voor vogels en vissen. Grote estuariene intergetijdengebieden vinden we nu enkel nog in het Westerschelde-estuarium en de Oosterschelde, maar ook deze gebieden staan onder druk. In de Oosterschelde verdwijnen de slikken en zandplaten langzaam onder invloed van de zandhonger, in de Westerschelde verstarren de intergetijdengebieden en worden zij steiler, met nadelige consequenties voor het macrozoöbenthos en de voedselketen. De verschillende ontwikkeling van Oosterschelde (minder dynamiek) en Westerschelde (meer dynamiek) illustreert hoe menselijk handelen ingrijpt op het bodemleven en daarmee op het ecologisch functioneren van het gehele systeem.

In de afgesloten zeearmen zien we al met al twee trends. In de zoute, gesloten zeearmen komen bodemdiergemeenschappen voor die kenmerken vertonen van de open zeearmen. Echter, de doorgaans slechte waterkwaliteit (zuurstofloosheid, eutrofiëring, onvoldoende verversing en stratificatie) zorgt op veel plekken voor verarmde bodemdiergemeenschappen. Het terug in verbinding stellen van het Veerse Meer met de Oosterschelde via de Katse Heule resulteerde in een betere verversing van het water, een betere waterkwaliteit, en daarmee ook een grotere diversiteit aan macrozoöbenthos. De Grevelingen is een relatief zandig en voedselarm systeem, waardoor de biomassa van het benthos hier betrekkelijk laag is. In de gesloten, zoete bekkens zien we een complete omslag van het macrozoöbenthos, met in de nieuwe situatie zoetwatergemeenschappen die overeenkomen met andere zoete meren in Nederland. Feitelijk gaat het hier niet meer om estuariene natuurwaarden: het is een beetje meer van hetzelfde als in de rest van Laag Nederland.

Voor de vogelbevolking hadden de inpolderingen en afsluitingen, zoals al aangegeven, een drastische wijziging van het biotoopaanbod tot gevolg. Het permanent droogvallen van platen (waardoor de oppervlakte intergetijds sterk afnam) was zeer nadelig voor bodemdieretende vogels. Tijdelijk waren de afsluitingen gunstig voor broedvogels van pioniervegetatie, zoals plevieren en sterns, maar vegetatiesuccessie maakte daar snel een eind aan. Momenteel zorgt het gebrek aan pioniervegetatie, door de verminderde dynamiek in de zeearmen, voor een tekort aan geschikte broedplaatsen voor kustbroedvogels, die ook meer dan vroeger last hebben van verstoring door een toename van toeristen. De rietruigten die ontstonden, waren goed voor moerasvogels (waaronder Bruine kiekendief), maar voortschrijdende successie maakte de biotopen weer ongeschikt. Onder de nieuwe omstandigheden vestigden zich bosvogels en roofvogels van opgaande vegetatie, waaronder de Zeearend. Met het aanleggen van broedeilanden en schelpenstranden is gepoogd steeds habitat voor de broedvogels van kale gronden en pioniervegetatie voorhanden te houden, maar het vergt wel permanente inspanning.

Voor de Oosterschelde geldt dat doorgaande erosie leidt tot verkleining en vervlakking van de platen. Beide hebben een negatief effect op de mogelijkheden om te foerageren voor vogels, door een afname van zowel het beschikbare areaal als de beschikbare foerageertijd.

Intensivering in exploitatie van natuurlijke hulpbronnen (vis, schelpdieren, agrarische productie), maar ook een toename in het gebruik van de Delta voor scheepvaart en recreatie gedurende de afgelopen eeuw, heeft sterk nadelige gevolgen gehad voor de bodemdieretende vogelsoorten. Toename van de recreatie kan voor kustbroedvogels van open terreinen (sterns, plevieren) ongunstig uitpakken, terwijl ook grote groepen doortrekkers en wintergasten in toenemende mate last hebben van verstoring. Natuurbeheerders proberen via beheer en recreatieve zoning geschikt leefgebied voor vogels in de Delta te behouden. Via maaien en begrazen wordt vegetatiesuccessie voorkomen. Verstoring als gevolg van al deze activiteiten kunnen ook een beperkende factor zijn voor zeehonden, bruinvissen en vissoorten.

Voor de plantengroei geldt dat vooral het verlies aan estuariene habitats zijn weerslag vindt op het voorkomen en de verspreiding van de desbetreffende soorten en gemeenschappen. De 'uitersten' zijn in dit verband de zorgenkindjes. In het open water hebben de zeegrassen enorm te lijden gehad van de veranderingen, met een sterk terugdringen van Klein zee gras en het op een gegeven moment totaal verdwijnen van Groot zee gras als gevolg. Gedurende een korte periode in de jaren zeventig-tachtig van de vorige eeuw kwamen in het Grevelingenmeer enorme oppervlakten aan velden van Groot zee gras voor, maar dit bleek een tijdelijk fenomeen. Enkele jaren geleden echter heeft zich aan de oostkant van de Oosterschelde een nieuwe populatie Groot zee gras weten te vestigen, die zich vooralsnog lijkt te handhaven. Het gaat om de eenjarige vorm van deze soort, die in de getijdenzone voorkomt. Een gelijksoortig verhaal kan worden verteld over de schorrenplant Klein slijk gras. Hiervan werd lange tijd aangenomen dat de soort uit de Delta was verdwenen, maar in 2017 werd ze teruggevonden, binnendijks op de Hellegatsplaten en (in 2018) buitendijks op de Slikken van Viane. Het andere uiterste betreft het zoetwatergetijdengebied, waar door de sterke reductie van de getijdenwerking een aantal soorten en gemeenschappen zwaar onder druk is komen te staan. Dit betreft in het bijzonder de Driekantige bies en de daaraan gelieerde plantengemeenschap. Een tweede soort die sterk onder druk staat is de Spindotter, die in tot het zoetwatergetijdengebied beperkte rietbegroeiingen zijn optimale voorkomen heeft. Sterk onder druk staan ook de niet met Grote brandnetel of Reuzenbalsemien verruigde voorkomens van het Veldkers-ooibos, een eveneens tot het zoetwatergetijdengebied beperkte gemeenschap.

Planten van schorren komen al met al nog steeds wijdverbreid voor in de Zuidwestelijke Delta, nochtans zijn vrijwel alle populaties van zoutplanten door verlies aan zoute oeverlanden achteruitgegaan. De grootste verliezen zijn opgetreden bij soorten die (vrijwel) uitsluitend buitendijks groeien. Binnendijks zijn door natuurontwikkeling wel aanzienlijke oppervlakten schorvegetatie ontstaan, bijvoorbeeld door de uitvoering van Plan Tureluur op Schouwen-Duiveland. Plantensoorten van brakke omstandigheden kenden tijdelijk een opleving in de geleidelijk zoeter wordende oeverlanden, maar op termijn zullen (zonder gerichte ingrepen) weinig brakke overgangsmilieus voorhanden blijven.

In alle bekkens van de Zuidwestelijke Delta, zij het open zeearmen, gesloten zoute zeearmen of gesloten zoete zeearmen, zien we sinds 1900 in toenemende mate exoten opduiken, die vaak ook een invasief karakter krijgen. Voor het macrozoöbenthos zijn dat bijvoorbeeld de Japanse oester, Amerikaanse zwaardschede, Quaggamossel en kolonievormende zakpijpen. Deze kunnen een grote invloed uitoefenen op andere soorten en het ecologisch functioneren. Hoe de bodemdiergemeenschappen zich verder ontwikkelen, hangt af van de vestiging van eventueel nog meer nieuwe soorten, door klimaatverandering en menselijk transport. Het is niet helemaal duidelijk in hoeverre de estuariene veranderingen hebben bijgedragen aan vestiging en uitbreiding van deze soorten. Denk bijvoorbeeld aan het Rotterdamse havengebied, waar een sterke toename van activiteiten ongetwijfeld geleid heeft tot het lozen van meer ballastwater, waarin exoten 'opgenomen' kunnen zijn.

5.3 Toekomstperspectief

Voor de toekomstige ontwikkeling van het resterende estuariene milieu in de Zuidwestelijke Delta zijn dynamiek en beschikbaarheid van sediment bepalende factoren. Het is daarom van belang om te bezien aan welke invloeden deze factoren in de toekomst bloot komen te staan, allereerst onder invloed van de ophanden zijnde klimaatverandering. Veranderingen in neerslagpatronen en

rivierafvoeren zullen effect hebben op de hydrochemische dynamiek. Grotere rivierafvoeren in de winter, juist lagere in de zomer en grotere extremen in zowel hoge als lage waterstanden, zal de dynamiek in zoet-zout overgangen vergroten. Zeespiegelstijging en zeker een versnelde zeespiegelstijging hebben een ongunstig effect op de ontwikkeling van intertidale habitats en (in wat mindere mate) terrestrisch habitat. Het structurele zandtekort in het kuststelsel neemt evenredig toe met de zeespiegelstijging; zonder een evenredige stijging van de hoeveelheid zandtoevoer (suppletie) in de kustzone, zal dit op termijn leiden tot een toename van de kusterosie en verlies van strand en duin habitats. Op vergelijkbare wijze leidt zeespiegelstijging tot een evenredige toename van de 'zandhonger' in de Oosterschelde; zonder tegenmaatregelen zal hier de erosie van platen en slikken versneld doorgaan. Naar analogie met de aanpak voor de kustzone is het denkbaar om ook voor de Oosterschelde over te gaan op terugkerende suppleties van plaatgebieden met een omvang die is afgestemd op de mate van zeespiegelstijging. Voor deze suppleties kan gebruik worden gemaakt van systeemeigen sediment uit het bekken zelf (zoals is gedaan bij de eerste proefsuppleties) of door aanvoer van sediment van buiten het systeem (de Noordzee). Voordeel van de laatste methode is dat hiermee een verdere toename van de 'zandhonger' kan worden voorkomen, terwijl tegelijkertijd op dynamische wijze het intergetijdenareaal op peil wordt gehouden. Oplossingen die op natuurlijke wijze weer het inbrengen van sediment vanuit de Noordzee toelaten, zijn nog beter, maar vereisen aanpassingen aan de stormvloedkering en nadere studie naar haalbaarheid. Maar welke oplossingsrichting ook wordt voorgestaan, zeespiegelstijging zal ons sowieso noodzaken na te denken over alternatieven van kustverdediging en de toekomst van de afgesloten zeearmen. Onderzoek toont aan dat natuurlijke ecosystemen ons hierbij kunnen helpen. Natuurlijke ecosystemen, zoals duinen en schorren, zijn meer flexibel en adaptief dan starre dijklichamen. Zo kunnen schorren 'meegroeien' met de zeespiegelstijging door invang van slib, zoals duinen dat kunnen door het invangen van zand. Slimme suppleties en inrichtingsmaatregelen kunnen deze ontwikkeling stimuleren. Samen met technologische innovaties kunnen op deze manier, natuurlijke ecosystemen bijdragen aan een meer klimaatbestendige delta. Naast suppleties zal dus ook nagedacht moeten worden over aanvullende maatregelen. Denk daarbij aan dubbele dijksystemen en wisselpolders, die naast kustveiligheid ook allerlei andere functies kunnen hebben, inclusief de ontwikkeling van nieuwe natuur.

Met deze gedachten over mogelijke tegenmaatregelen is een belangrijke tweede factor benoemd die, net als in het verleden, ook in de toekomst invloed zal hebben op de estuariene dynamiek: de mens.

Aansluitend op de gedachtegang over de Oosterschelde komt dan als eerste naar voren het effect van plannen voor het herstel van open verbindingen met de zee in Haringvliet en Grevelingen. Met deze openstellingen komen de bekkens ook weer onder invloed te staan van zeespiegelstijging. Vergelijkbaar met de Oosterschelde leidt dit tot een evenredige toename van de 'zandhonger' in deze bekkens. De bestaande oeverbeschermingen zullen op termijn moeten worden verzwakt om erosie van de plaatgebieden te voorkomen. Opnieuw, naar analogie met de aanpak voor de kustzone is het dan te overwegen om terugkerende zandsuppleties in te zetten, niet alleen voor het behoud van de platen, maar ook voor het herstel van een dynamische intergetijdenzone.

Een belangrijke tendens is het streven om het intergetijdenareaal dat verloren is gegaan, geleidelijk te herstellen door in polders opnieuw getij- en rivierdynamiek toe te laten. Op langere termijn zal het succes van deze maatregelen voor een belangrijk deel afhangen van de vraag of ook de morfodynamiek zich op de gewenste manier kan herstellen. Bij een (versneld) stijgende zeespiegel zal cruciaal zijn dat er voldoende aanvoer van sediment is, zodat dergelijke polders kunnen meegroeien. In een situatie met een (groeiende) zandhonger, zoals geldt in de meeste bekkens, zal dit naar verwachting alleen op een kunstmatige manier kunnen gebeuren. Alleen in de Westerschelde – waar mede als gevolg van het intensieve vaargeulonderhoud nog hoge sedimentconcentraties in het water voorkomen – lijkt een natuurlijk meegroeien van randgebieden mogelijk.

Belangrijkste getuige van dit laatste is het Verdrongen Land van Saefthinghe. Sinds begin 1600 hier de dijken zijn doorgestoken (als verdediging tegen de Spanjaarden), vindt er voortdurend sedimentatie plaats. De gemiddelde hoogteligging van Saefthinghe is momenteel zo'n 3 meter boven NAP; het hoogstgelegen deel van Zeeland buiten de duingebieden. Uit deze ontwikkeling valt een hoogtegroeï af te leiden van gemiddeld zo'n 80 cm per eeuw gedurende de afgelopen vierhonderd jaar.

De ontwikkeling van Saeftinghe heeft als inspiratie gediend voor het idee om de groei van intergetijdenareaal te stimuleren en tegelijkertijd bij te dragen aan waterveiligheid en mogelijkheden voor (zilte) landbouw: de wisselpolder. De gedachten hierachter zijn als volgt te omschrijven:²⁷ laaggelegen polders staan bloot aan zoutindringing wat ze minder geschikt maakt voor traditionele landbouw. Zeespiegelstijging zal dit effect nog versterken. Door een opening te maken in de dijk kan getij-invoel en sedimentatie worden hersteld. Terwijl een achterliggende dijk zorgt voor bescherming tegen overstroming, wordt met elk getij sediment afgezet en groeit het gebied geleidelijk in hoogte. In de tussentijd kan het gebied dienen voor natuurdoeleinden of (deels) worden gebruikt voor zilte landbouw of aquacultuur en recreatie. Na enkele tientallen jaren heeft het opgehoogde gebied gezorgd voor een grotere overstromingsveiligheid van het achterland, waarna het desgewenst als natuurgebied en natuurlijke klimaatbuffer kan worden behouden óf opnieuw kan worden ingepolderd en gebruikt voor landbouw. Het procedé kan daarna elders worden herhaald.

Het concept wisselpolders heeft aantrekkelijke kanten maar kent voor de uitvoering wel een aantal beperkingen. Allereerst vormt de lange tijdschaal (minimaal enkele tientallen jaren om tot een substantiële ophoging te komen) een mogelijke beperking voor sociaaleconomisch of politiek draagvlak. Vervolgens is er een fysieke beperking, bepaald door de omvang van natuurlijke aanvoer van sediment. In de Westerschelde lijken de omstandigheden relatief het gunstigst. In alle bekkens met zandhonger is de natuurlijke sedimentaanvoer onvoldoende en zal de gewenste aanvoer kunstmatig moeten worden gestimuleerd.

Wat betreft de kunstmatige aanvoer van sediment vindt sinds 2016 een belangrijk experiment plaats in de Waddenzee; de zogenaamde *Mud Motor*,²⁸ waarbij wordt onderzocht in hoeverre het strategisch storten van baggerslib uit de toegangseulen naar de Harlingse haven, de kweldergroei kan stimuleren. Het experiment levert waardevolle informatie en past in een bredere trend om alle sediment te beschouwen als waardevolle bouwstof.

Een overeenkomstige benadering wordt al jaren toegepast rond het vaargeulbeheer in de Westerschelde, dat ook in de toekomst een belangrijke rol zal blijven spelen. Kern van de aanpak is het inzicht dat de wijze waarop het vaargeulbeheer wordt uitgevoerd, bepalend is voor de ontwikkeling van de verschillende functies; veiligheid, toegankelijkheid en natuurlijkheid. Zo hebben zowel de winning als het storten van sediment (omvang, frequentie, wijze, plaats en tijd) effect op estuariene habitats en processen. Op basis van ervaringen in het verleden wordt nu gezocht naar een optimale afstemming tussen het baggeren (zandwinnen) en het storten van het sediment.

Uit het voorgaande moge blijken dat veranderingen een wezenlijk kenmerk zijn van een gebied als de Zuidwestelijke Delta, maar dat de veranderingen in de voorbije eeuw van een aard en omvang zijn geweest die een wel een heel zwaar beroep hebben gedaan op het aanwezige natuurlijk kapitaal. Gelukkig bestaat er een groeiend en breed gedragen besef dat het hier niet zomaar om een groene hobby gaat. Werd nog maar enkele jaren geleden natuur vooral gezien als een obstakel voor de gewenste economische ontwikkelen, inmiddels zijn begrippen als vergroening en natuurinclusieve landbouw gemeengoed. De grote uitdagingen die ons de komende eeuw te wachten staan met betrekking tot onder andere waterberging en klimaatadaptatie staan hoog op de agenda en leiden tot belangrijke initiatieven. Zo werd enkele maanden geleden het Deltaplan Biodiversiteitsherstel gelanceerd, waarbij partijen die tot voor kort recht tegenover elkaar stonden, zoals de landbouw (LTO) en de terreinbeheerders, de handen in elkaar lijken te slaan voor een gezamenlijke en betere toekomst.

Een ander idee dat ook in de Zuidwestelijke Delta sterk is aangeslagen, is het concept van de Nationale Parken Nieuwe Stijl, waarbij de beoogde nieuwe parken niet alleen meer ruimte beslaan maar naast natuur ook cultuurhistorische en landschappelijke belangen dienen. Het nieuwe Nationale Park NLDelta Haringvliet-Biesbosch, dat zoals de naam aangeeft de Biesbosch en het Haringvliet omvat, werd in 2017 door de vakjury van de verkiezing van het mooiste natuurgebied van Nederland als extra park aan de drie winnaars toegevoegd, met daaraan verbonden de opdracht om een verdere verbinding met andere gebieden in de Delta aan te gaan, waaronder de Oosterschelde. Laten we hopen dat deze wens verwezenlijkt wordt.

²⁷ <http://www.delta-alliance.org/toolboxoverview/buildingwithnature>.

²⁸ <https://www.ecoshape.org/nl/nieuws/concept-slibmotor-heeft-potentie/>

Literatuur

- Aarts, G.M., S.M.J.M. Brasseur, S.C.V. Geelhoed, R.S.A. van Bemmelen, M.F. Leopold (2013). *Grey and harbour seal spatiotemporal distribution along the Dutch West coast*. IMARES report, Den Burg.
- Addink M.J., M. Garcia Hartmann & C. Smeenk (1995a). *The harbour porpoise Phocoena phocoena in Dutch waters: life history, pathology and historical records*. IWC SC/47/SM5.
- Addink M.J., T.B. Sørensen & M. Garcia Hartmann (1995b). Aspects of reproduction and seasonality in the harbour porpoise from Dutch waters. In: A. Schytte-Blix et al. (red.), *Development in Marine Biology, 4. Whales, seals, fish and man*. Proceedings of the international symposium on the biology of marine mammals in the North East Atlantic, Tromsø, Norway, 29 November-1 Dec. 1994, p. 459-464.
- Adriani, M.J. (1945). Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau de halophytes de la région néerlandaise méridionale, ainsi que de la Méditerranée française. *SIGMA* 88: 1-217.
- Adriani, M.J. & E. van der Maarel (1968). *Voorne in de branding. Een beschouwing over de natuurwetenschappelijke betekenis van het kustgebied van Voorne in verband met mogelijke technische werken in dit gebied*. Stichting Wetenschappelijk Duinonderzoek Oostvoorne.
- Arcadis (2013). *Beheer Bibliotheek Schouwen; morfologie en ingrepen*. Arcadis Rapport C03041.003080.
- Arens, S.M., S.P. van Puijvelde & C. Brière (2010). *Effecten van suppleties op duinontwikkeling; Rapportage geomorfologie*, Rapport nr. 2010/OBN142-DK, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Arts, F.A., S. Lilipaly & R.C.W. Strucker, (2015). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2013/2014*. RWS Centrale Informatievoorziening BM 15.08.
- Arts, F.A., S. Lilipaly & R.C.W. Strucker, (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*. RWS Centrale Informatievoorziening BM 16.09.
- Attril, M.J. (2002). A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal ecology*.
- Baaijens, G.J., D.J. de Jong, J. Visser & B.A. Bannink (1980). *Een afgesloten Markiezaat van Bergen op Zoom; beschrijving van enkele mogelijke natuurontwikkelingsmodellen en de invloed die verstedelijking hierop zal hebben*. Rijkswaterstaat Deltadienst, Nota DDMI-80.08.
- Beeftink, W.G. (1965). *De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees verband*. Dissertatie, Landbouwhogeschool Wageningen. Tevens verschenen als: Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 65-1.
- Beekman, F. (2006). *De Kop van Schouwen onder het zand: duizend jaar duinvorming en duingebouw op een Zeeuws eiland*. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Beijersbergen, J. (2013). *Ruppia langs de zuidkust van Schouwen*. Rapport Duin en Delta ecologisch advies, Kerkwerve.
- Bekker, D. & B. Spaans (1992). *Vegetatie van het Krammer-Volkerak en Zoommeer in 1992*. Rijkswaterstaat, Lelystad.

-
- Boode, J. & J. Brandsma (1975). *De slikken van de Heen en de Noord-Ventjager*. Studentenrapport Hogere Bosbouw en Cultuurtechnische School, Velp.
- Bos, O.G., A.B. Griffioen, O.A. van Keeken & D.J. Gerla (2018). *Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016; Deel I: trends*. Wageningen Marine Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C033/18.
- Bottemanne, C.J. (1884). *Poissons de l'Escaut de l'Est*. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereenig., Suppl. Part I.
- Braakhekke, W., A. van Winden, G. Litjens & A. Berkhuisen (2008). *Hoogtij voor Laag Nederland*. Bureau Stroming / Wereld Natuur Fonds, Zeist.
- Brasseur S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders, (2001). *Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2. Effecten van extra doorvaart door de Oliegeul*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterrapport353. 58 blz.; 35 fig.; 6 tab.; 47 ref.
- Brasseur, S.M.J.M., J.S.M. Cremer, E.M. Dijkman & J.P. Verdaat (2013). *Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee; 2002 - 2012*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-werkdocument 352. 31 blz.
- Breine, J., A. De Bruyn, L. Galle, I. Lambeens, Y. Maes & G. Van Thuyne (2017). *Opvolging van het visbestand in het Zeeschelde- estuarium: Viscampagnes 2016*. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (20). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Breuker, C.P.M., A.A. Storm, E.M. van Dam & M.C.M. van Oirschot (1996). *Biologische monitoring zoete rijkswateren. Watersysteemrapportage Volkerak-Zoommeer 1987-1994*. RIZA Nota nr. 96.003.
- Brils, J., P. de Boer, J. Mulder & E. de Boer (2014). Reuse of dredged material as a way to tackle societal challenges. *Journal of Soils and Sediments* 14 (9): 1638-1641.
- Brongers, M. & B. Spaans (1992). *Vegetatie en broedvogels van het Krammer-Volkerak in 1990*. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- Brouwer (1928). De levensomstandigheden van den zeehond (*Phoca vitulina*) in Nederland. *De Levende Natuur* 33: 149-153.
- Brouwer, E., J.H.G.M. Rijnders, C.W.C.J. van de Rijt & C.W.P.M. Blom (1992). *De statistische en ecologische samenhang tussen plantengemeenschappen in het noordelijk Deltabekken en hun omgeving*. Rapport Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Buth, G.J.C. (1985). Wisselende plantengroei in een natuurgebied. In: P.H. Nienhuis (red.), *Het Grevelingenmeer. Van estuarium naar zoutwatermeer*. *Natuur en Techniek*, Maastricht/Brussel, pg. 30-45.
- Buijsman, E. (2007). *Een eersteklas landschap. De teloorgang van natuurmonument De Beer*. Uitgeverij Matrijs in samenwerking met Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Utrecht.
- Buijsman, E. (2018). *Fraaie schepsels. De Grote Stern in Nederland*. Uitgeverij Matrijs in samenwerking met Natuurhistorisch Museum Rotterdam, Utrecht.
- Buysrogge, R., H. van Stokkom & J. Visser (1980). *Geomorfologische kartering van de platen, slikken en schorren in het Volkerak en Krammer*. Rijkswaterstaat, Delft.
- Camphuysen C.J. (2004). *The return of the Harbour Porpoise (Phocoena phocoena) in Dutch coastal waters*. *Lutra* 47: 113-122.

-
- Camphuysen, C.J. & G. Peet (2006) *Walvissen en dolfijnen in de Noordzee*. Fontaine Uitgevers, Kortenhoef.
- Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma (2011). *Conservation plan for the Harbour Porpoise Phocoena phocoena in The Netherlands: towards a favourable conservation status*. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.
- Cleveringa, J. (2008). *Morphodynamics of the Delta coast (south-west Netherlands): quantitative analysis and phenomenology of the morphological evolution 1964- 2004*. Alkyon Hydraulic Consultancy & Research.
- Cleveringa, J. (2013a). *Grootschalige sedimentbalans van de Westerschelde. Basisrapport grootschalige ontwikkeling G-2*. LTV Veiligheid en toegankelijkheid. IMDC ism Deltares, Svasek en Arcadis Nederland.
- Cleveringa, J. (2013b). *Ontwikkeling mesoschaal Westerschelde (factsheets). Basisrapport kleinschalige ontwikkeling K-16*. LTV Veiligheid en toegankelijkheid. IMDC ism Deltares, Svasek en Arcadis Nederland.
- Coès, M., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren (2007). *De natuur als bondgenoot. De wereld van Heimans en Thijssse in historisch perspectief*. KNNV Uitgeverij, Utrecht, en IVN, Amsterdam.
- Cozzoli F., T.J. Bouma, T. Ysebaert & P.M.J. Herman (2013). Application of non-linear quantile regression to macrozoobenthic species distribution modelling: comparing two contrasting basins. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 475: 119-133.
- Craeymeersch, J.A., J. Buijs, R. Brand et al. (1990). *Benthosonderzoek in relatie tot abiotische dynamiek het macrobenthos van de Voordelta: interimrapportage juli 1989*. DIHO-rapporten en verslagen 1990-4. DIHO, Yerseke.
- De Bruin, M.P. & M.H. Wilderom (1961). *Tussen afsluitdammen en deltadijken, I Noord-Beveland; Geschiedenis van strijd, nederlaag en overwinning op het water*. Fa. Littooy en Olthoff, Rijksarchief Zeeland Middelburg en Studiedienst Rijkswaterstaat Vlissingen.
- De Boois. H. (1982). *Veranderingen in het milieu en de vegetatie in de Biesbosch door de afsluiting van het Haringvliet*. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.
- Dedert, M., S. Bresseur & M.J. Van den Heuvel-Greve (2015). *Zeehonden in het Deltagebied; populatieontwikkeling en geperfluoreerde verbindingen*. IMARES-rapport C178/14.
- De Geus, A. & E.C.B. van Rappard (1843). *Statistiek tableau der polders in Noord-Brabant*. Gedrukt en uitgegeven bij Boekhandelaars H. Palier en Zoon te 's-Hertogenbosch.
- De Groot, S.J. (1990). *Herstel van riviertrekvisseren in de Rijn een realiteit? 3. De Grote & Kleine Marene (Coregonus lavaretus & C. albula)*. *De Levende natuur* 91: 215-219.
- De Groot, S.J. (2002). A review of the past and present status of anadromous fish species in the Netherlands: is restocking the Rhine feasible? *Hydrobiologia* 478: 205-218.
- De Jong, D.J. & V.N. De Jong (1989). *Zeegras. Een ecologisch profiel en het voorkomen in Nederland*. Nota GWAO-89.1003.
- De Joode, P. & H. Verkooijen (1981). *Tweede tussenverslag van het visonderzoek aan de delta-wateren Oosterschelde en Grevelingen*. RWS, Deltadienst milieu en inrichting.
- Dekker, W. (2004). What caused the decline of the Lake IJsselmeer eel stock after 1960? *Ices Journal of Marine Science* 61:394-404.

-
- De Kraker, K. (2012). *Vegetatie van de Grevelingen. Kartering meetsoorten 2009-2011*. Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- De Kraker, K. (2017a). *Grevelingenverslag 2017. Onderzoek aan flora en fauna van de Hopelvoet en andere gebieden in de Grevelingen*. Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- De Kraker, K. (2017b). *Verslag ontwikkeling Herfstschroeforchis op de Hoppelvoet in 2017*. Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- De Leeuw C.C. & J.J.G.M. Backx (2000). *Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland: een literatuurstudie naar de algemene ecologische principes van estuariene gradiënten ten behoeve van herstelmaatregelen langs de Nederlandse kust*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS, RIKZ); Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RWS, RIZA).
- Den Boer, T.E., F. Arts, R.B. Beijersbergen & P.L. Meininger (1993). *Actieplan Dwergstern*. Actie Rapport 8, Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- De Ronde, J. & C. van Oeveren-Theeuwes (2014). *Beheerbibliotheek Voorne en Goeree; Feiten en cijfers ter ondersteuning van de jaarlijkse toetsing van de kustlijn*. Deltares rapport 1209381-007-ZKS-0002.
- De Ronde, J., J.P.M. Mulder, L.A. van Duuren & T. Ysebaert (2012). *Eindadvies ANT Oosterschelde*. Deltares report 1207722-000-ZKS-0010.
- De Selys-Longchamps E. (1842). *Faune Belge, première partie; Classe IV, Poissons d'eau douce. Indications méthodique des mammifères, oiseaux, reptiles, et poissons observés jusqu'ici en Belgique*. Dessain, Luik: 183-245.
- De Selys-Longchamps, E. (1867). *La pêche fluviale en Belgique*. Extrait de l'Academie royale de Belgique, 2me Serie, Tome XXII, n°12.
- De Selys-Longchamps, E. (1887). *Révisions des poissons d'eau douce de la faune Belge*. Extrait de l'Academie royale de Belgique, 3me Serie, Tome XIV, n°12.
- De Vooyo, C., S.M.J.M. Brasseur & P. Reijnders (2006). *Zeehondenjacht in Zeeland: het effect van premies*. Zoogdier 2006-17 (3).
- De Vooyo, K.G., S.M.J.M. Brasseur, J. van der Meer & P.J.H. Reijnders (2012). *Analyses of four centuries of bounty hunting on seals in Zeeland, SW-Netherlands*. Lutra 2012 55 (1): 55-65
- De Vos, W.J. & F. Twisk (1990). *Bestandsopname bodemvissen Grevelingenmeer*.
- DHV (2005). *Startnotitie MER*. Planstudie versterking zeedijk Flauwe Werk Goeree, juli 2005.
- DMBD (1976). Het Veerse Meer en het Grevelingenmeer sedert hun afsluiting. Een vergelijkend overzicht van de ontwikkelingen van het milieu in twee zoute stagnante bekkens. *Driemaandelijks Bericht Deltawerken* 75, februari 1976, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage: 271-284.
- DMBD (1977). Oeververdediging in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer, *Driemaandelijks Bericht Deltawerken* no. 80, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage: 533-547.
- DMBD (1980). Geomorfologische veranderingen op de eilanden en oeverlanden van het Grevelingenmeer, *Driemaandelijks Bericht Deltawerken* 98, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage: 157-165.

-
- Doornbos, G. (1982). De vissen van de Deltawateren. In: E.K. Duursma et al. (red.), *De Nederlandse Delta*. Natuur en Techniek, Maastricht.
- Doornbos, G., F. Twisk & R.H. Bogaards (1986). *Kwantificering van vissen*. ZOWEC III, eindrapport Nota Z 86 III 5.
- Drinkwaard A.C. (1970). Vis, schaaldieren, zeehonden en het visbestuur met wat statistiek. *Zeeuws Tijdschrift* 20 (1): 9-19.
- Gemeente Dordrecht (2012). *Toelichting Bestemmingsplan Sliedrechtse Biesbosch; fase: voorontwerp*, maart 2012.
- Gemeente Rotterdam (2013). *Ontwerpbestemmingsplan Maasvlakte-1*. Gemeente Rotterdam, Stadsontwikkeling en Havenbedrijf NV.
- Griffioen, A.B. & E. Kuijs (2013). Winterintrek van rivierprik bij Kornwerderzand en het Haringvliet najaar 2012. IMARES Rapport C084/13.
- Griffioen, A.B., H.V. Winter & R. van Hal. (2017). *Prognose visstand in en rond het Haringvliet na invoering van het Kierbesluit in 2018*. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C081/17.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden; regiobeschrijvingen provincie Zeeland*. Ministerie LNV en Lantschap, Rapport DK nr. 2009/dk116-J, Ede.
- Haas, H.A. (1998). *Zoet water naar de Oosterschelde: een verkenning naar de effecten op natuur en visserij*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RWS, RIZA), RIZA-rapport: 98.036.
- Hamerlynck, O. & K. Hostens (1994). Changes in the fish fauna of the Oosterschelde estuary – a 10-year time-series of fyke catches. *Hydrobiologia* 283: 497–507.
- Hamerlynck, O. & J. Craeymeersch (1990). *Het bodemleven in de Voordelta*. Wetenschappelijke Mededeling KNNV 198: 27-38.
- Härkönen, T., R. Dietz, P. Reijnders, J. Teilmann, K. Harding, A. Hall, S. Brasseur, U. Siebert, S.J. Goodman, P.D. Jepson, T. Dau Rasmussen & P. Thompson (2006). The 1988 and 2002 phocine distemper virus epidemics in European harbour seals. *Dis. Aquat. Organ.* 68 (2): 115-130.
- Hartgers, E.M., J.J.G.M. Backx & T. Walhout (2001). *Vis intrek in de Delta. Een inventarisatie van migratiekelpunten*. Rapport RIKZ-2001.049; Rapport RIKZ-2001-057.
- Havinga B. (1933). *Der Seehund in der Hollandische Gewässern*. *Tijdschr. Ned. Dierk. Ver.* 3: 79-111.
- Heip, C. (1989). The ecology of the estuaries of Rhine, Meuse and Scheldt in the Netherlands. In: J.D. Rod (red.), *Topics in marine biology*. *Scient. Mar.* 33 (2-3), pg. 457-463.
- Heip, C.H.R., N.K. Goosen, P.M.J. Herman, J. Kromkamp, J.J. Middelburg & K. Soetaert (1995). Production and consumption of biological particles in temperate tidal estuaries. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review* 33: 1-149.
- Herman, P.M.J & M.J.F. Stive (2011). *Natuurherstel van de Westerschelde een systeemperspectief*. Vogelbescherming Nederland.
- Hermelink, P.P.J., R.G. Mes & E.H. Kloosterman (1987). *De vegetatie van buitendijkse gebieden van het Haringvliet en Hollandsch Diep*. Rapport 87-3, Bureau Ecoland, Utrecht.

-
- Hesselink, A.W., D.C. van Maldegem, K. van der Male & B. Schouwenaar (2003). *Verandering van de morfologie van de Oosterschelde door de aanleg van de Deltawerken*. Werkdocument RIKZ/OS/2003.810x. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Hoek, P.P.C. (1897). *Verslag van den Staat der Nederlandse zeevisscherijen over 1896. Visschen met ankerkuilen zowel in gesloten tijd als daarna*. Gebroeders van Cleef.
- Hoek, P.P.C. & J.M. Bottemanne (1888). *Rapport over de ankerkuil- en staalbomenvisscherij op het Hollandsch Diep en Haringvliet, Leiden*. Ook verschenen als Supplement deel II van het Tijdschrift der Neederlandsche Dierkundige Vereeniging.
- Hoeksema, H.J. (2002). *Grevelingenmeer van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan het beleid*. RIKZ, Verkenning oplossingsrichtingen voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer.
- Hoekstein, M.J.S. & S.J. Lilipaly, (2002). *Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2001/2002*. Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ 2003.046.
- Hoekstein, M.J.S., S.J. Lilipaly & P.L. Meininger (2003). *Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2002/2003*. Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ 2002.051.
- Holland, A.M.B.M (2004). *Veerse Meer aan de Oosterschelde. Toestand ecosysteem Veerse Meer vóór ingebruikname doorlaatmiddel*. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapport RIKZ/2004.007 / Deltares.
- Hop, J. (2017a). *Visstandonderzoek Grevelingenmeer, november 2016*. 20151025/001.
- Hop, J. (2017b). *Visstandonderzoek Grevelingenmeer, voor- en najaar 2017*. 20161256/002.
- Hop, J. (2017c). *Analyse detectiegegevens salmoniden 2011-2016*. Adviesbureau voor Bodem, Water en Ecologie (ATKB). Rapportnr.: 20170122/rap01.
- Hop, J. & F.T. Vriese (2016). *Door getijdenturbines toelaatbare vissterfte in het Grevelingenmeer; Fase 1a – effect van de Flakkeese spuisluis; Fase 1b – effect van de Flakkeese spuisluis en doorlaatmiddel Brouwersdam; Fase 2a – effect van de Flakkeese spuisluis met turbine; Fase 2b – effect van de Flakkeese spuisluis en doorlaatmiddel Brouwersdam, beide met turbine*. Rapportnr. 20141067/03. ATKB, Geldermalsen. I.o.v. RWS Zee & Delta.
- Hop, J., F.T. Vriese, J. Quak, A.W. Breukelaar (2011). *Visstand Haringvliet en Kier*. ATKB, Geldermalsen.
- Hostens, K. (2003). *The demersal fish and macro-invertebrate assemblages of the Westerschelde and Oosterschelde estuaries (Southern Bight of the North Sea)*. Proefschrift Universiteit Gent, Gent, België.
- Houben B., L. Linnartz & J. Quak (2012). *De steur terug in de Rijn. De Atlantische steur als kroon op het werk aan levende rivieren*. ARK Natuurontwikkeling, Nijmegen.
- Hovenkamp, F. & H.W. van der Veer (1993). *De visfauna van de Nederlandse estuaria: een vergelijkend onderzoek*. NIOZ-Rapport 1993-13.
- Janssen, J.A.M., K.W. van Dort & L. Tijsma (2016). *Vegetatie- en habitatkartering Krammer-Volkerak 2015*. Intern rapport, Alterra, Wageningen.
- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée (2009, red.). *Europese natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Zee en kust*. KNNV Uitgeverij, Zeist.

-
- Jentink, R. (2017). *Schorren in de Oosterschelde. Ontwikkeling van de schorren in de Oosterschelde periode 2001-2013*. Rapport Rijkswaterstaat CIV, Middelburg.
- Keeken, O. A. v., M. v. Hoppe, I. J. d. Boois, M. d. Graaf, A. B. Griffioen, M. Lohman, E. v. Os-Koomen, H. J. Westerink, J. A. M. Wiegerinck, and H. M. J. v. Overzee (2016). *Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2015 Deel III: Data*. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Kemper, J.H. (2005). Haring en waterkwaliteit. *De Levende Natuur* 106: 14-17.
- Kemper, J.H. (2006). *Biomassaschatting van de pelagische visstand in het Veerse Meer, mei 2006*. VisAdvies BV, Utrecht, Projectnummer VA2006 27.
- Kers, A.S. & B. van Gennip (2002). *Vegetatiekartering Rijn/Maasmonding 2000. Oude Maas, Amer & Bergsche Maas*. Rapport MDGAE-2002.41, Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, Delft.
- Kornman B.A., G.J. Liek & H.K. Schippers (2002). *Baggeren en storten in de Westerschelde. Een nieuwe kijk op het onderhoudsbaggerwerk*, Werkdocument RIKZ/AB/2002.840x.
- Kranenbarg, J. & J. Backx, (2004). *Ander beheer Haringvlietsluizen. Tussenrapportage actieve monitoring vissen 2000-2003*. Werkdocument 2004.072X.
- Kuijper, K., K. Nederhoff & S. Vergouwen (2016). *Beheerbibliotheek Zeeuws-Vlaanderen*. Deltares rapport 1220040-002-ZKS-0002.
- Kuypers, J.W.M. (1974). *De Beninger en Korendijksche Slikken*. Studentenrapport Rijksuniversiteit Utrecht.
- Lases, W.B.P.M. & A.M.J. de Kraker (2009). De Westerschelde, natuurlijk? Verdieping van en ontpondering langs de Westerschelde in historisch perspectief geplaatst. *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis* 18 (2): 25-39.
- Leewis, R.J., G.R. Heereboout & Ch. Jacobusse (2010, red.), *Zeefauna in Zeeland, deel 2. Kreeften, krabben en garnalen*. Fauna Zeelandica, deel 5. Stichting het Zeeuws Landschap, Wilhelminadorp.
- Leewis, R.J., D. Willemse, P. Sloof-Spijker & Ch. Jacobusse (2005, red.), *Zeefauna in Zeeland, deel 1. Sponzen, neteldieren, zakpijpen, wormen, tentakeldieren en stekelhuidigen*. Fauna Zeelandica. Stichting het Zeeuws Landschap, Wilhelminadorp.
- Lenders, H.J.R. (2017). Fish and fisheries in the Lower Rhine 1550-1950: A historical-ecological perspective. *Journal of environmental management* 202: 403-411.
- Lenders, H.J.R., T.P.M. Chamuleau, A.J. Hendriks, R.C.G.M Lauwerier, R.S.E.W. Leuven, W.C.E.P. Verberk (2016). Historical rise of water power initiated the collapse of salmon stocks. *Sci. Rep.* 6, 29269.
- Maes, J., (2001). *Stijgende aantallen finten in de Zeeschelde*. De Schelde, een rivier met vele gezichten. *De Levende Natuur* 102: 87.
- Mees J. & P.J.H. Reijnders (1994). *The harbour seal, Phoca vitulina, in the Oosterschelde: decline and possibilities for recovery*. *Hydrobiologia* 282/283: 547-555.
- Meijer, A.J.M. & H.W. Waardenburg (1990). *Monitoring-onderzoek aan de visfauna van het Grevelingenmeer. Rapportage resultaten 1980-1989*.
- Meijer, A.J.M. (1995). *Bestandsopname visfauna Grevelingenmeer augustus/september 1994*. Rapport 95.18. Bureau Waardenburg bv, Culemborg. I.o.v. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland.

-
- Meininger, P.L. (2018, red.). *Flora Zeelandica. Verspreiding van wilde planten in het Zeeuwse landschap in heden en verleden*. Floron, Nijmegen.
- Meininger, P.L., F.A. Arts & N.D. van Swelm (2000). *Kustbroedvogels in het Noordelijk Deltagebied: ontwikkelingen, knelpunten en potenties*. Rapport RIKZ/2000.052. Rijksinstituut voor Kust en Zee / Stichting Ornithologisch Station Voorne, Middelburg / Oostvoorne.
- Meininger, P.L., R.H. Witte & J. Graveland (2003). *Zeezoogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen*. Rapport RIKZ/2003.041. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Meire, P., G. Rossaert, N. de Regge, T. Ysebaert & E. Kuijken (1992). *Het Schelde-estuarium: ecologische beschrijving en een visie op de toekomst*. Rapport RUG-WWE no 28/IN A 92.57.
- Mennema, J. (1963). De Oude Maas. Landschap, vegetatie en avifauna van een getijdenrivier. *Natuur en Landschap* 17: 66-84.
- Mennema, A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate (1980, red.). *Atlas van de Nederlandse flora, Deel 1. Uitgestorven en zeer zeldzame planten*. Kosmos, Utrecht.
- Moens J. & J.F. Vergauwen (1999). Herinneringen van een schelde-visser over zeehonden. *Marswin* 20 (2): 48-53.
- Mulder, J.P.M., S. Hommes & E.M. Horstman (2011). Implementation of coastal erosion management in the Netherlands. *Ocean and Coastal Management* 54: 888-897.
- Nienhuis, P.H. (1985). Zeegras. Mysterieuze opkomst en ondergang van een waterplant. In: P.H. Nienhuis (red), *Het Grevelingenmeer. Van estuarium naar zoutwatermeer*. Natuur en Techniek, Maastricht / Brussel.
- Osinga, N., M.M. Shahi Ferdous, D. Morick, M. García Hartmann, J.A. Ulloa, L. Vedder, H.A. Udo de Haes, P.M. Brakefield, A.D.M.E. Osterhaus, T. Kuiken (2012). Patterns of stranding and mortality in common seals (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Netherlands between 1979 and 2008. *J. Comp. Path.* 147: 550-565.
- Ouweneel, G. (2017). *Biesbosch-vogels – De jeugddagboeken van Tom Lebret*. Uitgeverij Lieveise, Dordrecht.
- Ouweneel, G.L. & H.G. van der Weijden (1969). De Spuimond, een nationaal natuurgebied. *De Levende Natuur* 73: 199-211.
- Paalvast, P. (2014). *Ecological studies in a man-made estuarine environment, the port of Rotterdam*. Proefschrift, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Peelen, R. (1970). Changes in salinity in the Delta area of the rivers Rhine and Meuse resulting from the construction of a number of enclosing dams. *Netherlands Journal of Sea Research* 5: 1-9.
- Poll, M. (1945). *Contribution de la faune ichtyologique du Bas-Escaut*. Bull. Mus Zool. Nat. Belgique.
- Poll, M. (1947). *Poissons marins*. Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Brussels, 452 pp.
- Pranger, D.P. & M.E. Tolman (2010). *Vegetatiekartering Veerse Meer 2009*. EEG consult, Pranger & Tolman ecologen, i.o.v. Staatsbosbeheer Regio West.
- Prins, T.C., S.A. Vergouwen, A.J. Nolte, C.A. Schipper, F.A. Aarts, P. van Avesaath, V. Escaravage, M.J. De Kluijver & M.C. Dubbeldam (2015). *Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014. Ten behoeve van de Evaluatie Peilbesluit*. 1220248-000. Deltares.

-
- Provincie Noord-Brabant (2014). *Natura 2000 Beheerplan Markiezaat*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Quak, J. (2016). *Van aal tot zalm tussen zoet en zout: een beschouwing over de visstand in het Haringvliet, Hollands Diep en Goereesche Gat tussen 1870-1970*. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Redeke, H.C. (1941). *Fauna van Nederland, Aflevering X: Pisces (Cyclostomi-Euichtiyes)*.
- Reijnders, P. J. H., (1980). *De zeehond als indikator voor het milieu*. Waddenbulletin 15: 92-94.
- Reijnders P.J.H. (1982). *Verminderde vruchtbaarheid bij Nederlandse zeehonden als mogelijk gevolg van hoge PCB belasting*. Tijdschr. Diergeneesk. 107: 363-367.
- Reijnders, P.J.H. (1985). On the extinction of the southern Dutch harbour seal population. *Biol. Conserv.* 31: 75-84.
- Reijnders, P.J.H. (1992a). *Phoca vitulina, Linnaeus 1758 - Seehund*. In: J. Niethammer & F. Krapp (red.), *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band. 6: Meeressäuger, Teil II: Robben - Pinnipedia. Aula Verlag, Wiesbaden, pg. 120-137.
- Reijnders, P.J.H., (1994). Historical population size of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in the Delta area, SW Netherlands. *Hydrobiologia* 282/283: 557-560.
- Reijnders, P.J.H. (2000). Aantal zeehonden in de Waddenzee groeit al jaren spectaculair. *Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep 2* (1): 6-7.
- Reijnders, P.J.H., S.M.J.M. Brasseur & A.G. Brinkman (2000). *Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied*. Wageningen, Alterra, Research
- Reijnders, P.J.H., I.M. Traut & E.H. Ries (1990). *Verkennd onderzoek naar de mogelijkheden voor bet terugzetten van gerevalideerde zeehonden, Phoca vitulina, in de Oosterschelde*. RIN-rapport 90/ 10, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel: 33 pp.
- Reijnders, P.J.H., J. van Dijk & D. Kuiper (1995). Recolonization of the Dutch Wadden Sea by the grey seal *Halichoerus grypus*. *Biological Conservation* 71: 231-235.
- Reitsma, J.M. & J.W. de Jong (2013). *Ecotopenkartering 2011 van de zoute meren Grevelingen en Veerse Meer 1:10.000. Inclusief zout-gradiënt en habitattypen*. Rijkswaterstaat DID, Delft/Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Reitsma, J.M. & J. de Jong (2015). *Toelichting bij de Vegetatiekartering Oosterschelde 2013. Op basis van false colour-luchtfoto's 1: 5000*. Rapport Bureau Waardenburg, Culemborg / Rijkswaterstaat-CIV, Delft.
- Reitsma, J.M. & J. de Jong (2018). *Toelichting bij de Vegetatiekartering Westerschelde 2016. Op basis van false colour-luchtfoto's 1: 5000*. Rapport Bureau Waardenburg, Culemborg / Rijkswaterstaat-CIV, Delft.
- Remane, A. (1943). Die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. *Biol. Gen.* 17: 164-182.
- Rijkswaterstaat (1937). *Beschrijving van de provincie Zuid Holland behorende bij de waterstaatskaart; bewerkt bij den Algemeenen Dienst van den Rijkswaterstaat*. 's-Gravenhage Algemene Landsdrukkerij, Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatcourant.

-
- Rijkswaterstaat (1984). *Beschrijving van de provincie Zeeland behorende bij de 5e editie van de Waterstaatskaart*. Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst Delft.
- Rijkswaterstaat (1991). *Veilig getij, De effecten van de waterbouwkundige werken op het getijdemilieu van de Oosterschelde*. RWS Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, Middelburg, Nota GWWS 91.088 / AX 91.091.
- Rijkswaterstaat (1998). *MER Beheer Haringvlietsluizen; over de grens van zout en zoet*. Hoofdrapport. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland.
- Rijkswaterstaat (2007). *Kustlijnkaarten 2007*. Rijkswaterstaat Den Haag.
Zie: www.publicaties.minienm.nl/documenten/kustlijnkaarten-seriebeschrijving.
- Rijkswaterstaat (2014). *Milieueffectrapport bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer*. Rijkswaterstaat Zee en Delta, Ministerie van Infrastructuur & Milieu, Den Haag.
- Rijkswaterstaat (2017). *Kustlijnkaarten 2017*. Rijkswaterstaat Den Haag.
- Rommel S.A. & J.D. McCleave (1972). *Oceanic Electric-fields – perception by American eels*. Science 176: 1233.
- Rutjes, C. (2007). *Is zandhonger in de Oosterschelde slecht voor vissen?* Concept-rapport. Grontmij / Aquasense, Amsterdam.
- Saeijs, H.L.F. & H.J.M. Baptist. (1977). *Watervogels in de veranderende Delta van Zuidwest-Nederland*. Limosa 50 (3-4): 98-113.
- Saris, F. (2007). *Een eeuw vogels beschermen*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Schaap, J. (2012). *Benthos herstel Suppletie; Onderzoek naar het herstel van de benthische macrofauna na de proefsuppletie op de Galgeplaat en bepaling van mogelijke factoren die de rekolonisatiesnelheid beïnvloeden*, Imares Rapport 12.012 Versie: 1.1.
- Schaminée J.H.J. & J.A.M. Janssen (2009, red.). *Europese natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Laag Nederland*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Schaub, B.E.M., D. van Oevelen, W. Sijm, M. Rietveld, P.M.J. Herman & H. Hummel (2002). *Veranderingen in de Samenstelling van het Macrobenthos van het Grevelingenmeer (periode 1990-2000) en mogelijke oorzaken*. NIOO-CEMO Rapport 2002-01. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.
- Schmidt, M. (1922). *The breeding places of the eel*. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 211:179-208.
- Schouten, W.J. & J. Quak (1994). *De visstand in stromende Rijkswateren*. RIZA/OVB VO 1993-01. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein; Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Seys, J. & P. Meire (1988). *Macrozoobenthos van het Veerse Meer*. Rapport W.W.E. 4, Rijksuniversiteit Gent, Gent.
- Slim, P. (1987). *Natuurlijke ontwikkelingen en het beheer op de zandplaten in de Grevelingen*. De Levende Natuur 88: 119-125.
- Smaal, A.C. & J. W.M. Wijsman (2014). *Kansen voor schelpdiercultuur in Grevelingen en Volkerak Zoommeer bij ander waterbeheer*. Imares Rapport C045/14, BO-20-010-054.

-
- Smeenk C. (1987). The harbour porpoise *Phocoena phocoena* (L., 1758) in the Netherlands: Stranding records and decline. *Lutra* 30: 77-89.
- Soetaert, K., J.J. Middelburg, C. Heip, P. Meire, S. van Damme & T. Maris (2006). Long-term change in dissolved inorganic nutrients in the heterotrophic Scheldt estuary (Belgium, The Netherlands). *Limnology & Oceanography* 1/2: 409-423.
- Stevens, M., T. van den Neucker, E. Gelaude, R. Baeyens, Y. Jacobs, A. Mouton, D. Buysse & J. Coeck (2011). *Onderzoek naar de trekvissoorten in het Schelde-estuarium. Voortplantings- en opgroei habitat van rivierprik en fint*. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2011 (14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Storm, K. (1999). *Slinkend Onland. Over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen*. Achtergronddocument bij de Rijkswaterstaat Zeeland Beheersvisie voor de schorren in de Westerschelde en Oosterschelde; 'Balanceren op de schorrand'. Rijkswaterstaat Zeeland NOTA AX-99.007.
- Storm, K., J. Kuijpers & C. Harmsen (2006). Eb... en weer vloed in het Haringvliet; herstel estuariene natuur. *Landschap* 23: 199-207.
- Storm, K. & T. Pieters (1994). *Het Verdrongen Land verlandt*. Folder Rijkswaterstaat RIKZ, Middelburg.
- Stronkhorst, J., J. de Ronde, J. Mulder, B. Huisman, C. Sprengers & M. van Aalst (2012). *Zandsuppleties in de 21^e eeuw. Onderzoek Alternatieve Lange Termijn Suppleties (ALS) ten behoeve van het Deltaplan Kust*. Eindconcept, Deltares.
- Strucker, R. (1992). De oude Maas, laatste zoetwatergetijdengebied in Nederland. *Het Vogeljaar*: 105-109.
- Symons, D., Y. Feddes, E. Luiten, F. Feddes & J. Bosch (2017). *Ruimte voor de Rivier*. Uitgeverij Blauwdruk.
- Tangelder, M., A. Groot, C. van Sluis, J. van Loon-Steensma, G. van Meurs, H. Schelfhout, T. Ysebaert, J. Luttk, G. Ellen & N. Eernink (2013). *Innovatieve dijkconcepten in de Zuidwestelijke Delta. Kansen voor toepassing en meerwaarde ten opzichte van traditionele dijken in het kader van Beleidsondersteuning voor het Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta*. Rapportnummer C029/13.
- Tangelder, M., K. Troost, D. van den Ende & T. Ysebaert (2012). *Ecologische begrippen: Veerkracht en verwante begrippen in het kader van Beleid Ondersteuning Programmabureau Zuidwestelijke Delta*. IMARES Wageningen UR, C068/12:33.
- Tangelder, M., H.V. Winter & T. Ysebaert, (2017). *Ecologie van zoet-zout overgangen deltagebieden*. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C116/17.
- Ten Brinke, W. (2004). *De Beteugelde Rivier; Boven-Rijn, Waal, Pannerdensch Kanaal en IJssel in vorm*. Deel 81 Wetenschappelijke Bibliotheek van Natuurwetenschap en Techniek, Van Veen Magazines, Diemen.
- Tosserams, M., C. Dijkers, V. van der Meij, H. Slager & J. Backx (2001). *De Delta Natuurlijk. Deelproject van het onderzoekersspoor Blauwe Delta Bouwsteen voor de Integrale Visie Deltawateren*. RIKZ-rapport 2001.016.
- Tosserams, M., E.H.R.R. Lammens & M. Platteeuw (2000). *Het Volkerak-Zoommeer; de ecologische ontwikkeling van een afgesloten zeearm*. RIZA-rapport 2000.024.

-
- Troost, K., M. Tangelder, D. van den Ende & T.J.W. Ysebaert (2012). *From past to present: biodiversity in a changing delta*. Wageningen, Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-werkdocument 317.
- Twisk, F. (2004). *Het visvoorkomen in het Veerse meer. Een schets van de situatie vóór de ingebruikname van het doorlaatmiddel in de Zandkreekdam*. RIKZ/OS/2004.826x.
- Vaas, K.F. (1968). *De visfauna van het estuariumgebied van Rijn en Maas*. Biologisch Jaarboek Dodonea 36: 115-128.
- Vaas, K.F. (1970). Studies on the fish fauna of the newly created lake near Veere, with special emphasis on the Plaice (*Pleuronectes platessa*). *Netherlands Journal of Sea Research* 5 (1): 50-95.
- Vaas, K.F. (1978). *Veranderingen in de visfauna van de Grevelingen tussen de jaren 1960 en 1976*.
- Van Bemmelen, A.C.V., (1956). Zeehonden in Nederland. *De Levende Natuur* 59: 1-12.
- Van Beusekom, G., F.P.J. Kooymans, M.G. Rutten & N. Tinbergen (circa 1930). *Het Vogeleiland, met een inleiding door Jac.P. Thijsse*. A.G. Schoonderbeek, Laren.
- Van Damme, D. & N. De Pauw (1996). *Ontwikkelingsplan voor de visserij op de Schelde beneden Gent*. Vakgroep voor toegepaste ecologie en milieubiologie, laboratorium voor biologisch onderzoek van de waterverontreiniging. AMINAL/BNO/WB/VD/94-2.
- Van Damme P., K. Hostens & F. Ollevier (1994). Fish species of the Lower Zeeschelde (Belgium): a comparison with historical checklists. *Belg. J. Zool.* 124: 93-103.
- Van Deinse, A.B. (1925). De bruinvisch. *De Levende Natuur* 29: 195-203.
- Van den Berg, J.H. (1986). *Aspects of sediment- and morphodynamics of subtidal deposits of the Oosterschelde (the Netherlands)*. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Van Den Bogaerde, A.J.L. (1825). *Het Distrikt St. Nikolaas, voorheen Land van Waas, Provincie Oost-Vlaanderen, beschouwd met betrekking tot deszelfs natuur- staat- en geschiedkunde; gevolgd door eene bijzondere beschrijving van elke stad, dorp of gemeente in hetzelfde gelegen, St.-Niklaas*.
- Van der Goes, J. & D. de Boer (2014). *Dintelse Gorzen, Slikken van de Heen en Slikken bij de Sabina-Henrica polder, vegetatie- en habitatkartering 2014*. Van der Goes & Groot, Alkmaar.
- Van der Goes, J.P.C. & D.J. van der Goes (2010). *Soortkartering Middelpalen*. Van der Goes & Groot Ecologisch Onderzoeks- en Adviesbureau; G&G-rapport 2010-48, i.o.v. Natuurmonumenten.
- Van der Linden, P.R.A. (2006). *Visfauna Grevelingenmeer. Ontwikkeling vanaf 1960*. Stageverslag opleiding Aquatische ecotechnologie te Vlissingen. Uitgevoerd voor Rijksinstituut voor Kust en Zee te Middelburg.
- Van der Mond, I. (2016). *Van zout naar zoet in het Krammer-Volkerak. Een analyse van de vegetatie ontwikkelingen in het Krammer-Volkerak na afsluiting van de Oosterschelde en de invloed van de meest sturende factoren*. Afstudeerverslag Hogeschool Van Hall Larenstein, Velp.
- Van der Pluijm, A. (1995). *De mos- en korstmosflora van de Biesbosch*. Rapport Staatsbosbeheer, Regio West-Brabant.
- Van der Pluijm A.M. & D.J. de Jong (1998). *Historisch overzicht schorareaal in Zuidwest Nederland. Oppervlakte schorren in de jaren 1856, 1910, 1938, 1960, 1978, 1988, 1996*. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-98.860, Middelburg.

-
- Van der Pluijm, A. & D.J. de Jong (2003). *Oerbos en savanne in de Grevelingen. De twee gezichten van de slikken van Flakkee*. Rapport 2003.050, Rijkswaterstaat RIKZ, Middelburg.
- Van der Ven, G.P. (2008). *De Nieuwe Waterweg en het Noordzeekanaal; een waagstuk*. Onderzoek in opdracht van de Deltacommissie.
- Van Dijk & H. Inberg (2002). *Vegetatiekartering Grevelingen 2001. Veermansplaat, Kleine Veermansplaat, Dwars in de Weg, Stampersplaat, Kleine Stampersplaat*. Rapport, Buro Bakker, Assen.
- Van Eck, G.T.M., N. de Pauw, M. van den Langenbergh & G. Verreet, (1991). *Emissies, gehalten, gedrag en effecten van (micro)verontreinigingen in het stroomgebied van de Schelde en het Schelde-estuarium*. Water 60: 164-181.
- Van Enckevoort, I. (1998). *Morfologisch onderzoek Westerscheldemonding; Deel 1; Inventarisatie beschikbare literatuur en metingen in de Westerscheldemonding*. IMAU-rapport R 98-21, Universiteit Utrecht.
- Van Gennip, B. & H. Coops (2003). *Veranderingen in de vegetatie van de Oude Maas 1994-2000*. Rapport AGI-GAE 2003.20, Rijkswaterstaat AGI, Delft.
- Van Gogh, H.V. (omstreeks 1840). Kaart van den Verdrongen Zuid Hollandschen Waard, bekend onder den naam van Biesbosch en Bergsche Veld, special dat gedeelte hetwelk gelegen is in de provincie Noord Brabant; met aanwijzingen van de bekadingen welke daarin hebben plaatsgehad tot ultimo 1839. Zie: www.regionaalarchiefdordrecht.nl/achtergronden/historische-atlas-van-de-biesbosch.
- Van Haperen, A. & H. Visser (1992). Brandganzen of natuurbos op de Slikken van Flakkee. *De Levende Natuur* 1992: 118-123.
- Van Kreveld, A. & A. van Winden (2007). Volkerak: het mooiste van twee werelden. Naar een perspectief voor Volkerak-Zoommeer én omgeving. Bureau Stroming, Nijmegen.
- Van Langendonck, H.J. (1932). *De vegetatie en oecologie der schorrenplanten van Saaftingen*. Botanisch Jaarboek 23, 1931. Antwerpen.
- Van Langendonck, H.J. (1933). *La sociologie végétale des schorres du Zwyn et de Philippe*. Bulletin de la société royale de botanique de Belgique LXV (2), 1933.
- Van Rooij, S. & K.P. Groen (1996). *De oevergebieden van het Volkerak-Zoommeer. Ontwikkeling van abiotisch milieu en vegetatie sinds 1987*. Flevovericht 393, Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Van Velzen, E.K. en J.A. Beijersbergen, (1981). Inventarisatie duinvoetverdedigingen, Rapport S-78.019, werkgroep "Duinen als waterkering" (werkgroep 5), Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.
- Van Wilderom M.H. (1964). Tussen Afsluitdammen en Deltadijken, Deel II Noord Zeeland (Schouwen Duiveland, Tholen en St. Philipsland). M.H. Wilderom, Vlissingen.
- Van Wilderom, M.H. (1968). *Tussen Afsluitdammen en Deltadijken, Deel III Midden Zeeland (Walcheren en Zuid Beveland)*. M.H. Wilderom, Vlissingen.
- Van Wilderom, M.H. (1973). *Tussen Afsluitdammen en Deltadijken, Deel IV Zeeuwsen Vlaanderen*. M.H. Wilderom, Vlissingen.

-
- Vellema, M., P. de Greef, G. van Zonneveld, F. Boer & G. Litjens (2015), *Getijdenpark Brieneoord – de Esch*. Rapport Stadsregio Rotterdam Gemeente Rotterdam WNF/ ARK, De Urbanisten en Stroming.
- Veraart, J., S. Werners, M. Tangelder, A. Groot, M. de Bel & J.P.M. Mulder (2016). Vooroeversuppleties in de Oosterschelde; meerwaarde voor ecologie, economie en waterveiligheid, *Landschap* 2016/3: 143-151.
- Vermaas, T. & A. Bruens (2013). *Beheerbibliotheek Walcheren*, Deltares rapport 1207724-004-ZKS-0002.
- Verwey, J. (1975). *The cetaceans Phocoena phocoena and Tursiops truncatus in the Marsdiep area (Dutch Wadden Sea) in the years 1931-1973*. Publ. & Versl. Nederl. Inst. Onderz. Zee 17a: 1-98.
- Vrielynck, S., C. Belpaire, A. Stabel, J. Breine & P. Quataert (2003). *De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand, ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand*. IBW.Wb.V.R.2002.89.
- Vroon, J., C. Storm & J. Coosen (1997). *Westerschelde, stram of struis?* Eindrapport van het project Oostwest, een studie naar de beïnvloeding van fysische en verwante biologische patronen in een estuarium. Rapport RIKZ-97.023. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Waardenburg, H.W., A.J.M. Meijer, R.J.L. Phillipart & A.C. van Beek (1984). *The hard bottom biocoenoses and the fish fauna of lake Grevelingen and their reactions to changes in the aquatic environment*. Wat. Sci. Tech. Vo1.16, Rotterdam, pg. 677-686.
- Weber M. (1922). *Cetaceeën*. In: Redeke H.C. (ed.). *Flora en Fauna der Zuiderzee*. De Boer, Den Helder.
- Weeda, E.J., J.J.M. van der Neut, A.A.M. Boesveld & B.A.M. Weel (2002). *Nationaal Park De Biesbosch: Schatkamer van de wilde flora. Een overzicht van zeldzame en bedreigde vaatplanten*. Staatsbosbeheer, Drimmelen.
- Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren (2000). *Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland 1. Wateren, moerassen en natte heiden*. Uitgeverij KNNV, 334 pp.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen & E.E. van der Voo (1971). *Wilde Planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 2: het lage land*. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, Amsterdam.
- Westhoff, V. & W.G. Beeftink (1950). De vegetatie van duinen, slikken en schorren op de Kaloot en in het Noord-Sloe. II. Het Noord-Sloe. *De Levende Natuur* 12: 225-233.
- Westhoff, V. & A.J. den Held (1969). *Plantengemeenschappen in Nederland*. Thieme, Zutphen.
- Wetsteijn, L.P.M.J. (2011). *Grevelingenmeer: meer kwetsbaar? Een beschrijving van de ecologische ontwikkelingen voor de periode 1999 t/m 2008-2010 in vergelijking met de periode 1990 t/m 1998*. RWS Waterdienst, Lelystad.
- Wijnhoven S. & H. Hummel (2008). *Historische ontwikkeling macrofauna levensgemeenschappen Rijn-Maas-monding. Biesbosch, Hollandsch Diep, Haringvliet en Haringvliet voordelta vanaf 1960 met het oog op de toekomst*. Monitor Taskforce Publication Series 2008-12. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

-
- Wijsman, J., V. Escaravage, Y. Huismans, A. Nolte, R. van der Wijk, Z. Bing Wang & T. Ysebaert (2018). *Potenties voor herstel getijdenatuur in het Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch*. Rapport C008/18, Wageningen Marine Research & Deltares, Yerseke/Delft.
- Winden, J. van der, J. de Fouw, C. Dreef, P. van Horssen & S. Dirksen (2017). *Deltagebied: nationaal en internationaal topgebied voor vogels: Status, trends, bedreigingen en toekomst voor watervogels in het Deltagebied*. Rapport Sjde 17-02, Sjoerd Dirksen Ecology, Utrecht / Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Winter, H.V. & S.M. Bierman (2010). *De uitbreidingsmogelijkheden voor schieraal via de haringvlietsluizen*. IMARES-rapport C155/10.
- Winter, H.V., A.B. Griffioen & O.A. van Kreeken (2014). *De vismigratierivier: Bronnenonderzoek naar gedrag van vis rond zoet-zout overgangen*. IMARES-rapport C035/14.
- Winter H.V., L.R. Teal, K.E. van de Wolfshaar, A.B. Griffioen, B. Houben & N.W.P. Brevé (2015). *Desk-study on habitat quality for the European Sturgeon in the Dutch Rhine and southern North Sea*. IMARES Wageningen UR. Report C044/15.
- Withagen, L. (2000). *Delta 2000; inventarisatie huidige situatie Deltawateren*. Rapport RIKZ 2000.047. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Witte, R.H. (1998). *Zeehonden in de Delta*. Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ 98.010.
- Witteveen & Bos (2007). *Plan-MER Beheerplan Voordelta*. Rapport RW1543-1. Witteveen & Bos, Deventer.
- Wolff, W.J. (1967). Watervogeltellingen in het gehele Nederlandse Deltagebied. *Limosa* 40 (4): 216-225.
- Wolff, W.J. (1972). *De zeehond is in het Deltagebied bijna uitgestorven*. Bull. Ver. Milieuhyg. Zeeland 3: 19.
- Wolff, W.J. (1973). *The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt*. Proefschrift, Universiteit Leiden. Zoölogische Verhandelingen, Leiden 126: 1-242.
- Ysebaert, T., P.M.J. Herman, P. Meire, J. Craeymeersch, H. Verbeek & C.H.R. Heip (2003). Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe Estuarine. *Coastal and Shelf Science* 57: 335-355.
- Ysebaert, T., D.J. van der Hoek, R. Wortelboer, J.W.M. Wijsman, M. Tangelder & A. Nolte (2016). Management options for restoring estuarine dynamics and implications for ecosystems: A quantitative approach for the Southwest Delta in the Netherlands. *Ocean & Coastal Management* 121: 33 - 48.
- Ysebaert, T., P. Meininger, K. Hostens, J. Maes & P. Meire (2001). *Verspreidingspatronen van benthos, vissen en vogels in het Schelde-estuarium*. *De Levende Natuur* 102: 56-61.
- Ysebaert, T., M. Tangelder, J. Wijsman & K. Troost (2013a). *Samenhang in de Delta, ontwikkelingsvarianten voor de Zuidwestelijke Delta: Ecologische onderbouwing (deel 1)*. Rapportnummer: C073/13.
- Ysebaert, T., M. Tangelder, J. Wijsman & K. Troost (2013b). *Samenhang in de Delta, ontwikkelingsvarianten voor de Zuidwestelijke Delta: Ecologische ontwikkeling van habitats en levensgemeenschappen, Deel 2*. Rapportnummer C159/13.

Zonneveld, I.S. (1960). *De Brabantsche Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdedelta*. Dissertatie Landbouwhogeschool Wageningen. Pudoc, Wageningen.

Zonneveld, I.S. (1991). De Biesbosch. In: P.W.F.M. Hommel (red.). *Excursieverslagen 1990*. Plantensociologische Kring Nederland, Wageningen.

Zonneveld, I.S. (1999). *De Biesbosch, een halve eeuw gevolgd. Van hennip tot netelbos en verder. De vierde dimensie van de vegetatie en de bodem van de Brabantse Biesbosch (1948-1998)*. Uniepers, Abcoude.

Bijlage 1 Database plantensoorten

De voornaamste gebruikte bronnen voor het opstellen van de overzichtstabel zijn de gegevens van de Verspreidingskaarten van Floron (www.verspreidingsatlas.nl) en de *Flora Zeelandica* (Meininger et al. 2018). De getallen betreffen kilometer-hokken. Met een 1 is aangegeven als de desbetreffende soort haar zwaartepunt in de Zuidwestelijke Delta heeft.

B = Biotoop: 1 Open zee, 2 Zeearmen open, 3 Zeearmen gesloten zout, 4 Zeearmen gesloten zoet, 5 Zoetwatergetijdengebied, 6 Strand en duin, 7 Inlagen, kreekrestanten en polders.

Trend op basis van de kilometerhok-gegevens en interpretatie op basis van expertkennis: † verdwenen, -- sterk achteruitgegaan, - achteruitgegaan, = gelijk gebleven, + vooruitgegaan, ++ sterk vooruitgegaan, N nieuw verschenen, ? trend onduidelijk.

Soort (ondersoort)	Zwaartepunt in ZW Delta	Biotoop	1900-1950	1951-1970	1971-1990	1991-heden	Trend00-70 expert	Trend70-17 expert	Trend Flora Zeelandica
<i>Alopecurus bulbosus</i>	1	7	28	30	37	25	=	--	-
<i>Althaea officinalis</i>		3, 4, 5, 7	283	28	268	337	=	-	-
<i>Ammophila arenaria</i>		6	162	28	248	310	=	=	0
<i>Anacamptis morio</i>		7	78	6	21	40	--	-	-
<i>Apium graveolens</i>	1	3, 4, 7	615	21	591	334	=	-	-
<i>Apium inundatum</i>		7	10	1	24	27	-	-	-
<i>Apium repens</i>		7	3	1	7	16	=	-	-
<i>Armeria maritima</i>		2, 3	253	55	64	45	=	-	--
<i>Artemisia maritima</i>		2, 3	399	87	244	252	=	-	-
<i>Aster tripolium</i>		2, 3, 7	931	208	1330	1186	=	=	+
<i>Atriplex glabriuscula</i>		2	0	2	36	91	=	+	+
<i>Atriplex littoralis</i>		2, 3	91	72	481	528	=	=	0
<i>Atriplex pedunculata</i>		2, 3, 7	10	14	9	8	-	-	-
<i>Atriplex portulacoides</i>		2, 3	377	101	298	358	=	-	-
<i>Baldellia ranunculoides</i>		6	26	3	21	31	-	-	-
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i>		2	7	14	74	106	=	+	+
<i>Blackstonia perfoliata</i>		2, 3, 4	9	5	72	307	+	+	+
<i>Blysmus compressus</i>	1	7	20	11	43	43	=	-	-
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>oleracea</i>		2	0	0	0	2	afw	N	0
<i>Bupleurum tenuissimum</i>		2, 3, 7	53	22	20	42	=	--	-
<i>Cakile maritima</i>		6	88	34	195	403	=	=	0
<i>Caltha palustris</i> subsp. <i>araneosa</i>	1	5	2	1	50	263	=	-	+
<i>Cardamine amara</i>		5	79	25	95	199	=	-	afw
<i>Carex caryophyllea</i>		6	13	0	8	23	=	-	?
<i>Carex distans</i>		7	111	43	338	519	=	-	0
<i>Carex extensa</i>		2, 3	16	9	53	126	+	=	+
<i>Carex flacca</i>		6	104	20	470	736	=	+	0
<i>Carex oederi</i> subsp. <i>oederi</i>		6	0	14	84	211	=	+	+
<i>Carex trinervis</i>		6	47	15	70	74	-	=	0
<i>Carlina vulgaris</i>		6	105	6	58	72	-	-	-
<i>Centaurium littorale</i>		2, 3, 4	44	22	179	275	+	=	0
<i>Centaurium pulchellum</i>		2, 3, 4	110	44	302	685	+	+	+
<i>Ceratophyllum submersum</i>		7	109	18	259	146	=	-	-
<i>Cirsium eriophorum</i>	1	7	4	0	9	12	-	=	-
<i>Clinopodium vulgare</i>		7	5	0	4	6	-	-	-
<i>Cochlearia officinalis</i> subsp. <i>anglica</i>	1	2, 3	13	1	0	2	-	-	-?
<i>Cochlearia officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i>		3, 4	107	49	107	177	=	-	+
<i>Convolvulus soldanella</i>		6	44	8	49	86	=	=	0
<i>Crambe maritima</i>		2	1	20	46	139	=	++	+
<i>Crithmum maritimum</i>	1	2	5	4	7	127	=	++	+
<i>Dactylorhiza incarnata</i>		6	25	9	63	181	=	=	+
<i>Dianthus armeria</i>		7	27	1	31	24	-	-	-
<i>Eleocharis quinqueflora</i>		6	5	13	20	64	=	=	+
<i>Eleocharis uniglumis</i>		7	13	23	264	308	=	-	-
<i>Elytrigia atherica</i>		2, 3	500	1	1780	1192	=	+	+
<i>Elytrigia juncea</i> subsp. <i>boreoatlantica</i>		6	86	1	112	200	-	-	0
<i>Epipactis palustris</i>		6	47	12	103	310	=	+	+
<i>Equisetum variegatum</i>		6	4	5	18	25	=	+	+
<i>Erodium lebelii</i>		6	32	3	91	144	=	-	-
<i>Eryngium maritimum</i>		6	84	18	55	128	=	-	?
<i>Euphorbia paralias</i>		6	25	3	28	108	=	+	+

Soort (ondersoort)	Zwaartepunt in ZW Delta	Biotoop	1900-1950	1951-1970	1971-1990	1991-heden	Trend00-70 expert	Trend70-17 expert	Trend Flora Zeelandica
Galium boreale	1	5	0	0	2	2	=	-	afw
Gentianella campestris		6	10	0	7	5	-	-	afw
Glaux maritima		2, 3, 7	710	176	850	810	=	-	-
Glyceria notata		7	0	0	421	221	=	-	-
Hippophae rhamnoides		6	148	33	497	705	=	+	+
Hippuris vulgaris		6, 7	62	6	104	138	-	-	0
Honckenya peploides		6	88	24	91	164	=	-	-
Hordeum marinum		2, 3, 7	137	8	55	47	=	-	-
Juncus alpinoarticulatus		6	4	0	29	68	=	+	+
Juncus gerardii		2, 3, 7	615	1	1290	1082	=	=	0
Juncus maritimus		2, 3	80	19	101	173	=	-	-
Koeleria macrantha		6	30	4	58	79	=	-	0
Lathyrus japonicus		2	0	0	5	10	afw	N	#
Leucojum aestivum	1	5	3	1	6	31	=	-	+
Leymus arenarius		6	105	22	190	240	=	=	0
Ligustrum vulgare		6	288	20	641	901	=	+	+
Limonium vulgare		2, 3	325	98	264	349	=	-	-
Liparis loeselii		6	5	8	17	42	=	+	+
Littorella uniflora		6	8	5	14	28	=	=	+
Lotus glaber		7	785	60	744	1069	=	=	0
Nasturtium officinale		5, 6	2	15	180	280	=	=	0
Oenanthe lachenalii		2, 3, 7	141	33	93	107	-	-	-
Ononis repens subsp. spinosa		7	1313	47	966	767	-	-	-
Ophioglossum vulgatum		7	17	5	60	121	=	-	-
Origanum vulgare		7	243	3	280	458	=	+	+
Parapholis strigosa		2, 3, 7	145	63	260	268	=	-	-
Parentucellia viscosa		2, 3, 4	0	0	30	243	+	+	+
Parnassia palustris		6	47	14	59	170	=	+	+
Phleum arenarium		6	110	16	215	292	=	=	0
Plantago maritima		2, 3, 7	361	137	315	356	=	-	-
Puccinellia distans subsp. borealis		2, 3, 7	0	2	132	41	=	--	--
Puccinellia distans subsp. distans		2, 3, 7	456	102	812	524	=	-	?
Puccinellia fasciculata	1	2, 3, 7	25	17	176	58	+	--	--
Puccinellia maritima		2, 3, 7	411	167	671	527	=	-	0
Pyrola rotundifolia		4, 6	36	10	30	107	=	+	+
Ranunculus baudotii		6, 7	85	14	212	366	=	=	+
Rhinanthus angustifolius		7	220	4	143	540	=	+	+
Rhinanthus minor		7	165	2	98	244	=	+	+
Rosa rubiginosa		6	123	12	266	583	=	+	+
Rubus ulmifolius		6	0	8	4	334	=	+	0
Ruppia cirrhosa	1	7	18	1	7	30	-	-	-
Ruppia maritima	1	4, 7, 8	26	2	14	56	-	-	-
Sagina maritima		2, 3	27	40	227	235	+	-	-
Sagina nodosa		6	101	29	158	299	-	+	+
Salicornia europaea		2, 3, 7	1	3	105	442	=	=	0
Salicornia procumbens		2	0	21	60	259	=	-	-
Salicornia pusilla		2, 3	0	0	1	1	afw	N	?
Salix caprea		3, 4	55	3	619	1364	=	++	+
Salix dasyclados		5	1	3	101	157	+	=	+
Salsola kali		6	99	19	102	224	=	=	+
Samolus valerandi		6	251	18	436	594	=	+	+

Soort (ondersoort)	Zwaartepunt in ZW Delta	Biotoop	1900-1950	1951-1970	1971-1990	1991-heden	Trend00-70 expert	Trend70-17 expert	Trend Flora Zeelandica
<i>Sanguisorba officinalis</i>		5	3	1	27	22	=	-	?
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>		7	314	21	369	819	=	=	0
<i>Schoenoplectus triqueter</i>	1	5	55	3	23	83	-	--	afw
<i>Schoenus nigricans</i>		6	27	4	19	25	-	=	+?
<i>Senecio sarracenicus</i>	1	5	15	5	54	157	=	+	#
<i>Silaum silaus</i>		5	4	1	14	13	-	-	#
<i>Sonchus palustris</i>		5	15	16	106	462	=	+	+
<i>Spartina anglica</i>		2	111	88	290	323	++	-	-
<i>Spartina maritima</i>	1	2, 4	159	19	6	0	--	-	#
<i>Spergularia media</i>		2, 3, 7	427	0	549	564	=	-	0
<i>Spergularia salina</i>		2, 3, 7	429	143	700	829	=	-	0
<i>Spiranthes spiralis</i>	1	6	9	1	2	11	=	+	+
<i>Suaeda maritima</i>		2, 3, 7	478	126	448	540	=	-	0
<i>Thymus pulegioides</i>		6	24	7	63	73	=	=	+
<i>Trifolium fragiferum</i>		7	1105	92	1391	1226	=	=	0
<i>Trifolium ornithopodioides</i>		6	1	3	1	0	-	+	#
<i>Trifolium scabrum</i>	1	6	25	6	39	76	=	=	0
<i>Trifolium striatum</i>		6	34	2	37	59	-	-	-
<i>Trifolium subterraneum</i>	1	6	13	6	16	15	-	-	-
<i>Triglochin maritima</i>		2, 3, 7	465	153	596	486	=	-	-
<i>Triglochin palustris</i>		7	162	14	339	297	-	-	-
<i>Ulex europaeus</i>		6	1	0	6	20	=	+	0
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		5, 6	3	6	73	365	=	=	+
<i>Veronica beccabunga</i>		7	156	8	276	398	=	=	0
<i>Zostera marina</i>		2, 3	67	15	157	76	=	--	-
<i>Zostera noltei</i>		2, 3	53	15	101	71	=	-	-

Bijlage 2 Database plantengemeenschappen

De voornaamste gebruikte bronnen voor het opstellen van de overzichtstabel en de factsheets (Bijlage 3) zijn de Atlassen van Plantengemeenschappen (Weeda et al. 2000-2003) en de *Flora Zeelandica* (Meininger et al. 2018). Subassociaties staan in rood weergegeven.

De volgende coderingen en afkortingen zijn gehanteerd: V = Voorkomen in Delta: 0 niet aanwezig, 1 niet kenmerkend – incidenteel, 2 niet kenmerkend – wijdverspreid, 3 kenmerkend, 4 exclusief. De kenmerkende en exclusieve plantengemeenschappen zijn nader uitgewerkt.

B = Biotoop: 1 Open zee, 2 Zeearmen open, 3 Zeearmen gesloten zout, 4 Zeearmen gesloten zoet, 5 Zoetwatergetijdengebied, 6 Strand en duin, 7 Inlagen, kreekrestanten en polders.

Voorkomen: † verdwenen, zz zeer zeldzaam, z zeldzaam, vz vrij zeldzaam, va vrij algemeen, a algemeen, za zeer algemeen, exp expert schatting, atl aantal atlasblokken.

Opp. (Oppervlakte): << 0-1 ha, < 1-5 ha, + 5-50 ha, > 50-500 ha, >> meer dan 500 ha.

Trend: † verdwenen, -- sterk achteruitgegaan, - achteruitgegaan, = gelijk gebleven, + vooruitgegaan, ++ sterk vooruitgegaan, N nieuw verschenen, ? trend onduidelijk.

Associatie / Subassociatie	V	B	Voorkomen (expert, atlasblokken)						Opp. Trend			
			1900-1950		1951-1970		1971- 1991- 1990 heden		1900- 1970	1970- 2017		
			Exp.	Atlas	Exp.	Atlas	Exp.	Exp.				
r01Aa01	Wolffio-Lemnetum gibbae	2										
r01Aa02	Lemno-Spirodeletum polyrhizae	1										
r01Ab01	Riccietum fluitantis	1										
r02Aa01	Ruppium maritima	3	4 7	va	12	vz	25	vz	z	<	-	-
r02Aa02	Ruppium cirrhosae	3	7	vz	7	vz	10	z	zz	<<	=	-
r03Aa01	Zosteretum noltii	3	2 3	va	15	vz	23	vz	z	<	=	--
r03Aa02	Zosteretum marinae	3	2 3	vz	12	vz	33	vz	†	0	=	†
r04Aa01	Nitelletum translucens	0										
r04Ba01	Nitellopsidetum obtusae	0										
r04Ba02	Charetum hispidae	1										
r04Ba03	Charetum asperae	1										
r04Bb01	Charetum vulgaris	1										
r04Bb02	Lemno-Nitelletum capillaris	0										
r04Bb03	Tolypelletum proliferae	0										
r04Ca01	Charetum canescens	3	6 7	zz	2	zz	4	zz	zz	<<	-	-
r05Aa01	Ceratophylletum submersi	3	7	va	17	va	78	va	va	<	=	-
r05Aa02	Ranunculetum baudotii	3	6 7	va	12	va	68	va	va	<	=	=
r05Aa03	Najadetum marinae	0										
r05Ba01	Ranunculo fluit.-Potametum perfoliati	1										
r05Ba02	Potametum lucentis	1										
r05Ba03	Nymphaeo albae-Nupharetum luteae	1										
r05Ba04	Nymphaeetum candidae	0										
r05Ba05	Potameto-Nymphoidetum	1										
r05Bb01	Stratiotetum	1										
r05Bb02	Utricularietum vulgaris	1										
r05Bc01	Potametum berchtoldii	1										
r05Bc02	Groenlandietum	1										
r05Bc03	Ranunculetum circinatis	1										
r05Bc04	Potametum obtusifolii	1										
r05Bc05	Myriophyllo verticillati-Hottonietum	1										
r05Ca01	Callitricho-Hottonietum	1										
r05Ca02	Ranunculetum hederacei	0										
r05Ca03	Callitricho-Myriophylletum alterniflori	0										
r05Ca04	Callitricho h.-Ranunculetum fluitantis	0										
r06Aa01	Isoeto-Lobelietum	0										
r06Ab01	Echinodoro-Potametum graminei	0										
r06Ab02	Sparganietum minimi	0										
r06Ac01	Pilularietum globuliferae	0										
r06Ac02	Scirpetum fluitantis	1										
r06Ac03	Eleocharitetum multicaulis	1										
r06Ac04	Samolo-Littorelletum	3	6	z	3	z	5	z	z	<	=	=
r06Ad01	Littorello-Eleocharitetum acicularis	0										
r07Aa01	Philonotido fontanae-Montietum	0										
r07Aa02	Pellio epiphyllae-Chrys. oppositifolii	0										
r07Aa03	Pellio-Conocephaletum	0										
r08Aa01	Eleocharito palustris-Hippuridetum	3	6 7	vz	6	vz	27	vz	vz	<	-	=
r08Aa02	Polygono-Veronicetum anag.-aquaticae	3	5 6	vz	14	vz	24	vz	vz	<	=	-
r08Aa03	Apietum nodiflori	1										
r08Aa04	Glycerietum plicatae	3	7	vz	5	vz	44	vz	vz	<	=	=
r08Ab01	Rorippo-Oenanthetum aquaticae	1										
r08Ab02	Sagittario-Sparganietum	1										
r08Ba01	Cicuto-Calletum	1										
r08Ba02	Cicuto-Caricetum pseudocyperii	1										
r08Bb01	Scirpetum lacustris	1										
r08Bb02	Scirpetum tabernaemontani	3	7	va	31	va	31	vz	vz	<	=	-
r08Bb03	Alismato-Scirpetum maritimi	2										
r08Bb03a	Alismato-Scirp. scirpetosum triquetri	4	5	vz	?	vz	?	z	zz	<<	=	--
r08Bb04	Typho-Phragmitetum	2										
r08Bb04b	Typho-Phragmitetum calthetosum	3	5	vz	?	vz	?	vz	z	<	=	--
r08Bc01	Caricetum ripariae	2										
r08Bc02	Caricetum gracilis	1										
r08Bc03	Caricetum vesicariae	0										
r08Bc04	Lysimachio-Caricetum aquatilis	0										
r08Bd01	Cladietum marisci	1										
r08Bd02	Caricetum paniculatae	0										
r08Bd03	Caricetum elatae	0										
r09Aa01	Caricetum trinervi-nigrae	3	6	z	2	z	z	9	z	<	+	=

Associatie / Subassociatie	V	B	Voorkomen (expert, atlasblokken)						Opp. Trend			
			1900-1950		1951-1970		1971- 1991-		1900- 1970-			
			Exp.	Atlas	Exp.	Atlas	Exp.	Exp.	1970	2017		
r09Aa02 Pallavicinio-Sphagnetum	0											
r09Aa03 Carici curtae-Agrostietum caninae	0											
r09Ba01 Scorpidio-Caricetum diandrae	0											
r09Ba02 Campylio-Caricetum dioicae	0											
r09Ba03 Parnassio-Juncetum atricapilli	3	6	z	0	zz	0	vz	vz	+	=	+	
r09Ba04 Junco baltici-Schoenetum nigricantis	3	6	z	4	z	4	z	z	<	-	=	
r09Ba05 Equiseto variegati-Salicetum repentis	1											
r09Ba06 Carici flavae-Cratoneuretum filicini	0											
r10Aa01 Sphagnetum cuspidato-obesi	0											
r10Aa02 Sphagno-Rhynchosporietum	0											
r10Aa03 Caricetum limosae	0											
r10Ab01 Eriophoro-Caricetum lasiocarpae	0											
r11Aa01 Lycopodio-Rhynchosporietum	0											
r11Aa02 Ericetum tetralicis	0											
r11Aa03 Empetro-Ericetum	0											
r11Ba01 Erico-Sphagnetum magellanicum	0											
r11Ba02 Sphagno palustris-Ericetum	0											
r12Aa01 Plantagini-Lolietum perennis	2											
r12Aa02 Coronopodo-Matricarietum	2											
r12Aa03 Bryo-Saginetum procumbentis	2											
r12Ba01 Ranunculo-Alopecuretum geniculati	2											
r12Ba02 Triglochino-Agrostietum stoloniferae	2											
r12Ba02c Triglochino-Agrost. juncetosum gerardi	3	7	a	35	va	55	va	va	+	-	=	
r12Ba03 Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae	3	7	a	50	a	91	a	a	+	-	=	
r12Ba04 Ononido-Caricetum distantis	3	7	vz	24	vz	14	vz	vz	<	=	=	
r13Aa01 Cerastietum pumili	0											
r13Aa02 Saxifrago tridact.-Poetum compressae	1											
r14Aa01 Spergulo-Corynephorietum	0											
r14Aa02 Viola-Corynephorietum	1											
r14Ba01 Ornithopodo-Corynephorietum	1											
r14Bb01 Festuco-Thymetum serpylli	1											
r14Bb02 Festuco-Galietum veri	3	6	vz	13	vz	21	vz	vz	+	-	-	
r14Bc01 Sedo-Thymetum pulegioidis	0											
r14Bc02 Medicagini-Avenetum pubescentis	0											
r14Ca01 Phleo-Tortuletum ruraliformis	3	6	va	17	vz	24	vz	vz	+	-	=	
r14Ca02 Sileno-Tortuletum ruraliformis	1											
r14Ca03 Tortello-Bryoerythrophyllietum	1											
r14Cb01 Taraxaco-Galietum veri	3	6	vz	10	vz	10	vz	z	+	-	-	
r14Cb02 Anthyllido-Silinetum	1											
r15Aa01 Gentiano-Koelerietum	0											
r16Aa01 Cirsio dissecti-Molinietum	0											
r16Aa02 Crepido-Juncetum acutiflori	0											
r16Ab01 Rhinantho-Orchidetum morionis	3	7	vz	9	z	3	zz	zz	+	-	=	
r16Ab02 Lychnido-Hypericetum tetrapteri	1											
r16Ab03 Ranunculo-Senecionetum aquatici	0											
r16Ab04 Scirpetum sylvatici	1											
r16Ab05 Angelico-Cirsietum oleracei	0											
r16Ba01 Fritillario-Alopecuretum pratensis	0											
r16Ba02 Sanguisorbo-Silaetum	3	5	z	4	z	3	zz	zz	+	-	=	
r16Bb01 Arrhenatheretum elatioris	2											
r16Bc01 Lolio-Cynosuretum	2											
r16Bc02 Galio-Trifolietum	0											
r17Aa01 Rubo-Origanetum	3	7	va	18	vz	31	vz	vz	<	-	-	
r17Aa02 Polygonato-Lithospermetum	1											
r18Aa01 Hyperico pul.-Melampyretum pratensis	1											
r18Aa02 Melampyro prat.-Hieracietum sabaudi	0											
r18Aa03 Aulacomnio an.-Polypodietum vulgaris	0											
r18Ab01 Veronico chamaedryos-Poetum nem.	0											
r18Ac01 Pseudotaxiphylo-Phegopteridetum	0											
r18Ac02 Luzulo luzuloidis-Thelypteridetum limb.	0											
r19Aa01 Galio hercynici-Festucetum ovinae	0											
r19Aa02 Gentiano pneumonanthes-Nardetum	0											
r19Aa03 Botrychio-Polygaletum	3	6	vz	9	vz	6	vz	z	<	-	-	
r19Aa04 Betonico-Brachypodietum	0											
r19Aa05 Polygalo vulgaris-Nardetum	0											
r20Aa01 Genisto pilosae-Callunetum	0											
r20Aa02 Vaccinio-Callunetum	0											

Associatie / Subassociatie	V	B	Voorkomen (expert, atlasblokken)						Opp. Trend			
			1900-1950		1951-1970		1971-1991-1990 heden		1900-1970	1970-2017		
			Exp.	Atlas	Exp.	Atlas	Exp.	Exp.				
r20Ab01	Carici arenariae-Empetretum	0										
r20Ab02	Polypodio-Empetretum	0										
r20Ab03	Salici repentis-Empetretum	1										
r21Aa01	Asplenio-Parietarium judaicae	1										
r21Aa02	Asplenio-Cheiranthetum cheiri	1										
r21Ab01	Asplenietum rutae-murario-trichomanis	1										
r21Ab02	Filici-Saginetum	1										
r22Aa01	Crithmo-Crambetum maritimae	3	2	0	--	zz	--	z	vz	+	+	++
r23Aa01	Atriplicetum littoralis	3	2 3 7	a	34	a	42	a	a	<	=	-
r23Ab01	Salsolo-Cakiletum maritimae	3	6	va	16	va	20	va	va	<	=	-
r24Aa01	Honckenyo-Agropyretum juncei	3	6	va	22	va	15	va	va	+	=	=
r24Ab01	Elymo-Ammophiletum	3	6	a	23	va	37	va	va	>	-	=
r25Aa01	Spartinetum maritimae	4	2 7	va	33	va	3	zz	1	<<	--	-
r25Aa02	Spartinetum townsendii	3	2 7	vz	52	a	57	a	a	>	++	+
r26Aa01	Salicornietum dolichostachyae	3	2 7	va	17	va	19	va	va	+	=	-
r26Aa02	Salicornietum brachystachyae	3	2 3 7	a	9	a	39	a	a	+	=	=
r26Aa03	Salicornietum decumbentis	0										
r26Aa04	Suaedetum maritimae	3	2 3 7	va	32	va	40	va	va	+	=	=
r27Aa01	Puccinellietum maritimae	3	2 3 7	a	72	a	76	a	a	+	=	--
r27Aa02	Plantagini-Limonietum	3	2 3 7	va	27	va	22	vz	vz	<	=	--
r27Aa03	Halimionetum portulacoidis	3	2 3 7	va	37	va	32	va	va	>	=	=
r27Ab01	Puccinellietum distantis	3	7	a	61	a	74	a	a	+	=	=
r27Ab02	Puccinellietum fasciculatae	4	7	z	21	vz	13	vz	z	<<	+	--
r27Ab03	Puccinellietum capillaris	3	7	?	7	vz	18	vz	z	<<	=	-
r27Ab04	Parapholido strig.-Hordeetum marini	3	7	z	11	z	8	z	z	<	=	+
r27Ac01	Juncetum gerardi	3	2 3 7	a	59	a	88	a	a	+	=	-
r27Ac02	Armerio-Festucetum litoralis	3	2 3 7	a	64	a	40	va	va	+	=	-
r27Ac03	Junco-Caricetum extensae	3	7	z	6	z	11	z	z	<	=	=
r27Ac04	Blysmetum rufi	1										
r27Ac05	Artemisietum maritimae	3	2 3 7	va	26	va	15	vz	vz	<	=	-
r27Ac06	Atriplici-Elytrigietum pungentis	3	2 3 7	va	47	a	78	a	a	>	=	+
r27Ac07	Oenanthe lachenalii-Juncetum maritimi	3	7	vz	14	vz	15	vz	vz	<	=	=
r28Aa01	Sagino marit.-Cochlearietum danicae	3	2 3 7	va	26	va	27	va	va	+	-	=
r28Aa02	Centaurio-Saginetum	3	2 3 4	vz	13	vz	21	vz	vz	+	=	+
r29Aa01	Cicendietum filiformis	1										
r29Aa02	Isolepido-Stellarietum uliginosae	1										
r29Aa03	Centunculo-Anthocerotetum punctati	1										
r29Aa04	Digitario-Illecebretum	0										
r30Aa01	Polygono-Bidentetum	1										
r30Aa02	Rumicetum maritimi	1										
r30Aa03	Chenopodietum rubri	2										
r30Aa04	Eleocharito acicularis-Limoselletum	1										
r31Aa01	Kickxietum spuriae	1										
r31Aa02	Papaveri-Melandrietum noctiflori	1										
r31Ab01	Veronico-Lamietum hybridi	2										
r31Ab02	Mercurialietum annuae	2										
r31Ab03	Chenopodio-Oxalidetum fontanae	1										
r31Ba01	Sclerantho annui-Arnoseridetum	1										
r31Ba02	Papaveretum argemones	1										
r31Bb01	Spergulo arvensis-Chrysanthemetum	1										
r31Bb02	Echinochloo-Setarietum	2										
r32Aa01	Bromo-Corispermetum	1										
r32Aa02	Erigeronto-Lactucetum	1										
r32Ab01	Urtico-Malvetum neglectae	2										
r32Ab02	Hordeetum murini	2										
r32Ab03	Balloto-Arcietum	1										
r32Ba01	Echio-Verbascetum	1										
r32Ca01	Echio-Melilotetum	2										
r32Ca02	Bromo inermis-Eryngietum campestre	0										
r32Ca03	Tanaceto-Artemisietum	2										
r33Aa01	Valeriano-Filipenduletum	1										
r33Ba01	Valeriano-Senecionetum fluviatilis	4	5	z	7	z	10	z	z	<	=	+
r33Ba02	Soncho-Epilobietum hirsuti	1										
r33Ba02	Soncho-Epilobietum althaeetosum	3	5	z	?	z	?	z	z	<	=	=
r33Ba03	Oenanthe-Althaeetum	3	3 4 7	vz	19	vz	33	vz	z	<	=	-
r34Aa01	Claytonio-Anthriscetum caucalidis	1										
r34Aa02	Torilidetum japonicae	1										

Associatie / Subassociatie	V	B	Voorkomen (expert, atlasblokken)						Opp. Trend				
			1900-1950		1951-1970		1971- 1991- 1990 heden		1900- 1970	1970- 2017			
			Exp.	Atlas	Exp.	Atlas	Exp.	Exp.					
r34Aa03	Urtico-Cruciatetum laevipedis	0											
r34Aa04	Alliario-Chaerophylletum temuli	2											
r34Aa05	Urtico-Aegopodietum	2											
r34Aa06	Heracleo-Sambucetum ebuli	0											
r35Aa01	Senecioni sylvatici-Epil. angustifolii	1											
r36Aa01	Rubetum grati	0											
r36Aa02	Lysimachio vulgaris-Rubetum ammobii	0											
r36Aa03	Rubetum silvatici	1											
r36Aa04	Rubetum taxandriae	0											
r37Aa01	Frangulo alni-Ulicetum europaei	0											
r37Aa02	Rubo ulmifolii-Ulicetum europaei	4	6	zz	?	zz	?	z	z	<<	=	+	
r37Ab01	Rubo plicati-Sarothamnetum scoparii	0											
r37Ab02	Crataego m.-Cytisetum scoparii	1											
r38Aa01	Hippophao-Salicetum arenariae	1											
r38Aa02	Pyrolo rotundifoliae-Hippophaetum	3	4 6	zz	2	zz	4	z	z	<	=	+	
r38Ab01	Hippophao-Ligustretum vulgaris	3	6	vz	14	vz	30	va	va	>	+	+	
r38Ab02	Rosetum spinosissimae	0											
r39Aa01	Salicetum auritae	1											
r39Aa02	Salicetum cinereae	1											
r40Aa01	Corno sanguineae-Rubetum vestiti	0											
r40Aa02	Pruno spinosae-Rubetum sprengelii	0											
r40Aa03	Roso rubiginosae-Rubetum affinis	1											
r40Ab01	Pruno-Crataegetum	2											
r40Ab02	Roso-Juniperetum	0											
r40Ac01	Rhamno-Crataegetum	1											
r40Ac02	Pruno spinosae-Ligustretum	0											
r40Ac03	Orchido-Cornetum	0											
r40Ba01	Salicetum capreae	3	3 4	0	0	0	?	z	vz	+	=	N	
r40Bb01	Senecioni ovati-Rubetum iuvenis	0											
r40Bb02	Sambuco racem.-Rubetum rudis	0											
r40Bb03	Rubetum pedemontani	0											
r41Aa01	Artemisio-Salicetum albae	1											
r41Aa02	Irido-Salicetum albae	1											
r41Aa03	Cardamino amarae-Salicetum albae	4	5	vz	18	vz	22	vz	vz	+	=	--	
r42Aa01	Thelypterido-Alnetum	0											
r42Aa02	Carici elongatae-Alnetum	1											
r43Aa01	Erico-Betuletum pubescentis	0											
r43Aa02	Carici curtae-Betuletum pubescentis	0											
r44Aa01	Dicrano-Juniperetum	0											
r44Aa02	Cladonio-Pinetum sylvestris	0											
r44Aa03	Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris	0											
r44Aa04	Empetro-Pinetum	0											
r45Aa01	Cynoglosso-Quercetum roboris	0											
r45Aa02	Dicrano-Quercetum roboris	0											
r45Aa03	Betulo-Quercetum roboris	0											
r45Aa04	Fago-Quercetum	1											
r45Aa05	Deschampsio-Fagetum	0											
r45Ab01	Luzulo luzuloidis-Fagetum	0											
r46Aa01	Violo odoratae-Ulmetum	1											
r46Aa02	Fraxino-Ulmetum	1											
r46Aa03	Crataego-Betuletum pubescentis	1											
r46Aa04	Carici remotae-Fraxinetum	0											
r46Aa05	Pruno-Fraxinetum	0											
r46Ab01	Orchido-Carpinetum	0											
r46Ab02	Primulo elatioris-Carpinetum	0											
r46Ab03	Stellario-Carpinetum	0											

Bijlage 3 Factsheets

Plantengemeenschappen

Voor het samenstellen van de factsheets is dankbaar gebruik gemaakt van de teksten uit de *Veldgids Plantengemeenschappen van Nederland* (Schaminée et al. 2010), aangevuld met de nieuwe inzichten van de *Revisie Vegetatie van Nederland* (Schaminée et al. 2017). Een belangrijke bron was verder de recent verschenen *Flora Zeelandica* (Meininger 2018), in het bijzonder voor gedetailleerde informatie over de afzonderlijke soorten.

Voor een meer uitgebreide beschrijving van de geportretteerde plantengemeenschappen verwijzen we naar de vijf delen van *De vegetatie van Nederland* (Schaminée et al. 1995-1998; Stortelder et al. 1999) en het informatiesysteem *SynBioSys Nederland* (Schaminée & Hennekens 2003; www.synbiosys.alterra.nl).

r2Aa1 Ruppium maritimae, Associatie van Snavelruppia

Ecologische kenschets

Formatie: zout water

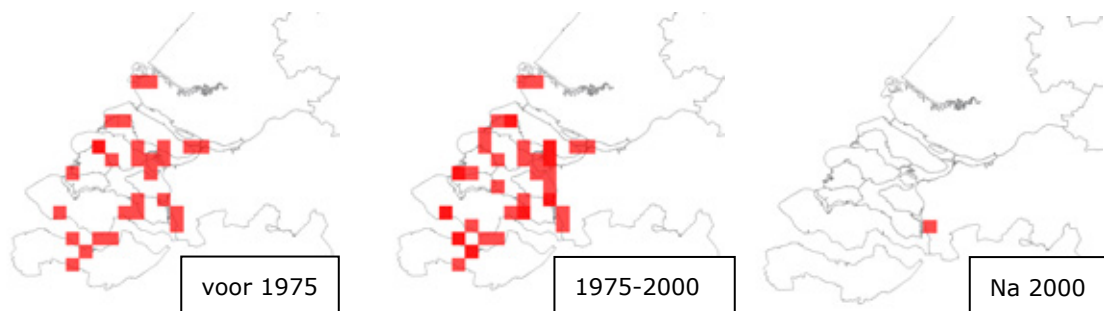
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Ruppia maritima**, Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris subsp. pedicellata, Ruppia cirrhosa

Trends

Het *Ruppium maritimae* komt voor in kleine, beschutte brakke of zilte wateren, zoals sloten, poelen en luwe ondiepe delen van grotere plassen. De meest natuurlijke standplaats wordt gevormd door afgesneden krekens in sluffers en op hoge delen van schorren, die met stormvloed vollopen en langdurig brak blijven. Op veel plekken is de gemeenschap verdwenen door verzoeting. In de jaren tachtig verscheen de gemeenschap (tijdelijk) over grote oppervlakte langs de Hellegatsplaten en in de krekens van de Slikken van de Heen, later ook in het Oostvoornse Meer en in krekens langs het Markiezaatmeer. Het recente voorkomen betreft vooral plekken in geschoonde plassen en sloten, zoals in de Yerseke Moer, maar de associatie is ook opgedoken in natuurontwikkelingsgebieden aan de zuidkust van Schouwen en aan de oostoever van de Oosterschelde, samen met Groot zee gras (*Zostera marina*).



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	12	vz	25	vz	z	<	-	-

r2Aa2 Ruppium cirrhosae, Associatie van Spiraalruppia

Ecologische kenschets

Formatie: zout water

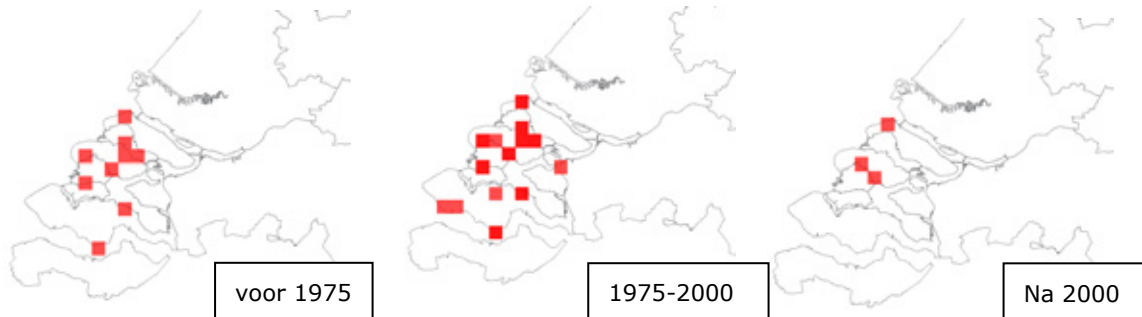
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: *Ruppia cirrhosa*, *Potamogeton pectinatus*

Trends

Het Ruppium cirrhosae komt voor in grotere, diepere en minder beschutte wateren dan het *Ruppium maritima*, in alle gevallen met een sterk wisselend zoutgehalte. Vanouds zeldzamer dan de Associatie van Snavelruppia, is deze associatie ook sterker achteruitgegaan. Van de voorkomens in de jaren 1960 in brakke krekken is niets over, terwijl de soort vroeger ook dichte velden vormde in inlagen, bijvoorbeeld op Schouwen. Ook in binnendijkse brakke inlagen heeft een sterke afname plaatsgevonden. Al met al is de achteruitgang een weerspiegeling van de enorme afname van brakke overgangsmilieus door de Deltawerken, terwijl ook de hoge voedselrijkdom van het water in de jaren 1970/1980 heeft bijgedragen aan de achteruitgang. De positieve uitzondering vormen de uitgestrekte natuurontwikkelingsterreinen op Schouwen-Duiveland (Prunje), waar de associatie zich op allerlei plekken waar zout water wordt ingelaten heeft weten te vestigen, soms over grote oppervlakte.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	7	vz	10	z	zz	<<	=	-

r3Aa1 Zosteretum noltii, Associatie van Klein zee gras

Ecologische kenschets

Formatie: zout water

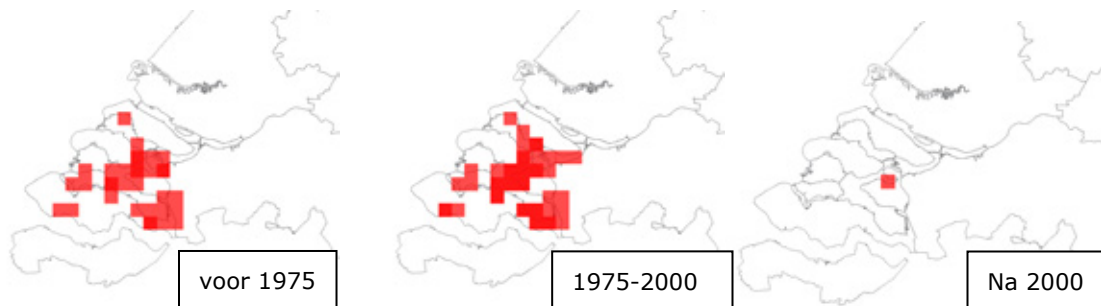
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zee arm open; zee arm gesloten zout

Kenmerkende soorten: **Zostera noltei**, *Zostera marina*, *Spartina anglica*, *Salicornia dolichostachya*

Trends

De associatie van Klein zee gras komt voor in het getijdengebied, op platen die tijdelijk droogvallen en grote schommelingen in zoutgehalte ondervinden. Ze groeit voornamelijk in estuariene landschappen en is dan ook sterk achteruitgegaan door de vele afsluitingen van de overgangen van rivieren naar zee (Zuiderzee, Lauwerseer, Deltawerken). Sinds de jaren 80 van de vorige eeuw is de oppervlakte van de gemeenschap in de Oosterschelde afgenomen tot zo'n 20% van de oorspronkelijke omvang. Toch vormt de Oosterschelde nog steeds de belangrijkste vindplaats in Zuidwest-Nederland, aangezien de associatie uit de andere wateren waar ze voorkwam (Grevelingen, Krammer-Volkerak, de Eendracht, het Markiezaat, Veersche Gat-Zandkreek) vrijwel geheel verdwenen is.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	15	vz	23	vz	z	<	=	--

r3Aa2 Zosteretum marinae, Associatie van Groot zeegras

Ecologische kenschets

Formatie: zout water

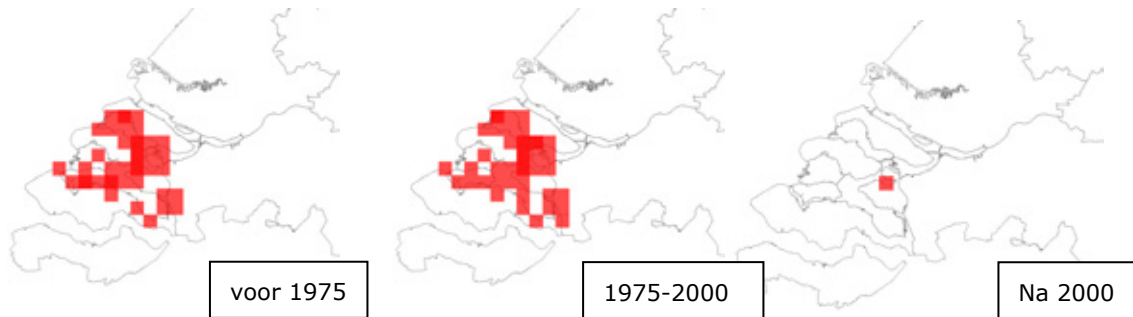
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearm open; zeearm gesloten zout

Kenmerkende soorten: *Zostera marina*, *Zostera noltei*

Trends

Het *Zosteretum marinae* is de laagst in het getijdengebied voorkomende door vaatplanten gedomineerde gemeenschap van ons land. Ze komt zowel voor in constant onder water staande begroeiingen (met de breedbladige vorm *Zostera marina* var. *marina*), als op droogvallende zand- en slikplaten (de smalbladige variëteit *stenophylla*). In de laatste gevallen zijn het vrijwel altijd locaties die bij vloed onderlopen en bij eb nog wat plasjes blijven staan. Bij uitzondering komt de associatie soms voor in stilstaande wateren. De gemeenschap is in de Waddenzee gigantisch achteruitgegaan, na de afsluiting van de Zuiderzee. In de Zuidwestelijke Delta had de associatie in de jaren 1970/1980 een enorme opleving in de Grevelingen. Met het zouter worden van het meer is de oppervlakte van de associatie achteruitgelopen, en tegenwoordig is de gemeenschap hier niet meer bekend. Sindsdien komt de associatie slechts zeer sporadisch in de Zuidwestelijke Delta voor, maar de laatste 10 jaar zijn geen waarnemingen meer bekend.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	12	vz	33	vz	†	0	=	†

R4Ca1 *Charetum canescentis*, Associatie van Brakwater-kransblad

Ecologische kenschets

Formatie: zout water

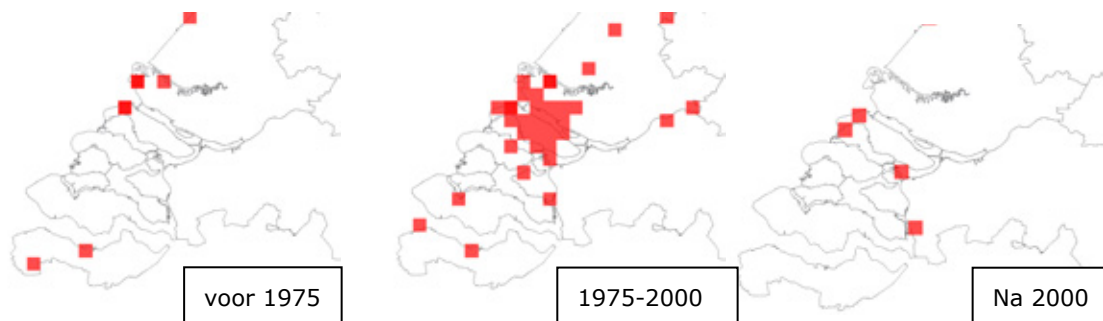
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin; inlagen, kreekrestanden en polders

Kenmerkende soorten: ***Chara canescens***, ***Chara baltica***, ***Tolpypella glomerata***, *Chara connivens*, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*

Trends

De associatie van Brakwater-kransblad is een zeer zeldzame begroeiing van brakke, ondiepe wateren met zandige bodem, zoals jonge duinvalleien en van de zee afgesloten kreek- en poldersloten. De gemeenschap is gevoelig voor eutrofiëring. De intensivering van de landbouw vormt dan ook, samen met het verdwijnen van brakke overgangsmilieus, de voornaamste oorzaak van de achteruitgang van deze gemeenschap. In Zuidwest-Nederland zijn de vindplaatsen van de associatie en de belangrijkste kenmerkende soorten altijd erg schaars geweest. Van een duidelijke achteruitgang lijkt dan ook geen sprake, maar door haar zeldzaamheid is de gemeenschap wel bedreigd.



Verspreiding op basis van *Atlas Plantengemeenschappen* en *Landelijke Vegetatie Databank*

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
zz	2	zz	4	zz	zz	<<	-	-

r5Aa1 Ceratophylletum submersi, Associatie van Fijn hoornblad

Ecologische kenschets

Formatie: zoet water

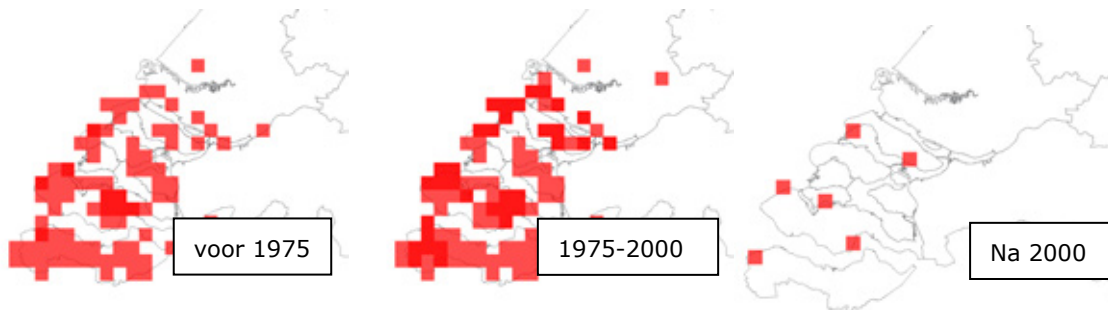
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Ceratophyllum submersum**, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*

Trends

Het *Ceratophylletum submersi* is een doorgaans soortenarme begroeiing van permanente, ondiepe, zoete of licht brakke, zeer harde (ionen- en carbonaatrijke) wateren, waarin de naamgevende soort een dichte onderwaterbegroeiing vormt, en kroossoorten een ijlere, drijvende laag. De begroeiing is in ons land sterk kustgebonden (duingebied en zeekleigebied), met de meeste voorkomens in de Zuidwestelijke Delta. Het voorkomen langs de kust heeft waarschijnlijk te maken met de binding van deze gemeenschap aan wateren die 's zomers snel opwarmen (ondiep, geïsoleerd) en 's winters niet geheel bevroren (kustgebied). Voorbeelden van vindplaatsen zijn drinkpoelen en grachten. De gemeenschap lijkt in Noord-Nederland achteruit te zijn gegaan, maar de trend in Zeeland is minder eenduidig. Enige achteruitgang door een afname van het aantal drinkpoelen licht voor de hand, maar blijkt niet uit de verspreidingskaartjes. Wel is de dominante soort (*Ceratophyllum submersum*) na 1990 op zijn minst plaatselijk achteruitgegaan, wat heeft geleid tot de conclusie van een licht negatieve trend in de tweede periode.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950		1951-1970		1971-1990		1991-heden		Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17		
va	17	va	78	va	va	<	=	-		

r5Aa2 Ranunculetum baudotii, Associatie van Zilte waterranonkel

Ecologische kenschets

Formatie: zoet water

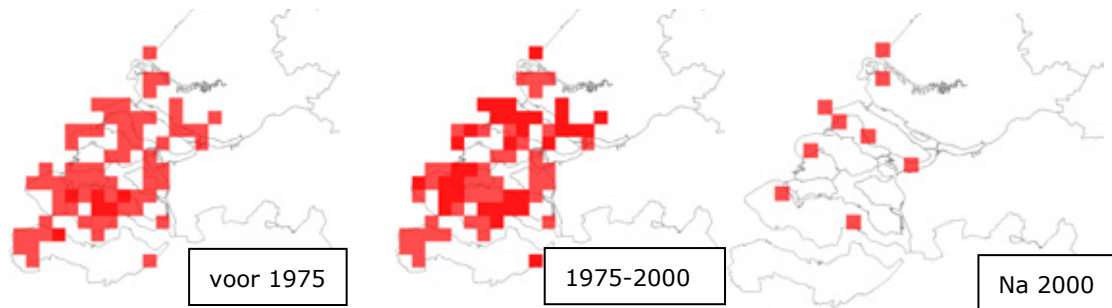
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Ranunculus baudotii**, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*

Trends

De associatie van Zilte waterranonkel vormt ondergedoken en drijvende begroeiingen in ondiepe, veelal 's zomers droogvallende, brakke poelen, duinplassen, vijvers en sloten. Voor Zeeland is het aannemelijk dat de associatie na de overstromingen van 1953 tijdelijk relatief weinig voorkwam, omdat de omstandigheden te zout waren. Sindsdien kan de gemeenschap dus zijn toegenomen. Aan de andere kant kunnen in het agrarische landschap vindplaatsen verloren zijn gegaan door de intensivering. We geven daarom een stabiele trend, met de nodige onzekerheid. Het vroegere, historische voorkomen (voor 1950) is eveneens onzeker, aangezien de inventarisaties van vegetatie voor die tijd zeer onvolledig zijn. De naamgevende soort is echter rond 1900 al bekend van diverse groeiplaatsen verspreid door heel Zeeland. Ook voor de periode 1900-1970 nemen we aan dat te trend relatief stabiel was.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	12	va	68	va	va	<	=	=

r6Ac4 Samolo-Littorelletum, Associatie van Waterpunge en Oeverkruid

Ecologische kenschets

Formatie: pionier nat

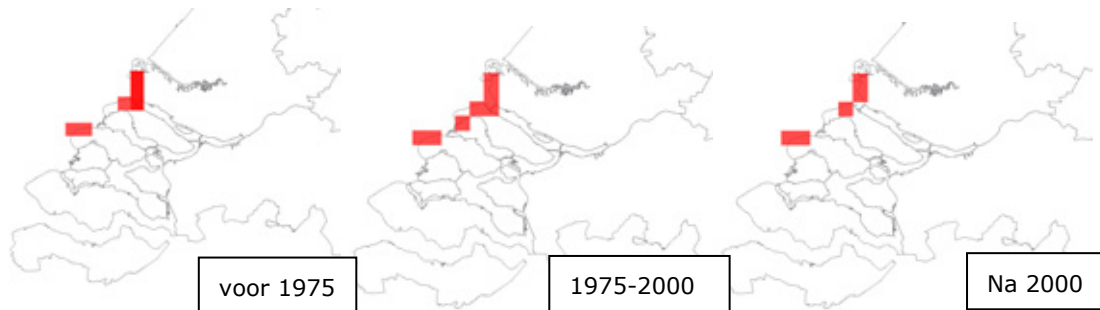
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: ***Samolus valerandi***, ***Littorella uniflora***, ***Baldellia ranunculoides* subsp. *ranunculoides***, *Hydrocotyle vulgaris*, *Mentha aquatica*, *Ranunculus flammula*, *Juncus articulatus*, *Eleocharis palustris*, *Carex oederi* subsp. *oederi*, *Apium inundatum*

Trends

Het *Samolo-Littorelletum* wordt aangetroffen in basenrijke duinplassen met sterk wisselende waterstand en een zandige bodem, en daarnaast in basenrijke laagten in Oost-Nederland. Van nature staan dit type duinvalleien 's winters diep onder water terwijl ze 's zomers droogvallen. Het betreft primaire, jonge duinvalleien, ontstaan na afsnoering van strandvlaktes, of secundair valleien die ontstaan door uitstuiving van het zand tot op de grondwaterspiegel of door afgraving. Bij natuurontwikkeling van duinvalleien behoren begroeiingen van deze associatie dan ook tot de eerste die terug kunnen komen. In Zuidwest-Nederland is de associatie altijd een stuk zeldzamer geweest dan op de Waddeneilanden, met weinige voorkomens op kleine oppervlakte. De trend lijkt stabiel. Mogelijk is recent zelfs sprake van enige toename door natuurontwikkeling, maar dat betreft dan een tijdelijke opleving.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	3	z	5	z	z	<	=	=

r8Aa1 Eleocharito palustris-Hippuridetum, Lidsteng-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

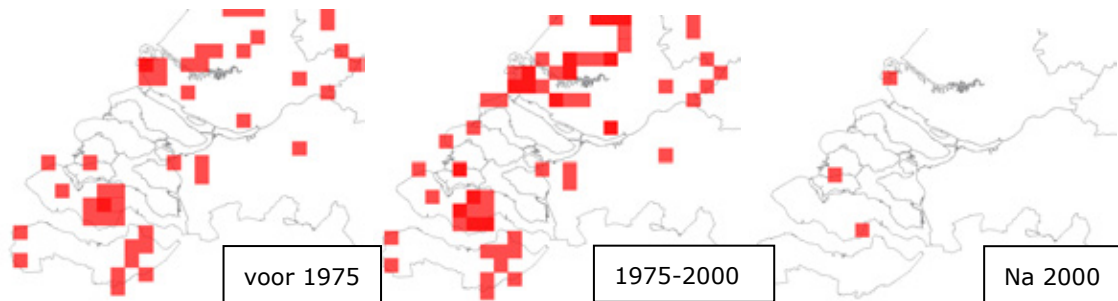
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Hippuris vulgaris**, *Veronica catenata*, *Eleocharis palustris*, *Agrostis stolonifera*, *Mentha aquatica*, *Ranunculus sceleratus*, *Alisma plantago-aquatica*

Trends

Het *Eleocharito palustris-Hippuridetum* is een relatief wijd verspreid begroeiingstype in de duinen en zeekleigebieden van Laag Nederland. Ze wordt aangetroffen op de grens van water en land, in ondiepe, brakke tot zoete, doorgaans voedsel- en basenrijke maar heldere wateren. Het is een van de meer wijdverspreide begroeiingen (vrijwel altijd voorkomend op kleine oppervlakte), die we nog wel als 'kenmerkend' voor Zuidwest-Nederland beschouwen. De verspreiding van *Hippuris vulgaris* in Zeeland lijkt de laatste decennia stabiel, maar op langere termijn (vóór 1970) lijkt er toch wel een negatieve trend te zijn opgetreden. Oude gegevens over de associatie zijn schaars, maar op basis van de soorttrend beschouwen we de gemeenschap als licht afgenomen in de periode 1900-1970 (mogelijk door intensivering van het agrarische landschap, waarbij met name kwel is afgenomen) en stabiel voor de periode 1970-heden.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	6	vz	27	vz	vz	<	-	=

r8Aa2 Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae, Associatie van Blauwe watererepijs en Waterpeper

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

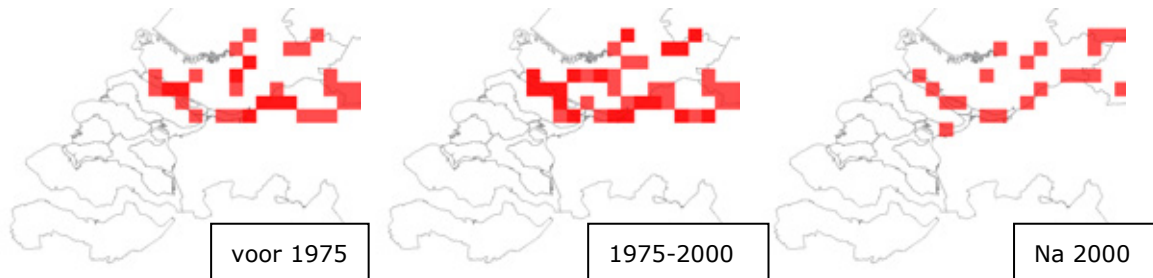
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zoetwatergetijdengebied

Kenmerkende soorten: **Veronica anagallis-aquatica**, *Nasturtium officinale*, *Veronica catenata*, *Persicaria hydropiper*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Myosotis scorpioides*, *Agrostis stolonifera*

Trends

Het *Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae* is een pionierbegroeiing van kleiige rivieroeveren, die zeer kenmerkend is voor het zoetwatergetijdengebied en andere delen van de benedenrivieren. Op de grens van water en land verschijnt ze op modderige plekken die droogvallen of door erosie of begrazing worden opengewerkt. Door het wegvallen van het getij (na 1970) is de associatie in het zoetwatergetijdengebied sterk in oppervlakte achteruitgegaan, al blijkt dat niet meteen uit verspreidingsgegevens in uurhokken. Dit heeft er mee te maken dat de associatie gebonden is aan een relatief klein gebied dat in heden en verleden relatief goed is onderzocht. Uit die figuur lijkt ook een licht herstel op te treden sinds 1985, dat geweten kan worden aan uitgevoerde verbredingen van het rivierbed en natuurontwikkeling.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	14	vz	24	vz	vz	<	=	-

r8Aa4 Glycerietum plicatae, Associatie van Stomp vlotgras

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

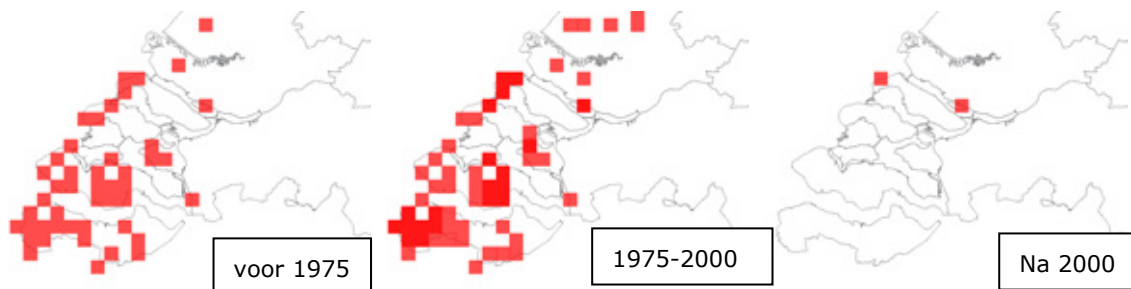
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Glyceria notata**, *Veronica baccabunga*, *Veronica catenata*, *Nasturtium officinale*, *Nasturtium microphyllum*, *Catabrosa aquatica*, *Ranunculus baudotii*

Trends

De Associatie van Stomp vlotgras is een pionierbegroeiing op de oevers van kreken, poelen, sloten en andere wateren met hard water, waarbij de vegetatie doorgaans een overgang vormt naar beweide graslanden. Ze komt in het kustgebied in veel situaties gezoneerd voor met de associatie van Zilte watterranonkel. Er zijn weinig historische gegevens over de associatie, mede omdat de naamgevende soort pas sinds 1912 wordt onderscheiden in de flora. Bovendien kan de identificatie van *Glyceria*-soorten moeilijk zijn. In Zeeland komt ze plaatselijk algemeen voor in binnendijkse terreinen. Waarschijnlijk is het voorkomen iets achteruit gegaan door een afname van het aantal drinkpoelen in het landschap. In de meest recente periode zijn er weinig opnamen van deze associatie gemaakt in de Zuidwestelijke Delta.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	5	vz	44	vz	vz	<	=	=

r8Bb2 Scirpetum tabernaemontani, Associatie van Ruwe bies

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

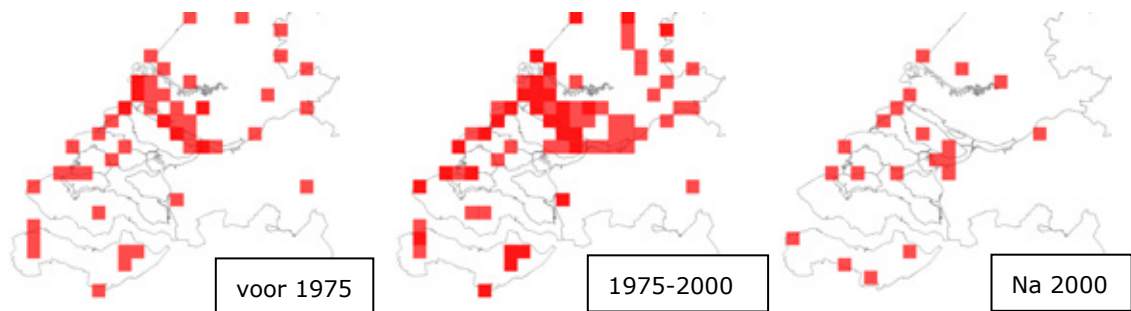
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders; zoetwatergetijdengebied

Kenmerkende soorten: **Schoenoplectus tabernaemontani**, *Bolboschoenus maritimus*, *Phragmites australis*

Trends

Deze biezenbegroeiing vormt een oevervegetatie langs allerlei soorten brakke wateren en langs rivieren met zoetwatergetijde. Ze komt op gelijkende standplaatsen voor als de associatie van Heen en Grote waterweegbree (*Alismato-Scirpetum maritimi*), en soms worden deze begroeiingen samen aangetroffen. De associatie is sterk achteruit gegaan in het zoetwatergetijdengebied, met name in het Haringvliet. Ook in Zeeland is waarschijnlijk sprake van achteruitgang van begroeiingen die door Ruwe bies worden gedomineerd, door het verdwijnen van brakke milieus.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	31	va	31	vz	vz	<	=	-

r8Bb3a Alismato-Scirpetum scirpetosum triquetri, Associatie van Heen en Grote waterweegbree, subassociatie van Driekantige bies

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

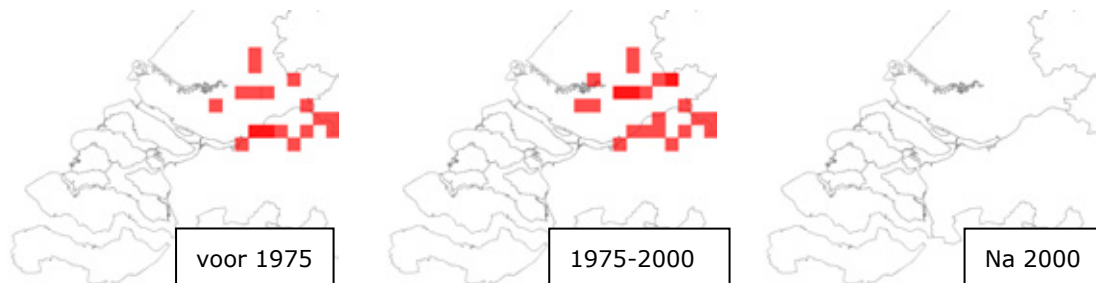
Voorkomen: exclusief

Biotoop: zoetwatergetijdengebied

Kenmerkende soorten: **Schoenoplectus triquetri**, **Schoenoplectus lacustris x triquetri**, *Bolboschoenus maritimus*, *Bolboschoenus tabernaemontani*, *Schoenoplectus lacustris*

Trends

De subassociatie is gebonden aan zoetwatergetijdensystemen, waar zij voorkomt als duurzame pioniervegetatie op slikplaten. Ze vormt de eerste zone in een natuurlijke gradiënt van slikplaten naar rietgorzen. Met de sterke reductie van het getij na de afsluiting van het Haringvliet, is de oppervlakte enorm achteruit gegaan, enerzijds door erosie van oevers, anderzijds door successie naar rietland, ruigte en wilgenstruweel. Dit is een van de weinige geanalyseerde plantengemeenschappen waarbij de achteruitgang in oppervlakte ook tot uitdrukking komt in de verspreidingskaarten. Het feit dat de subassociatie in allerlei uurhokken niet meer gevonden is na 1975, is een indicatie voor een enorm grote achteruitgang in oppervlakte. De kenmerkende Driekantige bies behoort tot de ernstig bedreigde plantensoorten in ons land. Het gedeeltelijk openzetten van de Haringvlietssluzen kan voor deze biezenvegetatie mogelijk een herstel betekenen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	?	vz	?	z	zz	<<	=	--

r8Bb4b Typho-Phragmitetum calthetosum, Riet-associatie, subassociatie van Spindotterbloem

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

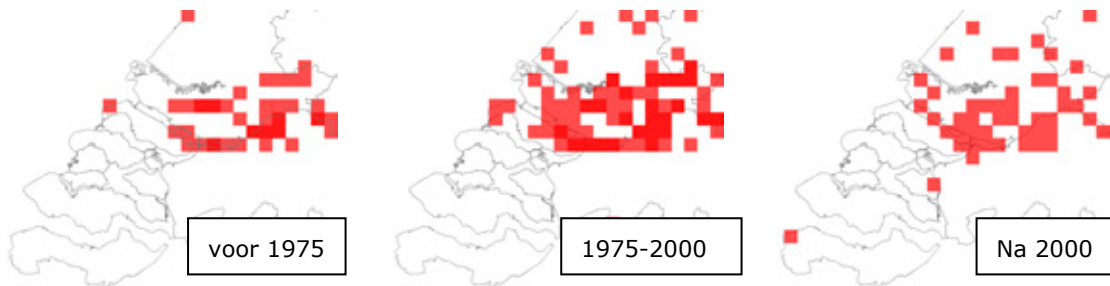
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zoetwatergetijdengebied; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Phragmites australis**, **Caltha palustris subsp. araneosa**, *Cardamine amara*

Trends

De subassociatie is zeer kenmerkend voor zoetwatergetijdengebieden, waar ze voorkomt als rietlanden die bij hoog water worden overstroomd. Het is dan ook niet verwonderlijk dat ook deze subassociatie (net als de hiervoor beschrevene) een flinke klap heeft gehad van de afsluiting van het Haringvliet, en het daardoor gereduceerde getij. De oppervlakte is sinds 1970 sterk afgenomen, vooral door successie van de rietgorzen naar ruigte, struweel en (wilgen)bos. Dit niet tot uiting in de verspreidingskaartjes, aangezien op veel plekken langs het Haringvliet, het Hollands Diep en de Oude Maas en in de Biesbosch nog smalle stroken van dit rietland aanwezig zijn.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	?	vz	?	vz	z	<	=	--

r9Aa1 Caricetum trinervi-nigrae, Associatie van Drienervige en Zwarte zegge

Ecologische kenschets

Formatie: zeggenmoeras (duinvallei)

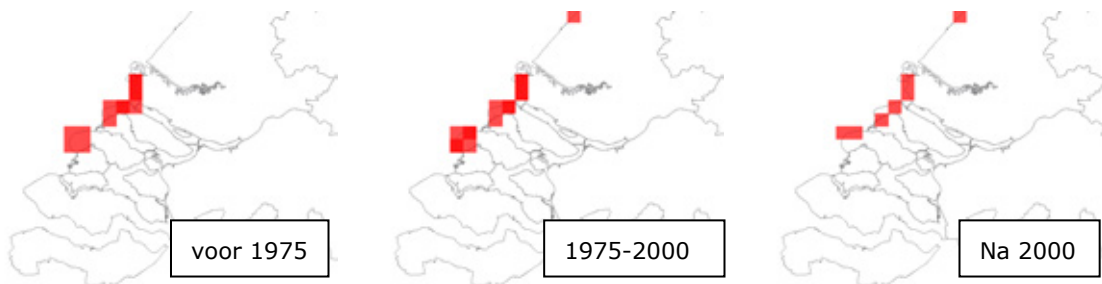
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: **Carex trinervis**, **Carex nigra**, *Salix repens*, *Potentilla erecta*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Comarum palustre*, *Calliergonella cuspidata*

Trends

De associatie komt voor in duinvalleien met stagnerend, neutraal tot matig zuur, basenarm tot matig basenrijk water. De gemeenschap is zoutmijdend, maar kan zich na incidentele overstroming met zeewater snel herstellen. De bodem bestaat uit een (dunne) venige laag op zand. De associatie ontwikkelt zich bij verzuring en veenvorming uit pioniergemeenschappen van het Verbond van Waternavel en Stijve moerasweegbree of uit rietland; bij vernatting, gevolgd door verzuring, ook uit de Knopbies-associatie. Deze zeldzame associatie, die slechts een klein areaal beslaat in het kustgebied van West-Europa, heeft in Nederland haar zwaartepunt op de Waddeneilanden. In de Delta is ze aanwezig op Voorne, Goeree en Schouwen. Hier lijkt haar voorkomen stabiel, zowel qua verspreiding als in oppervlakte.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	2	z	z	9	z	<	+	=

r09Ba03 Parnassio-Juncetum atricapilli, Associatie van Duinrus en Parnassia

Ecologische kenschets

Formatie: zeggenmoeras (duinvallei)

Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: ***Parnassia palustris***, ***Carex oederi s.l.***, ***Linum catharticum***, ***Carex flacca***, ***Sagina nodosa***, ***Salix repens***, ***Juncus alpinoarticulatus***, ***Juncus articulatus***

Trends

Deze associatie van jonge duinvalleien is in de afgesloten zeearmen pas ontstaan na de afsluitingen van de vele Deltawerken na enkele tientallen jaren van verzoeting. Thans is de associatie met name in de Grevelingen en verder in Krammer-Volkerak en Veerse Meer. In de duinen zijn jonge duinvalleibegroeiingen ontstaan na herstelwerkzaamheden vanaf de jaren negentig van de vorige eeuw. Desondanks worden nauwelijks voorkomens getoond. Dit heeft er waarschijnlijk mee te maken dat de begroeiingen in Zeeland afwijken van de "typische" beschrijvingen van de Waddeneilanden, en daardoor grotendeels niet automatisch geselecteerd worden via de gebruikte algoritmes. Het is niet te verwachten dat de associatie verder zal uitbreiden, eerder zal op den duur een teruggang plaatsvinden.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	0	zz	0	vz	vz	+	=	+

r09Ba04 Junco baltici-Schoenetum nigricantis, Knopbies-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zeggenmoeras (duinvallei)

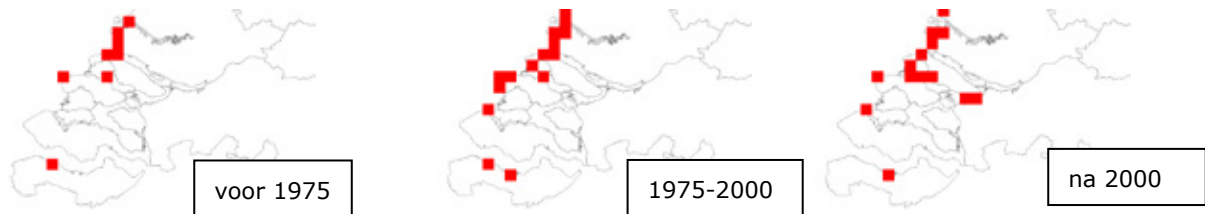
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: ***Epipactis palustris***, ***Parnassia palustris***, ***Liparis loeselii***, ***Dactylorhiza incarnata***, ***Eleocharis quinqueflora***, *Carex oederi s.l.*, *Salix repens*, *Schoenus nigricans*, *Salix repens*, *Mentha aquatica*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus articulatus*, *Calliergonella cuspidata*, *Pellia endiviifolia*, *Campylium stellatum*, *Bryum pseudotriquetrum*

Trends

De Knopbies-associatie komt voor in ontzilte, natte, kalkrijke en stikstofarme, primaire duinvalleien. In secundaire valleien wordt de gemeenschap alleen aangetroffen op kalkrijk zand of als kalkrijk grondwater toestroomt. Het bodemprofiel wordt gekenmerkt door een tot 5 cm dikke, zwarte top laag met daaronder al of niet ontkalkt zand. Op plekken met kwel schommelen de grondwaterstanden weinig, maar op andere plekken kan de waterstand sterk verschillen, met in de winter water boven maaiveld en in de zomer een waterstand die (ver) onder maaiveld kan zakken. De associatie komt voor langs de Noordwest-Europese kusten van de Oost-Friese eilanden tot in Noord-Frankrijk. In Nederland is zij langs de gehele duinstrook te vinden; de typische subassociatie vooral op de Waddeneilanden en de Knopbiesarme subassociatie het meest in het Renodunale district, met een zwaartepunt op Voorne. Dankzij adequaat beheer dat gericht is op het onderdrukken van verdere (snelle) successie, is het voorkomen de associatie in het Deltagebied vooralsnog stabiel.



Verspreiding op basis van *Atlas Plantengemeenschappen* en *Landelijke Vegetatie Databank*

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	4	z	4	z	z	<	-	=

r12Ba02c Triglochino-Agrostietum juncetosum gerardi, Associatie van Moeraszoutgras en Fioringras, subassociatie van Zilte rus

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

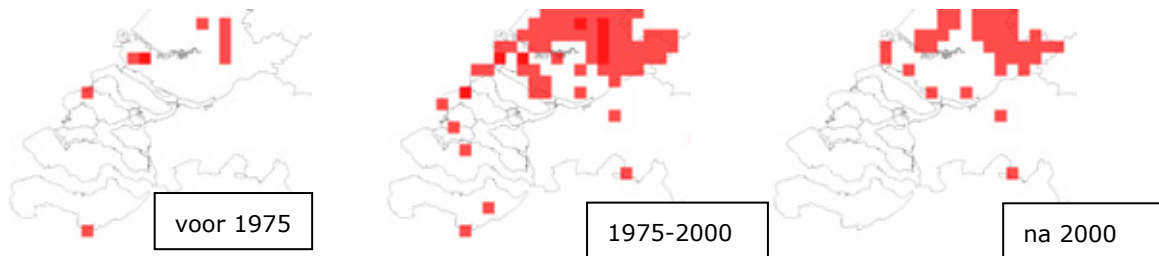
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders; zeearmen gesloten zoet

Kenmerkende soorten: **Triglochin palustris**, *Eleocharis uniglumis*, *Agrostis stolonifera*, *Juncus articulatus*, **Juncus gerardii**, *Glaux maritima*

Trends

Vergeleken met de verwante Associatie van Geknikte vossenstaart komt de Associatie van Moeraszoutgras en Fioringras voor op standplaatsen met een lagere pH en die gemiddeld genomen minder voedselrijk zijn en minder uitdrogen. Waar de andere associaties van het verbond een duidelijke voorkeur laten zien voor kleiige substraten, is deze gemeenschap vooral aan te treffen op venige grond. 's Winters ligt het waterpeil ongeveer op het niveau van het maaiveld, in het vegetatiesizoen zakt het waterpeil tot hooguit enkele decimeters daaronder. De subassociatie juncetosum gerardii komt voor op betrekkelijk zilte plekken. Buiten menselijke invloed kwam de gemeenschap, onder spontane begrazing door wilde dieren, voor in afgesnoerde strandvlakten, aan de randen van vochtige duinvalleien en langs oude krekken. Tegenwoordig is zij in Nederland vrij algemeen te vinden in de veenweidegebieden van Noord- en Zuid-Holland (inclusief de noordrand van het Deltagebied), waar ze op veel plaatsen de natte en wat minder voedselrijke randen van de graslandpercelen markeert.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	35	va	55	va	va	+	-	=

r12Ba03 Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae, Associatie van Aardbeiklaver en Fioringras

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

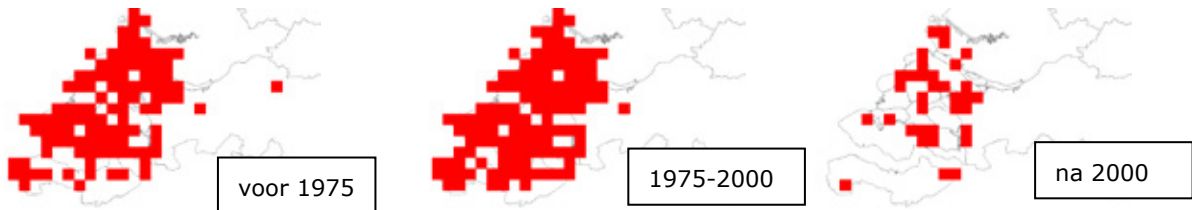
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: *Trifolium fragiferum*, *Agrostis stolonifera*, *Potentilla anserina*, *Juncus gerardi*, *Plantago maritima*, *Carex distans*

Trends

Deze graslandgemeenschap is gebonden aan brakke gronden in het kustgebied. Het meest wordt ze aangetroffen in ondiepe kommen of dellen op de hoge zone net boven de kwelder of het schor (de zogenaamde kwelderzoom), maar plaatselijk is ze ook aanwezig in primaire duinvalleien, achterduinse strandvlakten en in sluftervlakten. Binnendijks kan ze voorkomen aan de landzijde van zeedijken op plaatsen met zilte kwel, in recent ingepolderde kwelders en op zilte plekken in het polderland. Beweiding vindt plaats door schapen en koeien, maar lokaal ook door hazen en ganzen. De bodem is opgebouwd uit een venige sliblaag van gemiddeld zo'n decimeter op grijs, gereduceerd zand. Deze Noordwest-Europese gemeenschap ons land heeft de associatie twee zwaartepunten, in het Waddengebied (zowel op de eilanden als aan de vastelandskusten) en in het Deltagebied; in beide gebieden is ze algemeen, maar in het Deltagebied laat ze wel een geleidelijke achteruitgang zien.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	50	a	91	a	a	+	-	=

r12Ba04 Ononido-Caricetum distantis, Associatie van Kattendoorn en Zilte zegge

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

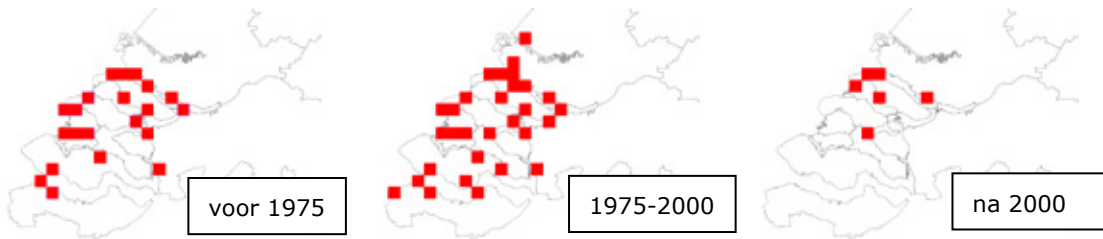
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Ononis repens subsp. spinosa**, **Carex distans**, *Agrostis stolonifera*, *Potentilla anserina*, *Lotus corniculatus*, *Juncus gerardii*, *Festuca rubra*

Trends

Deze gemeenschap komt voor in de contactzone tussen zoet en zilt milieu, vooral buitendijks aan de bovenrand van schorren en groene stranden, op zandige plaatsen die in het vegetatie seizoen slechts bij uitzondering door de vloed worden bereikt. Binnendijks komt ze sporadisch voor op zandige welvingen in brak grasland, zoals in de Zeeuwse inlagen. Van alle gemeenschappen van het Zilver schoon-verbond is de Associatie van Kattendoorn en Zilte zegge, die buiten ons land alleen bekend is van de Duitse Waddeneilanden en van het Oostzeegebied, veruit het zeldzaamst. Ze komt in Nederland zowel voor in het Waddengebied als in het Deltagebied. In het laatste gebied is sprake van een achteruitgang.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	24	vz	14	vz	vz	<	=	=

r14Bb02 Festuco-Galietum veri, Duin-Struisgras-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

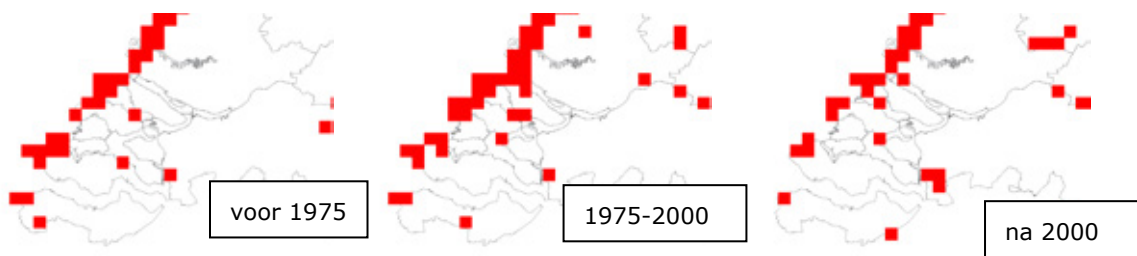
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: *Trifolium scabrum*, *Trifolium striatum*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium ornithopodioides*, *Agrostis capillaris*, *Festuca filiformis*, *Rumex acetosella*, *Galium verum*, *Koeleria macrantha*, *Carex arenaria*, *Hypochaeris radicata*, *Hypnum cupressiforme*

Trends

De gemeenschap is gebonden aan vastgelegd duinzand dat bijna helemaal is ontkalkt. Vooral in de kalkarmere duingebieden komt de gemeenschap vaak in een groot deel van de (loodrecht op de zee voorkomende) duinzonering voor. Vaak betreft het terreinen die al eeuwenlang als weidegrond in gebruik zijn. Het is een kustgebonden associatie, waarvan het areaal zich uitstrekt van Noord-Frankrijk tot Noord-Duitsland. In Nederland heeft de associatie haar voornaamste verspreiding op de Waddeneilanden. Daarbuiten komt ze voor in de ontkalkte binnenduinen, zoals op de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden, en verder nog op een enkele plaats langs de kust van de voormalige Zuiderzee. In de Delta is ze al met al vrij zeldzaam en vertoont ze een gestage achteruitgang.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	13	vz	21	vz	vz	+	-	-

r14Ca01 Phleo-Tortuletum ruraliformis, Duinsterretjes-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

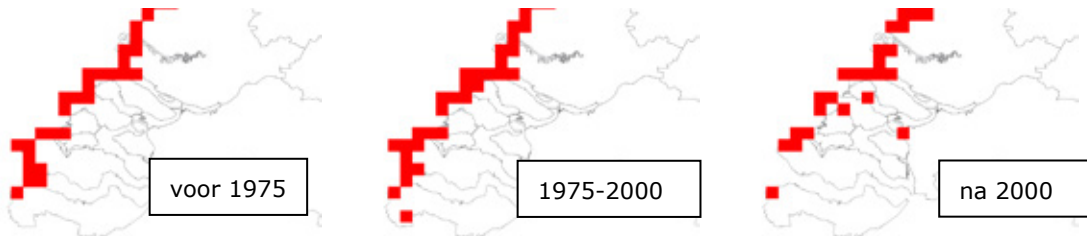
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: ***Phleum arenarium***, ***Syntrichia ruralis* var. *arenicola***, ***Syntrichia ruralis* var. *calcicola***, ***Erodium cicutarium* subsp. *dunense***, *Cerastium semidecandrum*, *Sedum acre*, *Hypnum cupressiforme*

Trends

De gemeenschap is vooral aan te treffen aan de lijszijde van de zeereep en in de buitenste strook van de middenduinen, op droog, 's zomers sterk opwarmend, humusarm tot vrijwel humusloos, kalkhoudend zand. In kalkrijke duingebieden kan zij echter tot ver in de binnenduinen op open plekken verschijnen. Op hellingen die minder zon ontvangen, is ze vooral aan te treffen aan de voet op afspoelend zand. Ook komt zij voor op opgeworpen zand bij konijnenholen. Bij matige overstuiving of uitstuiving kan de gemeenschap lang blijven bestaan. In ons land is deze Noordwest-Europese associatie hoofdzakelijk beperkt tot de duinstreek. Het meest komt zij voor in het Renodunale district en minder in het Waddendistrict en in de Zeeuwse duinen, waar ze al met al vrij algemeen is en stabiel in haar voorkomen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	17	vz	24	vz	vz	+	-	=

r14Cb01 Taraxaco-Galietum veri, Duin-Paardenbloem-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

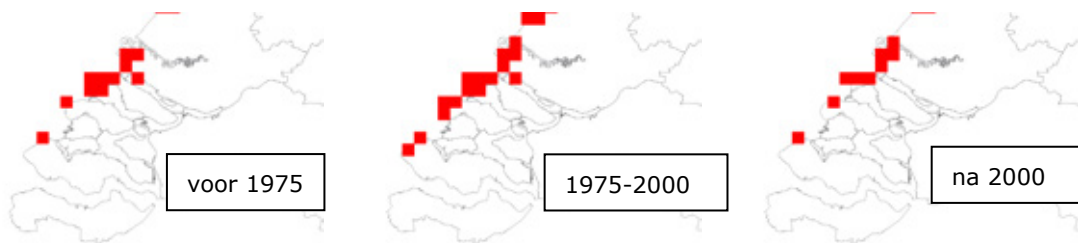
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: **Taraxacum obliquum**, **Gentiana cruciata**, **Viola rupestris**, **Taraxacum laevigatum agg.**, **Carex caryophylla**, **Sanguisorba minor**, *Veronica officinalis*, *Carex flacca*, *Polygala vulgaris*, *Carlina vulgaris*, Galium verum, Hypnum cupressiforme, Poa pratensis, *Rubus caesius*, *Thymus pulegioides*, *Avenula pubescens*

Trends

De gemeenschap is gebonden aan droog tot iets vochtig, zwak tot matig humeus, enigszins kalkhoudend tot kalkrijk duinzand. De kalk is vaak aanwezig in de vorm van grof schelpgruis. Door lichte overstuiving en begrazing door konijnen blijft de gemeenschap bestaan, maar ook beweiding met runderen of paarden kan effectief zijn. De Duin-Paardenbloem-associatie komt waarschijnlijk alleen in Nederland voor, al komen op de Duitse Waddeneilanden duingraslanden voor die als een fragmentaire vorm van deze associatie zijn te beschouwen. In Nederland is de associatie over een groot gebied, van Goeree tot Bergen, de meest voorkomende graslandgemeenschap in de kalkrijke middenduinen. Buiten de Hollandse duinen is zij minder algemeen, wat samenhangt met de geringere kalkrijkdom van het duinzand. In het Deltagebied vertoont deze vrij zeldzame gemeenschap een geleidelijke achteruitgang.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	10	vz	10	vz	z	+	-	-

r16Ab01 Rhinantho-Orchietum morionis, Associatie van Harlekijn en Ratelaar

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

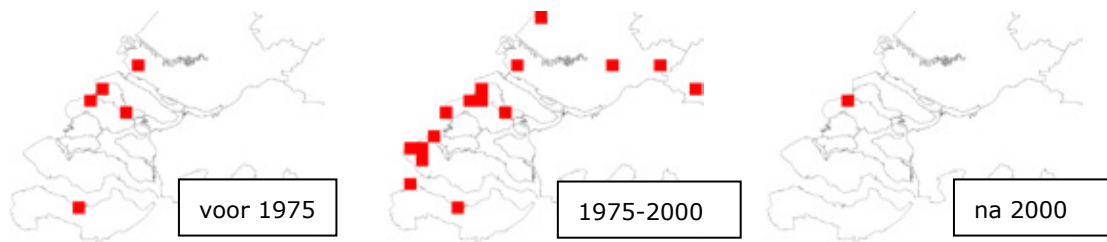
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders; zeearmen gesloten zoet

Kenmerkende soorten: **Anacamptis morio**, *Ophioglossum vulgatum*, *Rhinanthus angustifolius*, *Rhinanthus minor*, *Silene flos-cuculi*, *Luzula campestris*,

Trends

Deze bloemrijke en soortenrijke gemeenschap komt voor op zoete tot zwak brakke zandgrond en sterk zandige kleigrond. Het gaat vooral om voormalige kwelders, maar plaatselijk ook om oude zandopduikingen. De bodem is basisch tot zwak zuur. Voor de noodzakelijke basenverzadiging is een hoog waterpeil nodig, maar overstroming wordt slecht verdragen, ook in het winterhalfjaar. De associatie is alleen bekend uit Nederland, waar ze zowel op de Waddeneilanden als in het Deltagebied wordt aangetroffen, plaatselijk ook langs de voormalige Friese Zuiderzeekust. Een echt bolwerk is aanwezig in het polderland van Texel met de Polder Waal en Burg als pronkjuweel, maar ook de Zoute en Zoete Haard en Dijkwater op Schouwen-Duiveland zijn belangrijke gebieden.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	9	z	3	zz	zz	+	-	=

r16Ba02 Sanguisorbo-Silaetum, Associatie van Grote pimpernel en Weidekervel

Ecologische kenschets

Formatie: grasland zoet

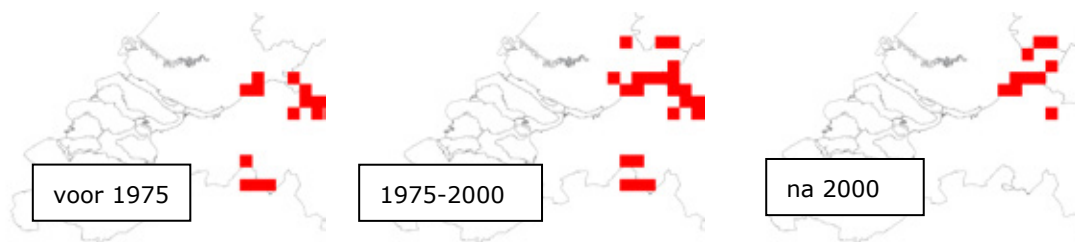
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zoetwatergetijdengebied

Kenmerkende soorten: **Sanguisorba officinalis**, **Galium boreale**, **Silaum silaus**, *Alopecurus pratensis*, *Centaurea jacea*, *Crepis biennis*, *Galium mollugo*

Trends

Deze uitgesproken soortenrijke, rivierbegeleidende gemeenschap is gebonden aan vochtige, basenrijke en tamelijk voedselrijke gronden, die bij hoge waterstanden in de winter en het vroege voorjaar een tijdlang onder water kunnen staan. Meestal worden de begroeiingen echter niet overstroomd, omdat zij op enige afstand van de rivier, op hoger gelegen klei- en zavelgronden voorkomen. De associatie heeft een subatlantisch tot subcontinentaal areaal en is onder andere bekend van Engeland en Duitsland. In Nederland is zij zeldzaam in de benedenloop van de grote rivieren, waar de voornaamste vindplaats in de bekade Hengstpolder in de Zuid-Hollandse Biesbosch ligt.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	4	z	3	zz	zz	+	-	=

r17Aa01 Rubo-Origanetum, Associatie van Dauwbraam en Marjolein

Ecologische kenschets

Formatie: zomen en droge ruigte

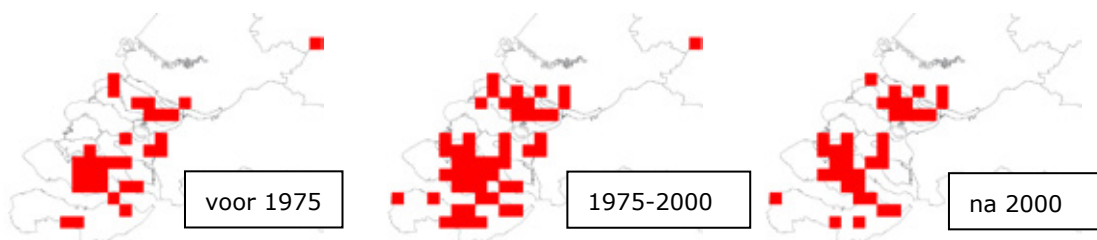
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: ***Origanum vulgare***, ***Dianthus armeria***, ***Agrimonia eupatoria***, ***Senecio erucifolius***, ***Satureja vulgaris***, ***Cirsium eriophorum***, *Pastinaca sativa*, *Verbena officinalis*

Trends

De gemeenschap is gebonden aan droge en zonnige standplaatsen op kalkhoudende grond. In Zuid-Limburg betreft dit kalkverweringsgronden, op andere plaatsen in Nederland kalkrijke zavelgronden. De ruige begroeiingen worden gekenmerkt door robuuste zomerbloeiërs en langhalmige grassen. Lintvormig groeit deze gemeenschap vooral op zuidhellingen van onregelmatig beheerde of soms ook gebrande dijken en in bermtaluds die niet of slechts incidenteel worden beweide of gemaaid. De Associatie van Dauwbraam en Marjolein is buiten Nederland in ieder geval bekend van België, Duitsland en Engeland. In Nederland zijn twee duidelijke vormen te onderscheiden: naast een 'krijtvorm' in Zuid-Limburg, met onder andere Gevinde kortsteel en andere planten van kalkgraslanden, betreft dit in Zuidwest-Nederland een 'dijkvorm', met onder andere Kweek en Rietzwenkgras. Een zeer zeldzame soort in deze aan voormalige zeedijken gebonden gemeenschap is de Wollige distel. Vroeger had de gemeenschap een wat grotere verspreiding dan tegenwoordig; zo is ze verdwenen uit Schouwen, en is op veel plaatsen ook de floristische kwaliteit achteruitgegaan.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	18	vz	31	vz	vz	<	-	-

r19Aa03 Botrychio-Polygaletum, Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem

Ecologische kenschets

Formatie: grasland

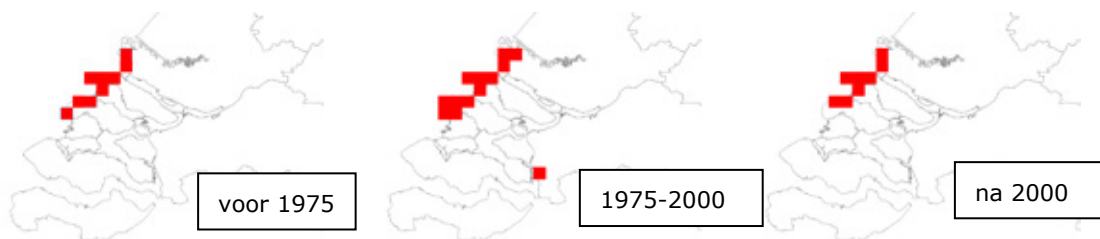
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: **Gentianella campestris**, **Spiranthes spiralis**, **Polygala vulgaris**, **Botrychium lunaria**, **Viola canina**, **Antennaria dioica**, *Veronica officinalis*, *Euphrasia stricta*, *Potentilla erecta*, *Danthonia decumbens*, *Festuca filiformis*, *Nardus stricta*

Trends

Deze soortenrijke gemeenschap groeit aan de bovenranden van vochtige duinvalleien in de overgangszone naar droge duingraslanden, waar enige vorm van beweiding en/of betreding plaatsvindt. De associatie is kustgebonden en heeft een klein, West-Europees areaal. In Nederland komt de kwetsbare gemeenschap langs de hele kuststrook voor, maar het aantal locaties is beperkt en de oppervlakten zijn slechts klein. Fraaie voorbeelden in de Delta zijn bijvoorbeeld nog te vinden op Schouwen en Goeree. De achteruitgang is vooral toe te schrijven aan verdroging, ontkalking, verstruweling en vergrassing, ook als gevolg van de afname van betreding en begrazing in de duinen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	9	vz	6	vz	z	<	-	-

r22Aa01 Crithmo-Crambetum maritimae, Associatie van Zeevenkel en Zeekool

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open

Kenmerkende soorten: **Crambe maritima**, **Crithmum maritimum**, *Atriplex glabriuscula*, *Lathyrus japonicus*, *Beta vulgaris* subsp. *maritima*, *Atriplex prostrata*, *Rumex crispus*

Trend

De Associatie van Zeevenkel en Zeekool wordt vooral aangetroffen op door steenblokken gevormde taluds van zeeweringen, waar ze doorgaans in de spatzone staat. Het gaat daarbij dus om enigszins zout milieu met weinig substraat, waardoor nauwelijks successie optreedt. De gemeenschap breidt de laatste jaren sterk uit en is op veel plekken op zeedijken inmiddels een vertrouwde verschijning. Op de Afsluitdijk bijvoorbeeld beslaat de gemeenschap een kilometerslange zone. In het Deltagebied komt zij onder andere voor op Neeltje Jans, in het Zwin en bij Nieuwesluis in Zeeuws-Vlaanderen en (op schelpenbanken) op 't Stelletje bij Zierikzee. De associatie is pas recent als zodanig in ons land onderscheiden, zodat het aantal waarnemingen de werkelijkheid onvoldoende weergeeft.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
0	--	zz	--	z	vz	+	+	++

r23Aa1 Atriplicetum littoralis, Strandmelde-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

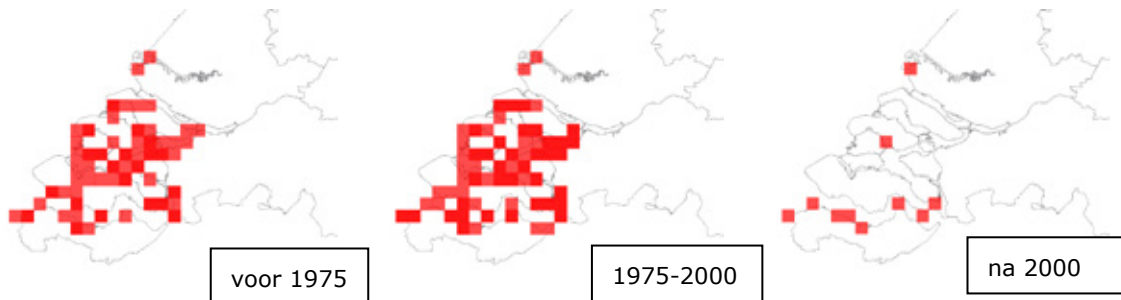
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanen en polders

Kenmerkende soorten: **Atriplex littoralis**, *Atriplex prostrata*, *Matricaria maritima*

Trend

De gemeenschap komt voor op stikstofrijk en vochtig vloedmerk, dat in de winterperiode aan de hoogwaterlijn in gordels wordt afgezet, zoals in inlagen, langs oeverwallen van slenken van kwelders en schorren en aan de voet van dijken. Het vloedmerk bestaat uit organisch materiaal, waaronder plantenresten, stro en algen, vermengd met schelpen, dode dieren en afval dat afkomstig is van de mens. Het verschil met de verwante Associatie van Loogkruid en Zeeraket is dat bij de Strandmelde-associatie het aanspoelsel niet met zand is overstoven. De algemene Strandmelde-associatie is beperkt tot beschutte plaatsen langs de hele Noordzeekust, waar zich organisch materiaal heeft verzameld. In Nederland heeft ze haar zwaartepunt in Zeeland, waar ze een duidelijke achteruitgang laat zien, en aan de kwelderzijde van de Waddeneilanden.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	34	a	42	a	a	<	=	-

r22Ab01 Salsolo-Cakiletum maritimae, Associatie van Loogkruid en Zeeraket

Ecologische kenschets

Formatie: pionier droog

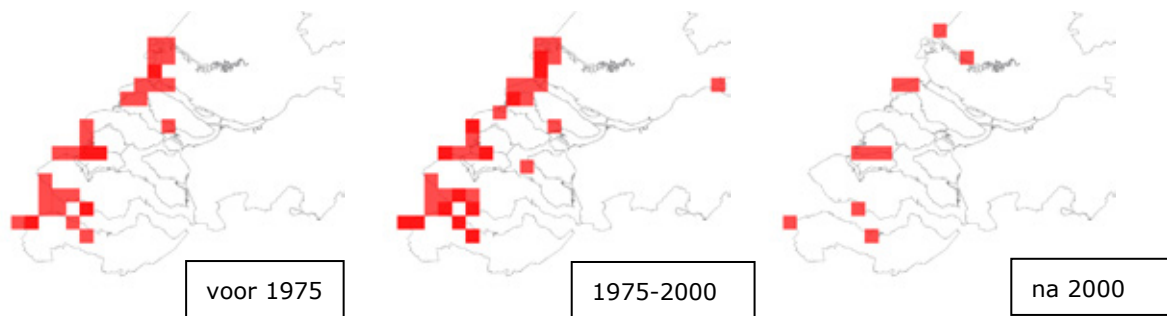
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: **Cakile maritima**, **Salsola kali subsp. kali**, *Atriplex glabriuscula*, *Atriplex laciniata*, *Honckenya peploides*

Trend

Deze associatie komt voor op overstoven vloedmerk, dat strooksgewijs is afgezet op de hoogwaterlijn langs zand- of grindstranden en aan de voet van zeedijken. De grote hoeveelheid zand in het vloedmerk is een belangrijk verschil met de standplaats van de verwante Strandmelde-associatie. Ondanks dat de soorten van deze associatie zand invangen, spelen zij nauwelijks een rol bij de vorming van duinen. De planten sterven in de herfst weer af, waarna de gevormde heuveltjes verwaaien of verspoelen. De associatie komt in Europa voor langs de atlantische kusten. In Nederland is zij op veel plaatsen langs de gehele Noordzeekust te vinden. In tegenstelling tot de Strandmelde-associatie is zij ook aanwezig langs de Hollandse vastelandskust. Door het opruimen van vloedmerk op de badstranden nemen mogelijkheden voor deze gemeenschap af.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	16	va	20	va	va	<	=	-

r24Aa01 Honckenyo-Agropyretum juncei, Associatie van Zandhaver en Biestarwegras

Ecologische kenschets

Formatie: pionier droog

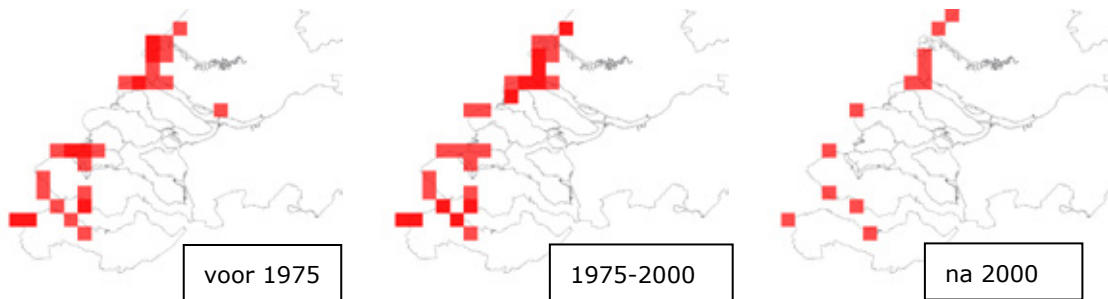
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: *Elytrigia juncea subsp. boreoatlantica*

Trend

De Biestarwegras-associatie ontwikkelt zich boven de lijn van het gemiddeld hoog water, in de bovenste zone van kale zandstranden, waar de dynamiek van wind en water ervoor zorgt dat zand voortdurend in beweging is. Alleen bij een hoge vloed wordt deze zone door zeewater overstromd. Plaatselijk komt de associatie voor op basaltglooiingen, wanneer daar wat zand is opgehoopt. Het bodemvocht is afwisselend zout (door zeewater), en zoet (door regenwater), of is door de zomerse droogte juist schaars. Bij verdere opstuiving van het duin ontstaat de Helm-associatie. De associatie komt voor langs de kusten van West-Europa, noordelijk tot in Zuid-Scandinavië. Hoewel de Biestarwegras-associatie in Nederland langs de hele Noordzeekust wordt aangetroffen, heeft zij haar zwaartepunt op de Waddeneilanden. Het vegetatietype is evenwel nergens dominant en is onbestendig.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	22	va	15	va	va	+	=	=

r24Ab01 Elymo-Ammophiletum, Associatie van Zandhaver en Helm

Ecologische kenschets

Formatie: pionier droog

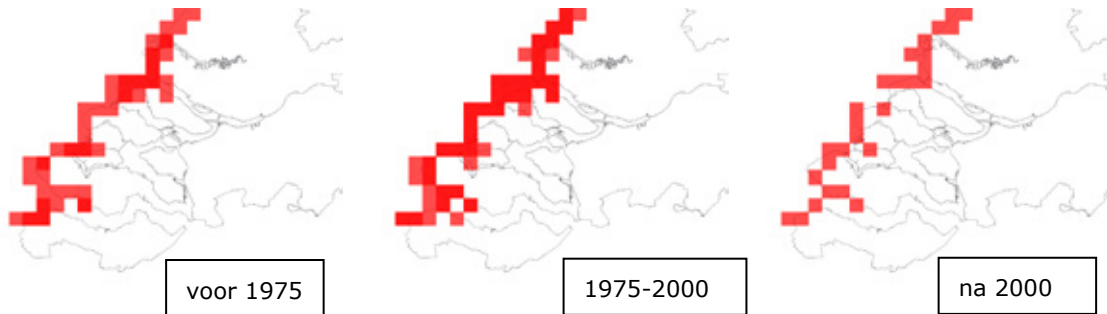
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: ***Ammophila arenaria***, ***x Calammophila baltica***, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Festuca arenaria*, *Oenothera parviflora* var. *ammophila*, *Sonchus arvensis* var. *maritimus*, *Calystegia soldanella*

Trend

De Helm-associatie wordt aangetroffen op zandduinen die hoog genoeg zijn om een zoetwaterlens vast te houden en die niet door zeewater worden overspoeld. De zouttolerantie van de Helm-associatie is daarmee kleiner dan die van de Biestarwegras-associatie. De bodem is arm aan humus en meestal ook voedselarm. De gemeenschap komt zowel op kalkarm als (zeer) kalkrijk zand voor: de pH-waarden variëren van 5,0 tot 9,0. Helm, de naamgever van de associatie, wordt in haar groei sterk gestimuleerd door overstuiving. Het areaal van de Helm-associatie strekt zich in Europa uit van Noord-Frankrijk tot Zuid-Scandinavië en omvat ook grote delen van de Ierse en Britse kusten. In Nederland komt de associatie, met uitzondering van enkele duingedeelten met een sterke afslag, over de hele lengte van de duinkust over een breedte van 50 tot 500 meter voor.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	23	va	37	va	va	>	-	=

r25Aa01 Spartinetum maritimae, Associatie van Klein slijkgras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

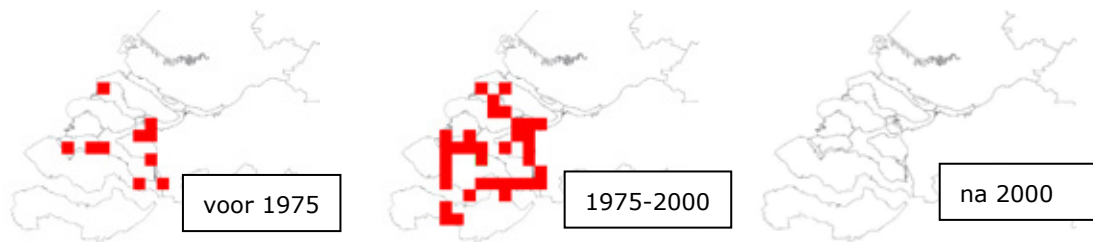
Voorkomen: exclusief

Biotoop: zeearmen open

Kenmerkende soorten: *Spartina maritima*, *Spartina x townsendii*

Trend

De Associatie van Klein slijkgras groeit als pioniergemeenschap op een zilte bodem in een smalle zone van 40 cm beneden tot 20 cm boven gemiddeld hoog water. Ook komt zij voor in laagten op het wad die bijna dagelijks overstromd worden maar bij laagwater droogvallen. Waar op het wad veel rivierwater toestroomt, is deze associatie afwezig. Het areaal van de Associatie van Klein slijkgras strekt zich in Europa uit van Zuidoost-Ierland en Zuid-Engeland zuidwaarts tot Portugal. In Nederland was de associatie vroeger was de associatie in Nederland niet zeldzaam in het estuariene gebied, waarbij zij haar noordgrens had aan de zuidkust van Goeree en Overflakkee, maar in de loop van de tijd ging zij steeds verder achteruit om uiteindelijk uit te sterven. Zo leek het, maar onlangs is de associatie (na veertig jaar!) teruggevonden binnendijks op de Hellegatsplaten en buitendijks op de Slikken van Viane. Deze waarnemingen zijn op de verspreidingskaart nog niet afgebeeld.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	33	va	3	zz	1	<<	--	-

r25Aa02 Spartinetum townsendii, Associatie van Groot slijkgras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

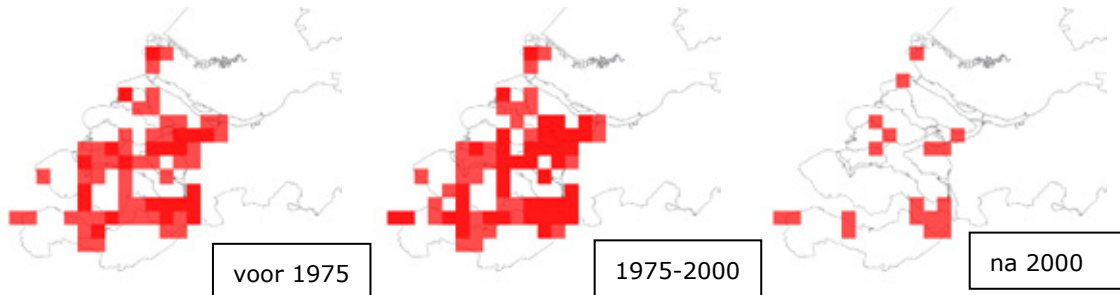
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open

Kenmerkende soorten: ***Spartina anglica***

Trend

De Associatie van Engels slijkgras groeit buitendijks van 1 m beneden tot 10-15 cm boven de gemiddelde hoogwaterlijn. Zo begroeit zij grote oppervlakten op de hogere delen van het schor of de kwelder. Hier is zij beperkt tot de onderste zone en tot ondiepe laagten en kreekoevers. Hoewel de getijdenwerking goed wordt verdragen, is zij gevoelig voor golfslag, ijsgang en strenge vorst. Het best groeit de gemeenschap op slibrijke bodem. De associatie komt plaatselijk ook binnendijks voor, bijvoorbeeld op plekken met zoutwaterkwel of op ingedijkte grond die nog zout is. In Europa komt de Associatie van Engels slijkgras vooral voor langs de oost- en westkusten van Schotland en Ierland, en verder van Skallingen in Denemarken zuidwaarts tot in Bretagne. In Nederland heeft de associatie een grote verspreiding zowel in het Waddengebied als in het Deltagebied.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	52	a	57	a	a	>	++	+

r26Aa01 Salicornietum dolichostachyae, Associatie van Langarige zeekraal

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

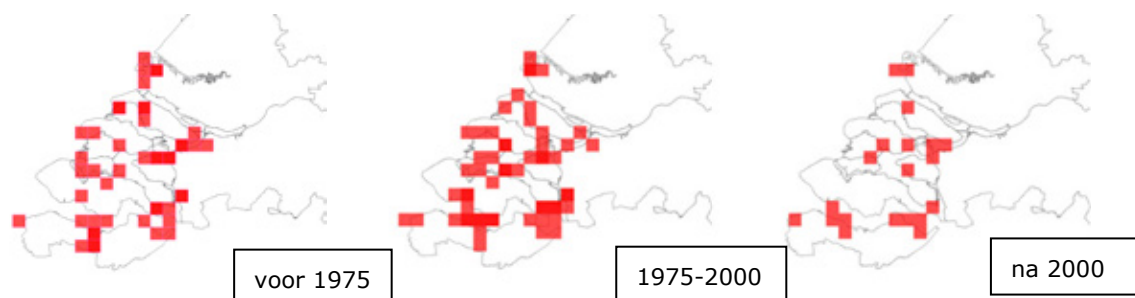
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Salicornia procumbens s.l.**

Trend

De Associatie van Langarige zeekraal groeit vooral net boven en onder de gemiddelde hoogwaterlijn, op de overgang van wad naar kwelder. De blauwzwarte, modderige, slibrijke bodem is vrijwel tot aan de oppervlakte gereduceerd en rijk aan sulfide. Het zwaartepunt van de Europese verspreiding ligt langs de Noordzeekust. In hoeverre het areaal van de associatie zich verder noordwaarts en zuidwaarts uitstrekt, is niet bekend; in ieder geval wordt zij van Zuid-Zweden vermeld. In Nederland heeft de associatie van Langarige zeekraal een grote verspreiding in het Waddengebied en in het zuidwesten langs de Ooster- en Westerschelde. Door concurrentie met Engels slijkgras, de bouw van stormvloedkeringen en baggerwerkzaamheden is zij op veel plaatsen achteruitgegaan, maar nog steeds is zij in de Delta wijdverbreid en vrij algemeen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	17	va	19	va	va	+	=	-

r26Aa02 Salicornietum brachystachyae, Associatie van Kortarige zeekraal

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

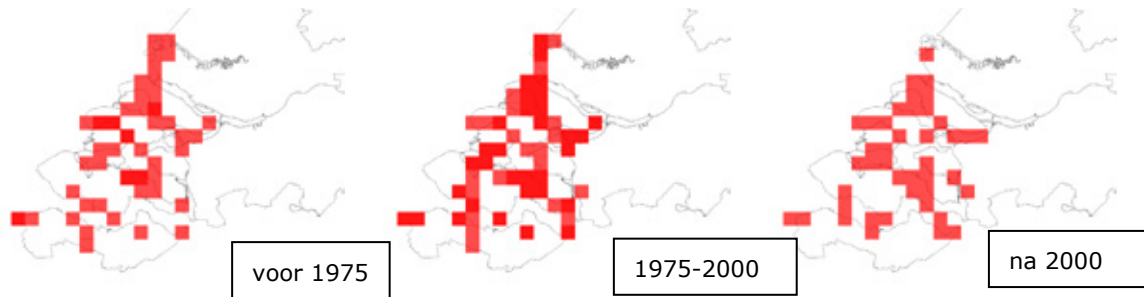
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Salicornia europaea s.l.**, *Suaeda maritima*

Trend

De Associatie van Kortarige zeekraal groeit meer terrestrisch dan de Associatie van Langarige zeekraal, op open plekken in de kweldervegetatie waar het zand met een dunne laag slib (enkele millimeters) is bedekt. Vaak gaat het om laagten waarin lange tijd zout of brak water blijft staan en die 's zomers droogvallen. Op afgeplagde plekken kan zij als pioniervegetatie voorkomen. Binnendijs groeit de associatie in opdrogende plasjes in inlagen, karrevelden, zoute veengebieden en langs voormalige krekken. Het zoutgehalte van de bodem wisselt sterk, van vrijwel zoet tot 70 g Chloride per liter. De Europese verspreiding van de Associatie van Kortarige zeekraal is slecht bekend vanwege onvoldoende betrouwbare determinatie van de zeekraalsoorten. In ieder geval komt de associatie voor langs de Noordzeekusten en in het Oostzeegebied. In Nederland heeft de associatie van Kortarige zeekraal een grote verspreiding in het Waddendistrict, het Noordelijk kleidistrict en het Deltagebied, waar ze algemeen is.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	9	a	39	a	a	+	=	=

r26Aa03 Suaedetum maritimae, Schorrenkruid-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

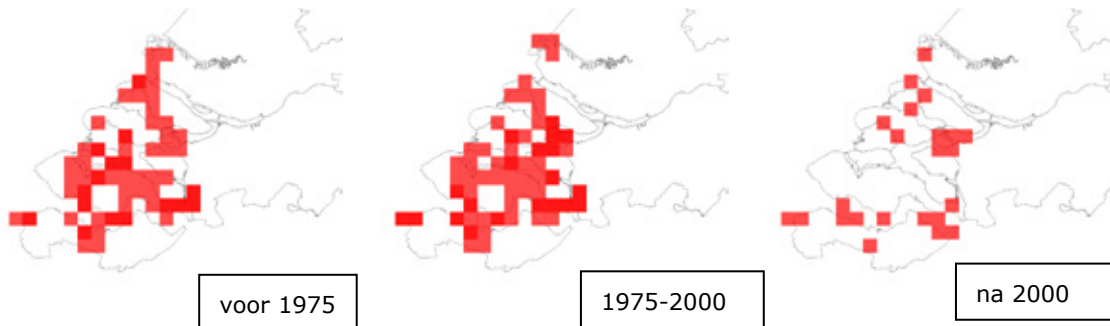
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Suaeda maritima**, Salicornia europaea

Trend

De Associatie van Kortarige zeekraal groeit meer terrestrisch dan de Associatie van Langarige zeekraal, op open plekken in de kweldervegetatie waar het zand met een dunne laag slib (enkele millimeters) is bedekt. Vaak gaat het om laagten waarin lange tijd zout of brak water blijft staan en die 's zomers droogvallen. Op afgeplagde plekken kan zij als pioniervegetatie voorkomen. Binnendijs groeit de associatie in opdrogende plasjes in inlagen, karrevelden, zoute veengebieden en langs voormalige krekken. Het zoutgehalte van de bodem wisselt sterk, van vrijwel zoet tot 70 g Chloride per liter. De Europese verspreiding van de Associatie van Kortarige zeekraal is slecht bekend vanwege onvoldoende betrouwbare determinatie van de zeekraalsoorten. In ieder geval komt de associatie voor langs de Noordzeekusten en in het Oostzeegebied. In Nederland heeft de associatie van Kortarige zeekraal een grote verspreiding in het Waddendistrict, het Noordelijk kleidistrict en het Deltagebied, waar ze vrij algemeen is.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	32	va	40	va	va	+	=	=

r27Aa01 Puccinellietum maritimae, Associatie van Gewoon kweldergras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

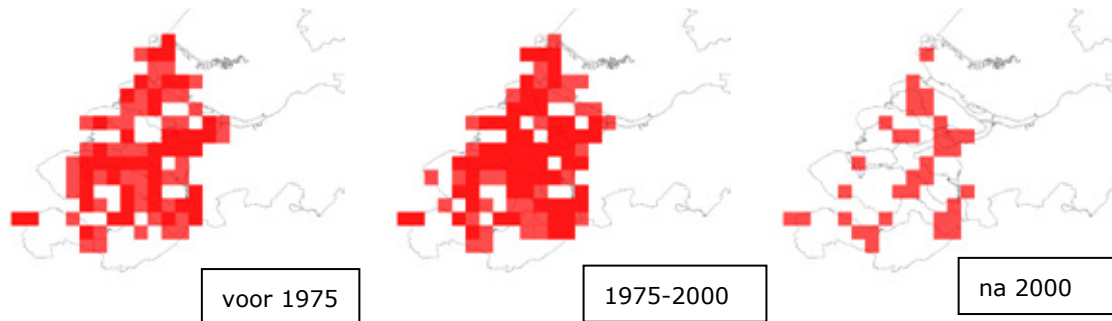
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Puccinellia maritima**, *Salicornia europaea*, *Spergularia media*, *Aster tripolium*, *Triglochin maritima*, *Suaeda maritima*, *Plantago maritima*, *Atriplex pedunculata*, *Limonium vulgare*

Trend

De (vrij) soortenarme Associatie van Gewoon kweldergras komt voor op lage kwelders, van net beneden de gemiddelde hoogwaterlijn tot net boven de gemiddelde hoogwaterlijn bij springvloed, waar ze dichte, lage grasmatten vormt. De zilte, stikstofrijke bodem bestaat meestal uit klei, minder vaak ook uit zand bedekt met een sliblaag. Door de zoete smaak en het hoge eiwitgehalte van het dominante Gewoon kweldergras is de vegetatie aantrekkelijk voor vee, ganzen en hazen. In onbeweid terrein blijft het aandeel van de gemeenschap op de lage kwelder vaak beperkt tot een smalle gordel onderaan de kwelder, op de grens van slikgemeenschappen van de Zeekraal- of Slijkgras-klasse. In Nederland is de associatie algemeen op kwelders, achterduinse strandvlakten en zoute inlagen in zowel het Waddengebied als het Deltagebied.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	72	a	76	a	a	+	=	--

R27Aa02 Plantagini-Limonietum, Associatie van Lamsoor en Zeeweegbree

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

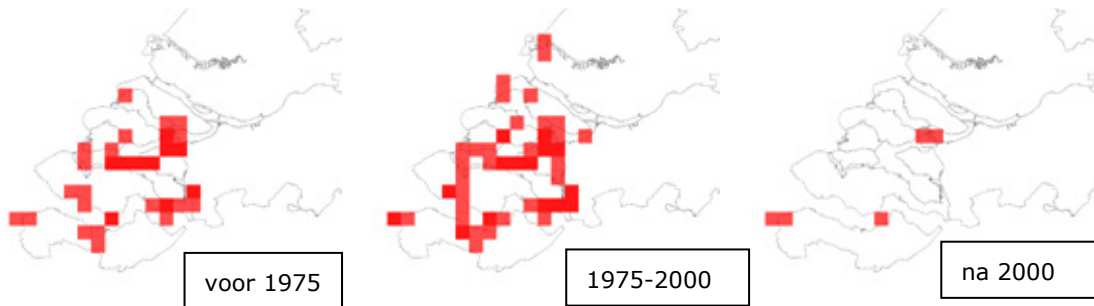
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Limonium vulgare**, *Aster tripolium*, *Salicornia europaea*, *Spergularia media*, *Triglochin maritima*, *Suaeda maritima*, *Plantago maritima*, *Atriplex pedunculata*, *Puccinellia maritima*

Trend

De Associatie van Zeeweegbree en Lamsoor groeit op nog regelmatig met zeewater overstroomde, slibrijke delen van lage en middelhoge kwelders en schorren. Zij komt net iets hoger voor dan de associatie van Gewoon kweldergras en komt ieder springvloed onder water. Op de zandige ondergrond is een sliblaag afgezet, die gewoonlijk 15 tot 25 cm dik is. Een regelmatige maar bescheiden opslibbing is gunstig voor de instandhouding van de gemeenschap. De associatie verdraagt slechts zeer extensieve beweiding door koeien of schapen. In Europa komt de Associatie van Zeeweegbree en Lamsoor voor langs de Noordzeekust, van Denemarken tot in Normandië. In Nederland is de associatie landelijk gezien vrij zeldzaam. Het meest en met grote oppervlakten wordt ze aangetroffen in het Waddengebied. In Zeeland komt de associatie door intensieve beweiding en een hoger kleigehalte minder voor en meestal vermengd met de Associatie van Gewoon kweldergras. Zij komt hier het meest voor in het oostelijke deel van de Oosterschelde, onder andere in het Zwin.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	27	va	22	vz	vz	<	=	--

r27Aa03 Halimionetum portulacoidis, Zoutmelde-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

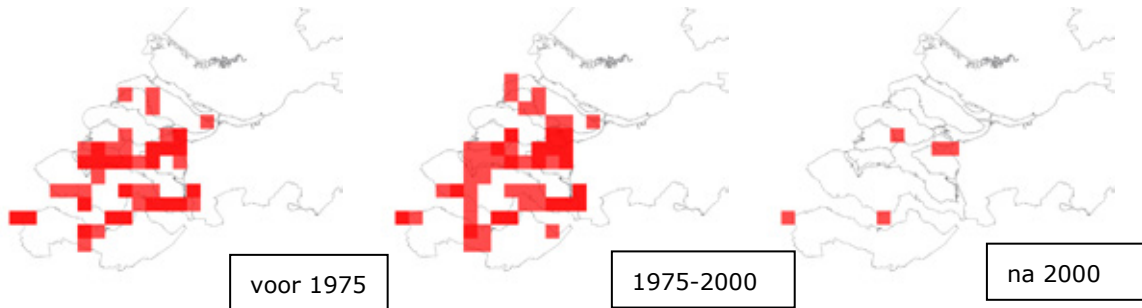
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Atriplex portulacoides**, *Puccinellia maritima*, *Aster tripolium*, *Spergularia media*, *Suaeda maritima*

Trend

De Zoutmelde-associatie is een gemeenschap van lage kwelders en schorren (gemiddeld ongeveer 10 cm boven gemiddeld hoogwater) en groeit op plaatsen waar het water na overstroming snel weer verdwijnt en waar de voedsel- en stikstofrijke, vooral uit zavel of lichte klei bestaande bodem een relatief goede doorluchting heeft en een hoog chloridegehalte. Zij is gevoelig voor vorst en voor bedekking met vloedmerk (verstikking) en kan slecht tegen langdurige overstroming en beweiding. De Zoutmelde-associatie heeft een groot Europees areaal, dat zich uitstrekt van de Spaans-Portugese westkust tot in Zuid-Scandinavië. In Nederland komt de associatie alleen buitendijks voor op lage tot middelhoge delen van kwelders in het Waddengebied, het Noordelijk kleigebied en in het Deltagebied, waar zij vrij algemeen te vinden is op lage oeverwallen, langs randen van hoge oeverwallen en aan de voet van dijken.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	37	va	32	va	va	>	=	=

r27Ab01 Puccinellietum distantis, Associatie van Stomp kweldergras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

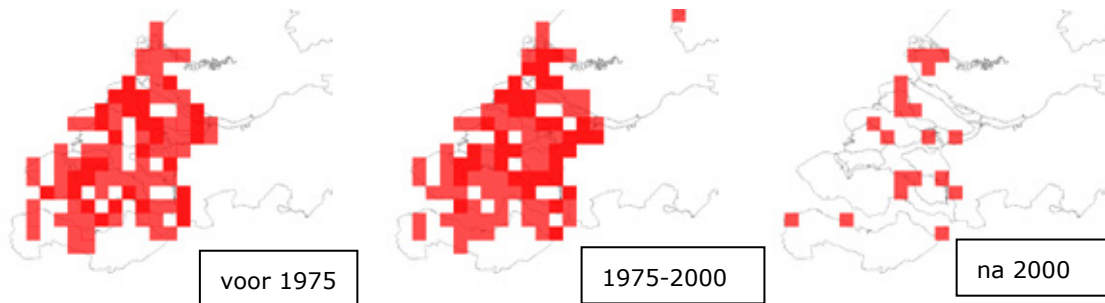
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Puccinellia distans subsp. distans**, *Spergularia salina*, *Puccinellia maritima*, *Aster tripolium*

Trend

De associatie komt als pioniervegetatie voor op nu eens overstromde en dan weer oppervlakkig uitdrogende, stikstofrijke, verdichte bodems met een sterk wisselend vocht- en zoutgehalte. Ze groeit het best op plekken waar de oorspronkelijke vegetatie door verstoring is open gemaakt. Dit kan een natuurlijke oorzaak hebben, bijvoorbeeld door erosie, maar ook het resultaat zijn van betreding en vertrapping door mens of vee. Zij kan hierdoor op verschillende standplaatsen voorkomen, zoals plagplekken, ingangen van weilanden, en randen van drinkpoelen, paden en wegen. Het areaal van de Associatie van Stomp kweldergras omvat de Baltische kust en de Atlantische kust van Zuid-Noorwegen tot Noord-Frankrijk. In Nederland, heeft de associatie een grote verspreiding in het Waddendistrict, het Noordelijk kleidistrict en het Deltagebied, waar ze algemeen is. De recente kaart laat een ontoereikend beeld zien door gebrek aan opnamen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	61	a	74	a	a	+	=	=

r27Ab02 Puccinellietum fasciculatae, Associatie van Blauw kweldergras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

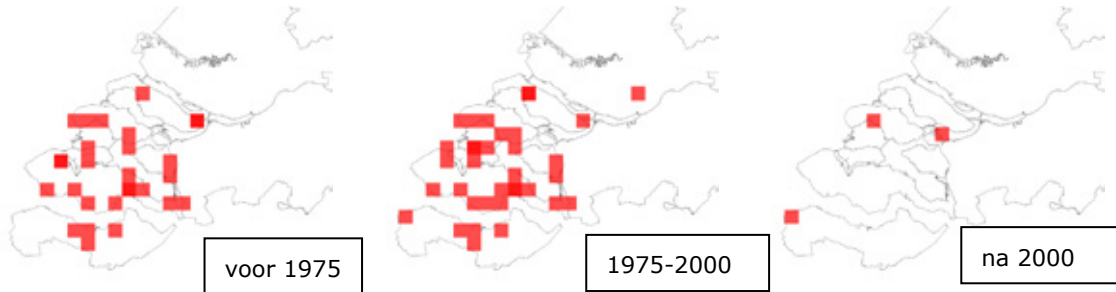
Voorkomen: exclusief

Biotoop: zeearmen gesloten zoet, inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Puccinellia fasciculata**, *Puccinellia distans* subsp. *distans*, *Spergularia salina*, *Aster tripolium*

Trend

De associatie groeit vooral binnendijks, op permanent vochtige, stikstofhoudende standplaatsen met veel organische stof. Het zoutgehalte is gemiddeld hoger dan bij de Associatie van Stomp kweldergras, maar wisselt even sterk. Beweiding is gunstig voor de instandhouding van de gemeenschap, omdat de vegetatie door vertrapping open blijft. De standplaats van deze associatie komt vrij sterk overeen met die van de Associatie van Stomp kweldergras, maar zij is gevoeliger voor uitdroging en verdwijnt eerder bij verzoeting. De Associatie van Blauw kweldergras heeft een zuidelijk Atlantisch areaal en komt voor van Zuid-Nederland tot aan de zuidkust van Bretagne, inclusief Zuid-Engeland en Zuid-Ierland. In Nederland komt deze zeldzame associatie vrijwel uitsluitend in Zeeland voor. Aan de zuidkust van Goeree-Overflakkee bereikt zij haar noordgrens. Met name tijdens de inundaties in de Tweede Wereldoorlog en na de Watersnoodramp trad de gemeenschap plaatselijk massaal op. De laatste decennia is zij sterk achteruitgegaan.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	21	vz	13	vz	z	<<	+	--

r27Ab03 Puccinellietum capillaris, Associatie van Bleek kweldergras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

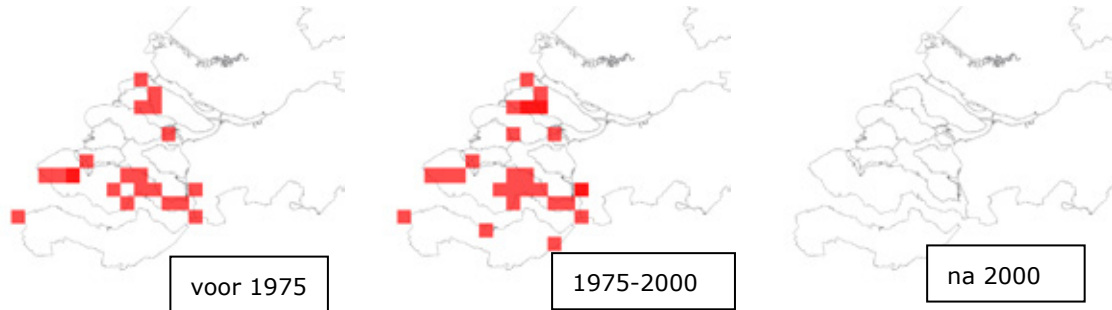
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: ***Puccinellia distans* subsp. *borealis***, *Puccinellia distans* subsp. *distans*, *Spergularia salina*, *Aster tripolium*, *Salicornia europaea*, *Agrostis stolonifera*

Trend

Evenals de andere associaties van het Verbond van Stompkweldergras groeit ook de Associatie van Bleek kweldergras op plaatsen met een sterk wisselende waterstand. De zandige, matig stikstofrijke bodem blijft langer vochtig dan bij de Associatie van Stomp kweldergras. Zij komt vooral voor op plaatsen buiten het bereik van de getijden waar allerlei ingrepen hebben plaatsgevonden. De meeste groeiplaatsen van de gemeenschap hebben op de een of andere manier te maken met inpolderingen. De Associatie van Bleek kweldergras heeft in Europa aan noordelijk areaal, dat zich uitstrekt van Nova Zembla tot Schotland en Vlaanderen, inclusief de Baltische kust. In Nederland komt deze zeldzame associatie voornamelijk in het Wadden- en Deltagebied voor, voornamelijk buiten het bereik van de getijden. Ze is sinds het midden van de vorige eeuw sterk achteruitgegaan en het ontbreekt aan opnamen voor een goede inschatting van haar huidige voorkomen van deze onbestendige associatie. De kensoort zelf is thans zeer zeldzaam.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
?	7	vz	18	vz	z	<<	=	-

r27Ab04 Parapholido strigosae-Hordeetum marini, Zeegerst-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

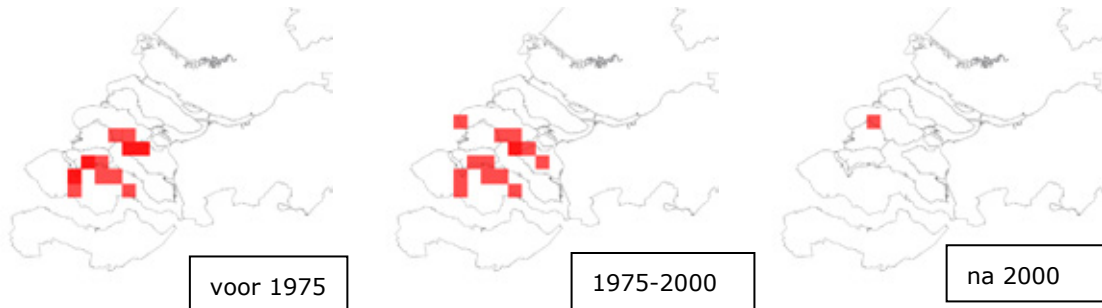
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Hordeum marinum**, *Parapholis strigosa*, *Puccinellia distans* subsp. *distans*, *Spergularia salina*, *Aster tripolium*, *Puccinellia maritima*, *Agrostis stolonifera*

Trend

De Zeegerst-associatie groeit langs de kust, meestal binnendijks op overgangen tussen zout en zoet-droog milieu. Zij wordt bevorderd door intensieve beweiding, bij voorkeur met schapen, en door verstoring ten gevolge van grondverzet, inpoldering, betreding en berijding. De vochtige bodem varieert van slibhoudend zand en zavel tot lichte klei. Het Europese areaal van de Zeegerst-associatie is slecht bekend en omvat vermoedelijk de kusten van West-Europa. In Nederland heeft deze zeer zeldzame associatie haar voornaamste verspreiding in Zeeland, waar ze nog het meest voorkomt rondom de Oosterschelde. Recent is de gemeenschap op diverse plekken aangetroffen in het natuurontwikkelingsgebied De Prunje. In het noorden komt zij minder goed ontwikkeld hier en daar voor in het Noordelijk kleidistrict. Op Walcheren, in Zeeuws-Vlaanderen en langs de Westerschelde is de gemeenschap vermoedelijk verdwenen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	11	z	8	z	z	<	=	+

r27Ac01 Juncetum gerardi, Associatie van Zilte rus

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

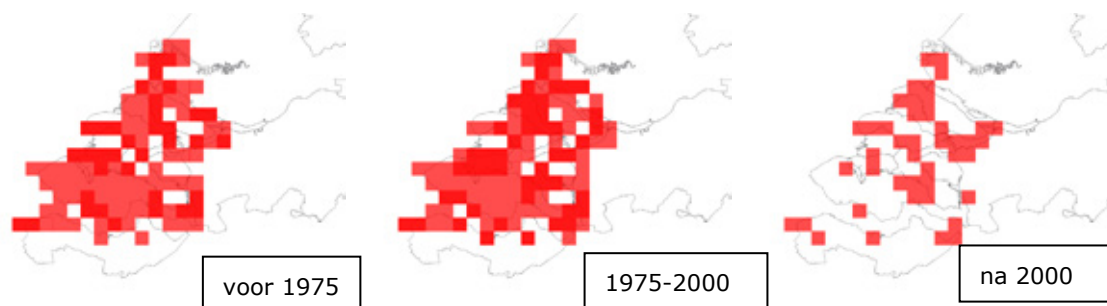
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Juncus gerardi**, *Glaux maritima*, *Festuca rubra*, *Aster tripolium*, *Armeria maritima*, *Plantago maritima*

Trend

De associatie komt voor op hoge kwelder, op een hoogte van ongeveer 10-40 cm boven gemiddeld hoogwater, waar zij alleen nog bij stormvloed wordt overstroomd. Zij ontwikkelt zich optimaal en blijft langdurig bestaan bij een extensieve begrazing met runderen, paarden of schapen. Bij een te intensieve beweiding degenereert de vegetatie, zeker als ook wordt bemest. Buiten de invloed van getijden komt de gemeenschap ook binnendijks voor. De zilte tot brakke, blijvend vochtige bodem bestaat uit slibrijk zand met een compacte, humeuze bovenlaag. Deze gemeenschap komt algemeen voor langs de West-Europese kusten. In Nederland is de Associatie van Zilte rus landelijk gezien vrij algemeen, het meest in het Waddengebied en iets minder in het Deltagebied. Hier is wel nog steeds algemeen, hoewel wel sprake is van een zekere achteruitgang.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	59	a	88	a	a	+	=	-

r27Ac02 Armerio-Festucetum litoralis, Associatie van Engels gras en Rood zwenkgras

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

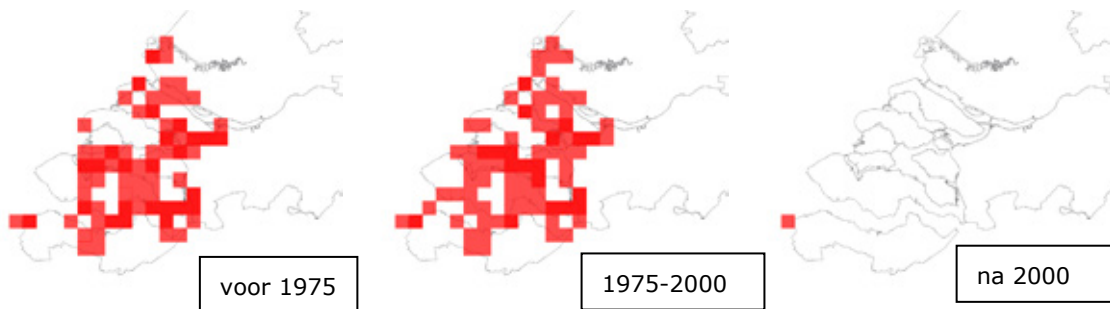
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Armeria maritima**, **Festuca rubra**, *Glaux maritima*, *Aster tripolium*, *Plantago maritima*, *Artemisia maritima*

Trend

De associatie groeit op hoge, slechts bij stormvloed overstromde, zandige kwelders en op zandige oeverwallen van kreken. Ook komt zij plaatselijk binnendijks voor, in zilte laagten. Dikkere zandlagen worden afgewisseld door dunne sliblaagjes als gevolg van verschillen in overstroming. Het chloridegehalte van de bodem is niet lager dan bij de Kwelderzegge-associatie, maar de Associatie van Engels gras en Rood zwenkgras groeit op drogere en slibrijkere plaatsen. Vergeleken met de Associatie van Zilte rus groeit deze gemeenschap op gemiddeld zandiger en beter doorluchte grond. Ze is optimaal ontwikkeld op plekken die extensief worden begraasd. De associatie komt voor langs de West-Europese kust van Zuid-Noorwegen tot Bretagne. In Nederland heeft de Associatie van Engels gras en Rood zwenkgras een grote verspreiding en beslaat ze ook grote oppervlakten op de Waddeneilanden, langs de vastelandskust van Groningen en Friesland en in Zuidwest-Nederland. In de Delta is wel sprake van enige achteruitgang.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
a	64	a	40	va	va	+	=	-

r27Ac03 Junco-Caricetum extensae, Kwelderzegge-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

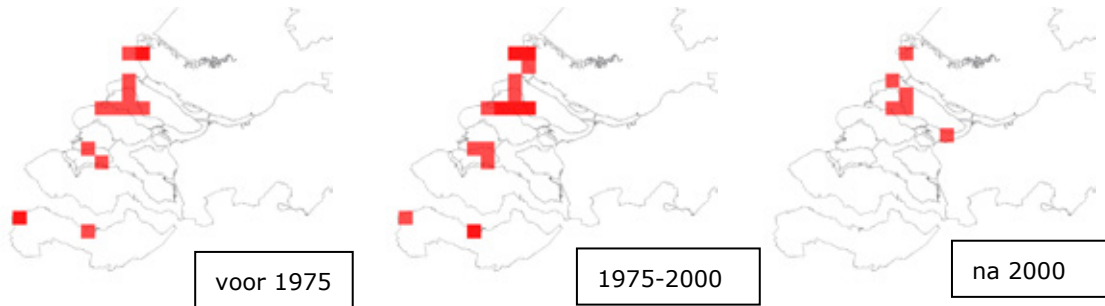
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open

Kenmerkende soorten: **Carex extensa**, *Agrostis stolonifera*, *Centaurium pulchellum*, *Armeria maritima*, *Glaux maritima*, *Juncus gerardi*, *Festuca rubra*, *Odontites vernus subsp. serotinus*, *Plantago maritima*

Trend

De gemeenschap groeit enige decimeters boven de gemiddelde hoogwaterlijn, aan de randen van hoge plaatkwelders, aan de voet van duinen en op achterduinse strandvlakten. Ook kan zij, meestal voor beperkte tijd, verschijnen op drooggevallen zandplaten in afgedamde zeearmen. De slibhoudende zandbodem is zout, vochtig en basenrijk en wordt nog slechts af en toe tijdens stormvloed overstroomd. Ze komt vaak voor op plekken met wat aanvoer van zoet water vanuit dichtbijgelegen duinen, maar dit toestromende water mag niet stagneren. De gemeenschap verdraagt slechts een extensieve beweiding en verdwijnt bij maaien. De Kwelderzegge-associatie komt in Europa voor van Zuidwest-Noorwegen en Groot-Brittannië tot in Zuidwest-Frankrijk, inclusief het zuidelijke deel van het Oostzeegebied. In Nederland is de Kwelderzegge-associatie het meest aanwezig op de Waddeneilanden, minder algemeen ook in het zuidwestelijke kustgebied. In de loop van de twintigste eeuw heeft de associatie zich in ons land met name in het noorden aanzienlijk uitgebreid, waarbij ze op de Waddeneilanden heeft geprofiteerd van een verminderde beweidingsdruk en de aanleg van stuifdijken, maar in de Delta lijkt haar voorkomen op zijn best stabiel.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	6	z	11	z	z	<	=	=

r27Ac05 Artemisietum maritimae, Zeealsem-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

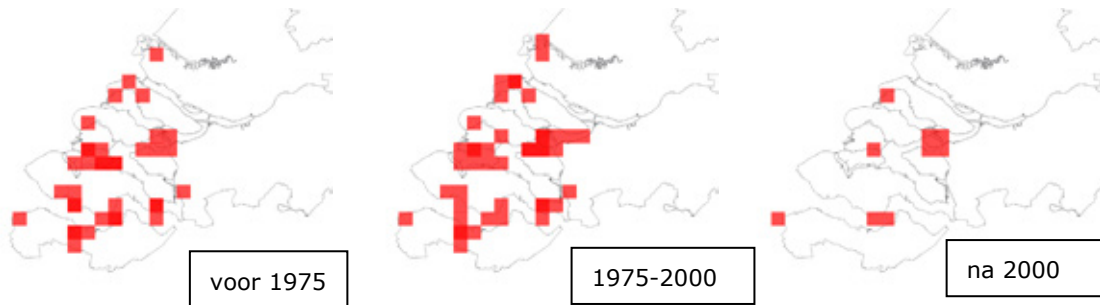
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open

Kenmerkende soorten: **Artemisia maritima**, *Festuca rubra*, *Aster tripolium*, *Atriplex portulacoides*

Trend

De opvallend geurige, kniehoge Zeealsem-associatie groeit buitendijks boven de gemiddelde hoogwaterlijn op oeverwallen van kreken en prielen en op lage slibhoudende zandheuveltjes. De zandige met slib gemengde, meestal sterk humeuze, nitraatrijke bodem is goed gedraineerd en doorlucht. Plaatselijk kan in de vegetatie vloedmerk worden afgezet. Lichte beweiding wordt verdragen, maar de associatie verdwijnt bij intensieve begrazing, vooral door vertrapping. In Europa komt de Zeealsem-associatie voor van Denemarken, Schotland en Zuid-Zweden tot Noord-Bretagne en Zuid-Engeland, en ook langs de Baltische kusten. In Nederland heeft de associatie een grote verspreiding in zowel het Waddengebied als het Deltagebied, waar ze wel een achteruitgang vertoont.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	26	va	15	vz	vz	<	=	-

r27Ac06 Atriplici-Elytrigietum pungentis, Strandkweek-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

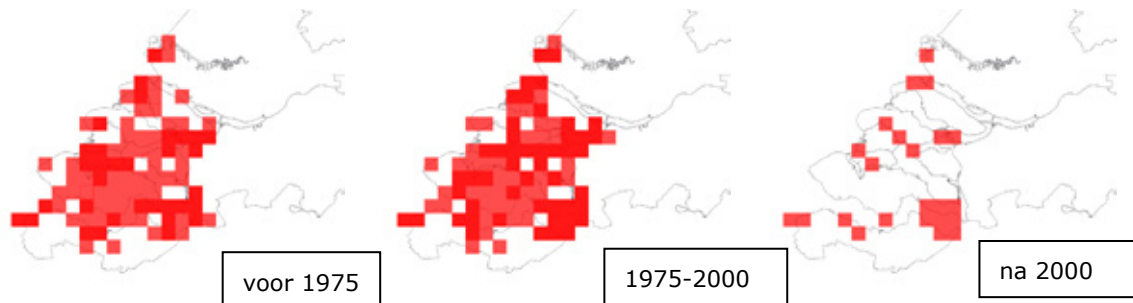
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Elytrigia atherica**, *Atriplex prostrata*, *Artemisia maritima*, *Festuca rubra*, *Aster tripolium*

Trend

De associatie komt uitsluitend buitendijks voor, op de middelhoge tot hoge kwelder (ongeveer 50 tot 70 cm boven gemiddeld hoogwater). De stikstofminnende vegetatie groeit optimaal in een brakke tot vrijwel zoete omgeving, op lage, zandige duintjes, hoge oeverwallen en op met oud, verteerd vloedmerk bedekte duin- en dijkvoeten. Zij komt meestal voor in een zone die net iets hoger ligt dan waar de Zeealsem-associatie groeit, en overstroomt alleen bij stormvloed. In Europa komt de Associatie van Spiesmelde en Strandkweek voor in Engeland en langs de West-Europese kust van Denemarken tot in Spanje. In Nederland komt de associatie veel voor in het Waddengebied en in de estuariën van zuidwesten van het land. De laatste tientallen jaren is zij vooral op de Waddeneilanden maar ook in Zeeland sterk toegenomen door voedselverrijking, meer vloedmerk en door een afname van de begrazing.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	47	a	78	a	a	>	=	+

r27Ac07 Oenanthe lachenalii-Juncetum maritimi, Associatie van Zeerus en Zilt torkruid

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

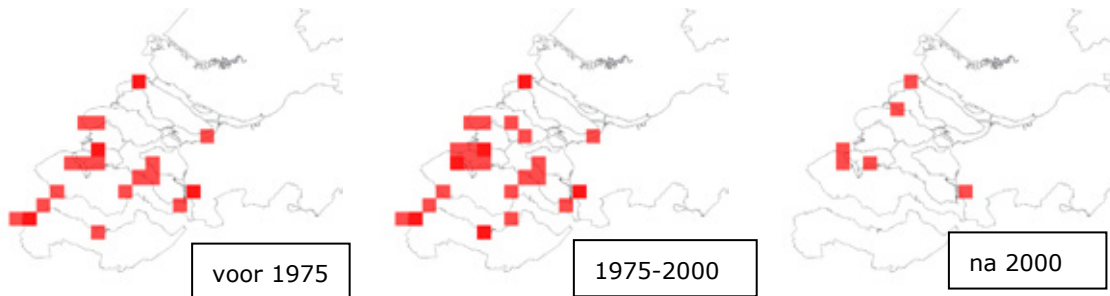
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open

Kenmerkende soorten: **Oenanthe lachenalii**, **Juncus maritimus**, *Agrostis stolonifera*, *Glaux maritima*, *Festuca rubra*, *Juncus gerardi*, *Phragmites australis*, *Potentilla anserina*

Trend

De Associatie van Zeerus en Zilt torkruid groeit op de hoge, slechts bij stormvloed overstromde kwelder, waar door toestroom van zoet water de bodem brak is geworden. Daarnaast komt zij voor op achterduinse strandvlakten in oppervlakkig overstromde of waterverzadigde brakke laagten. De altijd natte bodem bestaat uit slibhoudend zand met een tot 20 cm dikke sterk humeuze tot venige toplaag. Door de stekende stugge structuur wordt de vegetatie door het vee gemedend, zodat de gemeenschap onbeweide enclaves vormt in beweide omgeving. De associatie komt voor in de Oostzee en langs de West-Europese kust van Sleeswijk-Holstein tot Zuidwest-Frankrijk. In Nederland is deze betrekkelijk zeldzame associatie hoofdzakelijk in het Waddengebied te vinden, maar ze is plaatselijk ook aanwezig in het Deltagebied (vrij zeldzaam en staniel).



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	14	vz	15	vz	vz	<	=	=

r28Aa01 Sagino maritimae-Cochlearietum danicae, Associatie van Zeevetmuur en Deens lepelblad

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

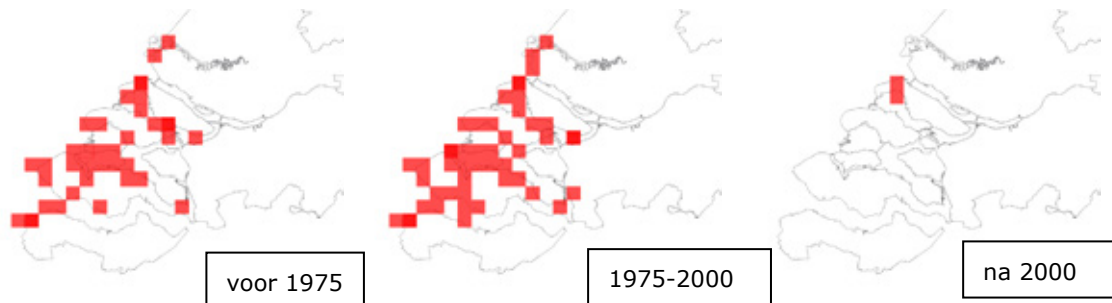
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Sagina maritima**, **Cochlearia danica**, **Plantago coronopus**, *Parapholis strigosa*

Trend

De gemeenschap groeit vooral op de overgang van kwelder naar duingrasland, in de kwelderzoom. In de basische, grijze, zandige bodem wisselen natte en zoute omstandigheden af met perioden waarin door regen verzoeting plaatsvindt en met perioden waarin de bodem snel uitdroogt. Door verkitting van zandkorrels ontstaat een oppervlakkig verdichte laag, het "zore korstje". De bodem kan sterker uitdrogen en verzilten dan bij de Associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia. De Associatie van Zeevetmuur en Deens lepelblad komt voor langs de Atlantische kust vanaf Zuid-Zweden tot Zuid-Bretagne en langs de Duitse Oostzeekust. In Nederland is de associatie vrij algemeen in het Wadden- en het Deltagebied. Na een eerdere achteruitgang lijkt ze hier de laatste tijd stabiel, hoewel de recente kaart door gebrek aan opnamen een onvolledig beeld geeft.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
va	26	va	27	va	va	+	-	=

r28Aa02 Centauro-Saginetum, Associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia

Ecologische kenschets

Formatie: zilte vegetatie (schor)

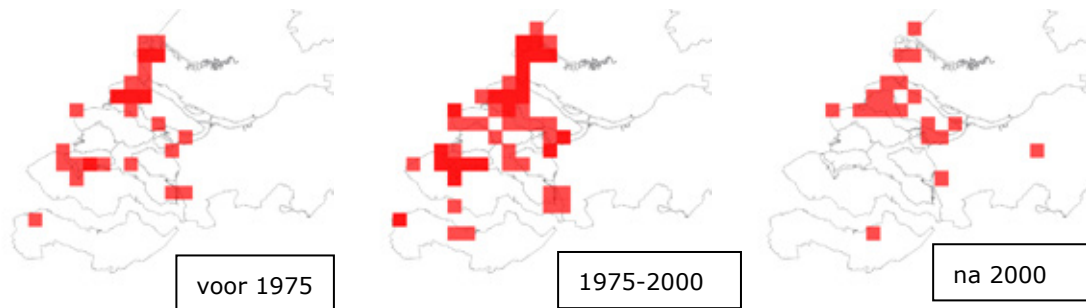
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen open; zeearmen gesloten zout; zeearmen gesloten zoet

Kenmerkende soorten: ***Centaurium littorale***, ***Centaurium pulchellum***, *Sagina nodosa*, *Sagina maritima*, *Odontites vernus subsp. serotina*, *Plantago coronopus*

Trend

De Associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia groeit als pioniergemeenschap in duinvalleien en aan randen van vaak gedeeltelijk door duinen omsloten strandvlakten. Daarnaast wordt zij secundair ook wel op opgespoten terreinen gevonden. De zwak brakke, min of meer kalkrijke, humusarme, neutrale tot basische zandbodem wordt in de winter meestal overstromd en blijft in de zomer vochtig. Het zoutgehalte kan tijdelijk hoog oplopen en is gemiddeld lager dan bij de Associatie van Zeevetmuur en Deens lepelblad, die ook op drogere en voedselrijkere standplaatsen groeit. Op drooggevallen zandplaten in afgedamde zeearmen treden ruderaal soorten op de voorgrond, waaronder Speerdistel en Akkerdistel en diverse Basterdwederiken. Als bijzonderheid treedt hier de nieuwkomer Kleverige oegentroost op. De associatie komt voor langs de kust van West-Europa, van Zuid-Zweden tot Bretagne, en langs de kust van de Oostzee. In ons land is de associatie vooral aanwezig op de Waddeneilanden en op de (voormalige) eilanden in het Deltagebied, waar ze na de afsluitingen van de zeearmen is toegenomen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	13	vz	21	vz	vz	+	=	+

r33Ba01 Valeriano-Senecionetum fluviatilis, Rivierkruiskruid-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

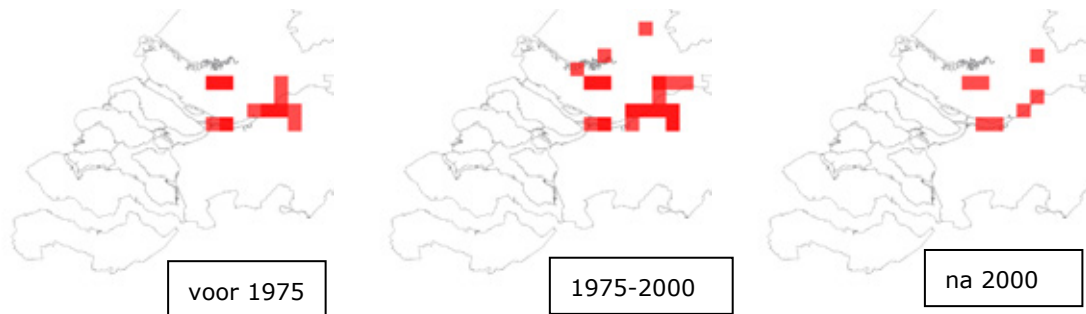
Voorkomen: exclusief

Biotoop: zoetwatergetijdengebied

Kenmerkende soorten: **Senecio fluviatilis**, *Calystegia sepium*, *Phragmites australis*, *Epilobium hirsutum*

Trend

Deze een tot 1,5 m hoge, rivierbegeleidende sluiergemeenschap komt voor op zeer voedselrijke standplaatsen op natte tot vochtige bodem. Zij groeit vrijwel uitsluitend buitendijks, op zandige tot kleiige afzettingen. In de winter worden de standplaatsen, regelmatig ondiep overstroomd. De naamgevende en aspectbepalende Rivierkruiskruid groeit in Midden-Europa in andere gemeenschappen, vrij hoog in het winterbed, zoals plaatselijk ook in het midden en zuidoosten van Nederland. Vermoedelijk heeft de Rivierkruiskruid-associatie een klein, West-Europees areaal; tot nu toe is zij alleen van Nederland bekend. Hier heeft deze aan riviermondingen gebonden associatie een duidelijk zwaartepunt in het zoetwatergetijdengebied van de Biesbosch en Oude Maas, waar ze lijkt toe te nemen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	7	z	10	z	z	<	=	+

r33Ba02 Soncho-Epilobietum althaeetosum, Moerasmelkdistel-associatie, subassociatie van Heemst

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

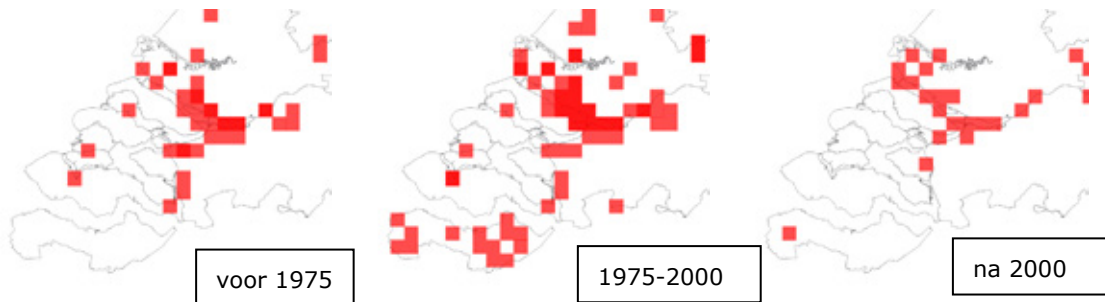
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen gesloten zoet; zoetwatergetijdengebied; inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Sonchus palustris**, *Althaea officinalis*, *Cochlearia officinalis* subsp. *officinalis*, *Eupatorium cannabinum*, *Phragmites australis*, *Epilobium hirsutum*

Trend

De gemeenschap komt voor op stikstofrijke veengronden in oeverlanden langs meren, plassen en vaarten, maar ook in sloten en kreekresten, langs oude rivierarmen en doorbraakkolken, plaatselijk in verlaten vochtige weilanden. Zij groeit optimaal onder brakke condities, maar dringt door waterverharding en verzilting steeds verder in zoetwatergebieden door. De chloridegehalten variëren van 200 tot 5.000 mg chloor per liter. De pH is betrekkelijk hoog en varieert van 6,7 tot 8,3. Binnen Europa komt de Moerasmelkdistel uitsluitend in het laagland voor met een optimum in de kustgebieden van Noordwest-Europa. In Nederland is deze algemene gemeenschap in haar verspreiding vrijwel beperkt tot de Holocene gebieden. In de loop van de voorbije eeuw heeft de associatie zich hier sterk uitgebreid, bijvoorbeeld aan de benedenloop van de grote rivieren, in het IJsselmeergebied en in Friesland. Ook profiteerde zij in voorheen zilte gebieden van de verzoeting die optrad na de afdamming van zeearmen, zoals het Haringvliet. Dit alles geldt echter niet of nauwelijks voor de (zeldzame) subassociatie met Heemst.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
z	?	z	?	z	z	<	=	=

r33Ba03 Oenantho-Althaeetum, Associatie van Strandkweek en Heemst

Ecologische kenschets

Formatie: rietmoeras en moerasruigte

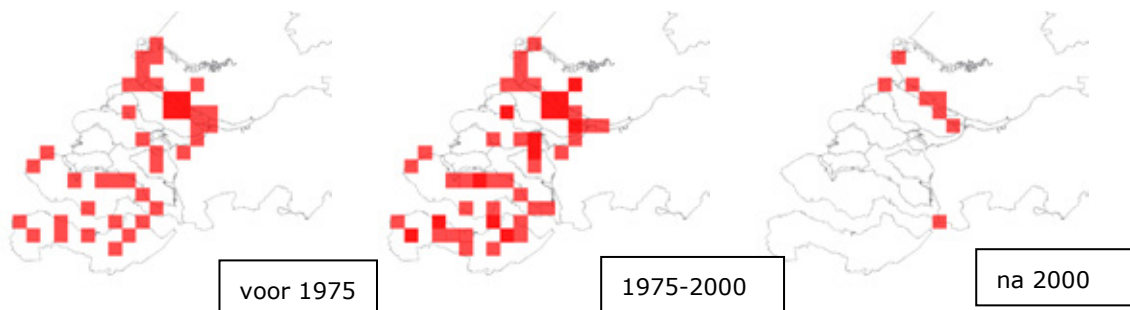
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen gesloten zout, zeearmen gesloten zoet, inlagen, kreekrestanten en polders

Kenmerkende soorten: **Althaea officinalis**, *Elytrigia atherica*, *Cochlearia officinalis* subsp. *officinalis*, *Calystegia sepium*, *Phragmites australis*, *Sonchus arvensis*

Trend

De Associatie van Strandkweek en Heemst is kenmerkend voor de brakke delen van getijdengebieden. Zij groeit optimaal in estuaria waar vloedmerk in de vorm van dikke aanspoelselgordels is afgezet in rietlanden, op kreekoeverwallen en andere ruggen op het hoge schor of in en tussen duindoorns aan de randen van groene stranden. Door mineralisatie van het vloedmerk is de standplaats zeer voedselrijk waardoor een productieve vegetatie ontstaat. Buiten Nederland is de Associatie van Strandkweek en Heemst alleen bekend van België en Frankrijk. In Nederland is haar huidige verspreiding beperkt tot het Deltagebied, waar ze sterk onder druk staat, maar tegenwoordig toch op andere plaatsen, zoals de Kwade Hoek en Tiengemeten ook weer sterk toeneemt. In haar vroegere kerngebieden Haringvliet, Voorne en De Beer is zij zeer sterk achteruitgegaan. Het Haringvliet is sterk verzoet, op Voorne veranderden de groene stranden door kustaanwas in duinvalleien, De Beer moest wijken voor de aanleg van Europoort.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	19	vz	33	vz	z	<	=	-

r37Aa02 Rubo ulmifolii-Ulicetum europaei, Associatie van Gaspeldoorn en Eenstijlige meidoorn

Ecologische kenschets

Formatie: struweel

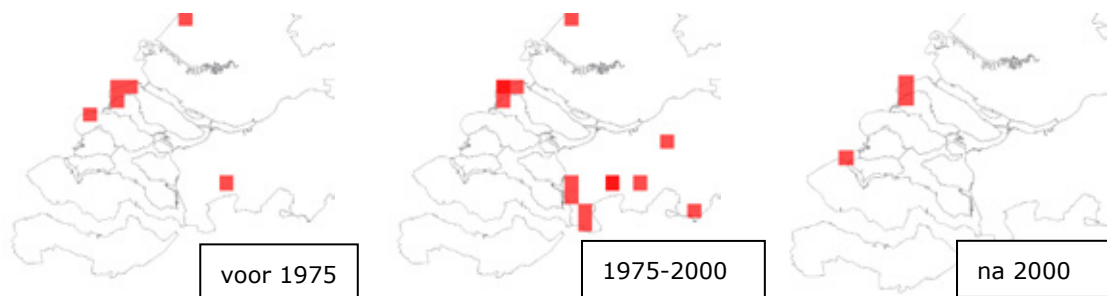
Voorkomen: exclusief

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: ***Ulex europaeus***, ***Cytisus scoparius***, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Ulmus minor*, *Rubus caesius*, *Carex arenaria*

Trend

De Associatie van Gaspeldoorn en Eenstijlige meidoorn wordt in ons land pas sinds kort als een zelfstandige associatie onderscheiden, zodat we nog betrekkelijk weinig weten over haar precieze voorkomen en ecologie, De weinige opnamen stammen uit de binnenduintrand van gebieden met weinig kalkrijk duinzand. Buiten Nederland is de gemeenschap beschreven van Noord-Frankrijk (Bretagne), als een kustgebonden struweel. In de omgeving van Ouddorp op Goeree komt de associatie voor op de schurvelingen rond de akkers. Behalve op Goeree is zij ook aangetroffen op Walcheren, maar vermoedelijk komt de gemeenschap ook in de duinen van de overige Zeeuwse eilanden voor.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank (gegevens van vóór 2000 zijn gebaseerd op de RG *Cytisus scoparius*-[*Calluno-Ulicetea*/Nardetea]).

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
zz	?	zz	?	z	z	<<	=	+

r38Aa02 Pyrolo rotundifoliae-Hippophaetum, Associatie van Wintergroen en Kruiwilg

Ecologische kenschets

Formatie: struweel

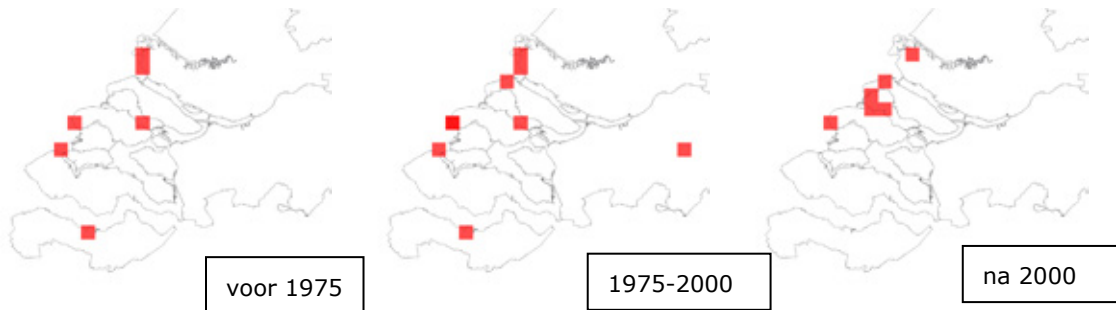
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen gesloten zoet; strand en duin

Kenmerkende soorten: **Salix repens**, *Hippophae rhamnoides*, *Pyrolo rotundifolia*, *Pyrolo minor*

Trend

De Associatie van Wintergroen en Kruiwilg komt voor in betrekkelijk droge tot iets vochtige, vrijwel helemaal ontkalkte duinvalleien, waar een dikke laag, half vergaan bladstrooisel mineraliseert onder invloed van instuivend zand. Behalve in valleien komt de gemeenschap ook voor in het grensgebied van duinheiden en kwelders op plaatsen die zelden met zeewater worden overspoeld. Zij ontstaat meestal uit gemeenschappen van het Knopbies-verbond, waarmee zij ook redelijk wat soorten gemeen heeft. De Associatie van Wintergroen en Kruiwilg is bekend van de kust van België, Noord-Duitsland en Denemarken. In Nederland is deze betrekkelijk zeldzame gemeenschap aanwezig in de kalkarme duinen vanaf Bergen noordwaarts tot op Rottumeroog. Daarbuiten komt zij op enkele plaatsen in de duingebieden van het Renodunale district voor, onder andere op Schouwen, in de Braakman en langs het Veerse Meer. Hier is de associatie al met al (zeer) zeldzaam, waarbij wel sprake is van een zekere toename, als direct gevolg van vegetatiesuccessie.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank (betreft de associatie Pyrolo-Salicetum)

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
zz	2	zz	4	z	z	<	=	+

r38Ab01 Hippophao-Ligustretum vulgaris, Associatie van Duindoorn en Liguster

Ecologische kenschets

Formatie: struweel

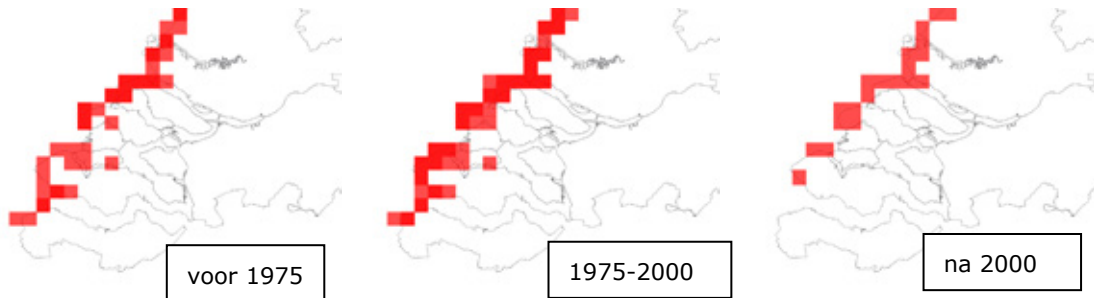
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: strand en duin

Kenmerkende soorten: **Hippophae rhamnoides**, *Calamagrostis epigejos*, *Cynoglossum officinale*, *Urtica dioica*, *Ligustrum vulgare*, *Bryonia dioica*

Trend

De Associatie van Duindoorn en Liguster vormt één tot twee meter hoge struwelen op matig kalkrijk tot kalkrijk, droog tot vochtig, soms oppervlakkig ontkalkt zand met een dunne A1-horizon. De bodem is in vergelijking met die van de Associatie van Wegendoorn en Eenstijlige meidoorn minder kalkrijk (2-4 % Ca) en ook minder humusrijk. De samenstelling van de kruidlaag verschilt in samenhang met de leeftijd van het struweel en de daarmee samenhangende lichtomstandigheden op de bodem en met het vochtgehalte van de bodem. Het areaal van de Associatie van Duindoorn en Liguster strekt zich waarschijnlijk uit van de Atlantische kust van Zuidwest-Frankrijk tot aan Bergen in Noord-Holland. In Nederland komt de associatie in de kalkrijke duinen over aanzienlijke oppervlakten voor, zo ook in de duingebieden van de Zuidwestelijke Delta, waar ze een geleidelijke toename laat zien.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	14	vz	30	va	va	>	+	+

r40Ba01 Salicetum capreae, Boswilg-associatie

Ecologische kenschets

Formatie: struweel, bos

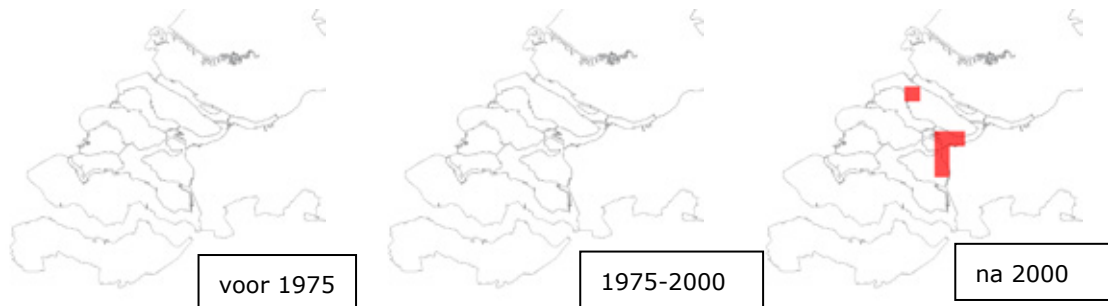
Voorkomen: kenmerkend

Biotoop: zeearmen gesloten zout; zeearmen gesloten zoet

Kenmerkende soorten: **Salix caprea**, *Betula pendula*, *Eupatorium cannabinum*, *Tussilago farfara*

Trend

De Boswilg-associatie is een pionierstruweel van matig voedselarme tot voedselrijke, veelal basenrijke en plaatselijk ook skeletrijke bodem waarin weinig bodemontwikkeling heeft plaatsgevonden. De associatie wordt in ons land slechts sinds kort onderscheiden en is gevonden op uiteenlopende standplaatsen, die echter alle gemeen hebben dat het om tamelijk vaste en humusarme substraten gaat, op puin en in zand- en steengroeven, en op droogvallende, fijnzandige platen. De laatste standplaats is degene waar de associatie in het deltagebied vooral is aan te treffen. In Nederland komt de associatie in ieder geval in de zuidelijke helft van het land voor. Vermoedelijk beslaat het Europese areaal grote delen van West- en Midden-Europa. Her en der komen binnen deze Boswilgbegroeiingen aanzienlijke oppervlakten met Adelaarsvaren voor.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950		1951-1970		1971-1990		1991-heden		Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17		
0	0	0	?	z	vz	+	=	N		

r41Aa03 Cardamino amarae-Salicetum albae, Veldkers-ooibos

Ecologische kenschets

Formatie: bos

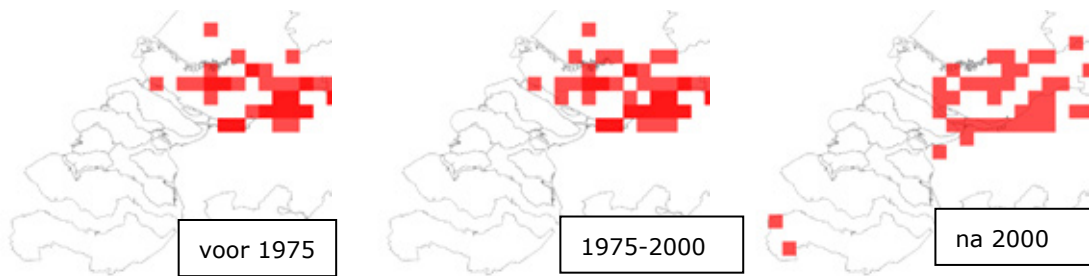
Voorkomen: exclusief

Biotoop: zoetwatergetijdengebied

Kenmerkende soorten: **Salix alba**, *Salix viminalis*, *Salix dasyclados*, *Salix purpurea*, *Cardamine amara*, *Caltha palustris* subsp. *araneosa*, *Leucojum aestivum*, *Timmia megapolitana*, *Crepis paludosa*

Trend

Het Veldkers-ooibos is een wilgenbos dat vóór de afsluiting van de Haringvliet in 1970 optimaal voorkwam op hoger gelegen platen in het zoetwatergetijdengebied. Door vermindering van de getijdeninvloed nam het aantal ruigtesoorten in de ondergroei sterk toe. Tegelijkertijd kon het Veldkers-ooibos zich hierdoor op lager gelegen plekken uitbreiden. Tegenwoordig komt de associatie alleen langs de Oude Maas en in de Sliedrechtse Biesbosch nog min of meer in goede staat voor. De voedselrijke bodem bestaat uit kalkrijke tot kalkarme, ongerijpte klei. Organisch materiaal wordt in de waterverzadigde, luchtarme bodem langzaam afgebroken en deze is daardoor rijk aan organische stof. Door de dagelijkse overstroming wordt ook veel fosfor aangevoerd. Een brandnetelrijke ruige vorm van de associatie groeit waar de getijdeninvloed sterk is afgenomen en het grondwater tot meer dan één meter kan wegzakken. Buiten Nederland is het Bittere veldkers-ooibos alleen bekend van het Vlaamse Schelde-estuarium en van de Elbe bij Hamburg. In Nederland komen de grootste oppervlakten van de associatie voor langs de Oude Maas en in de Sliedrechtse Biesbosch. Kleinere complexen liggen verspreid door het hele zoetwatergetijdengebied in de Rijn- en Maasmonding. Vroeger, toen de getijdenwerking verder het land inkwam, groeide dit ooibos stroomopwaarts tot aan Culemborg en Vlaardingen.



Verspreiding op basis van Atlas Plantengemeenschappen en Landelijke Vegetatie Databank

1900-1950	1951-1970		1971-1990		1991-heden	Huidige		
expert	atlas	expert	atlas	expert	expert	oppervlakte	Trend 00-70	Trend70-17
vz	18	vz	22	vz	vz	+	=	--

Bijlage 4 Factsheets Vogels

Toelichting op de infographics

Betrouwbaarheid van de gegevens:

Gegevens uit de periode 1900-1970 betreffen een reconstructie en worden in blauw weergegeven. Vanaf 1975 zijn de aantallen gebaseerd op werkelijke tellingen en zijn in oranje weergegeven

Weergave van de aantallen:

y-as:

- De gegevens hebben bij de broedvogels steeds betrekking op het aantal vastgestelde broedparen per jaar
- Bij de niet-broedvogels (doortrekkers en wintergasten) gaat het om het gemiddeld aantal waargenomen vogels bij de maandelijkse tellingen per seizoen, waarbij een seizoen waarbij een seizoen loopt van juli over de jaarwisseling heen tot en met juni.

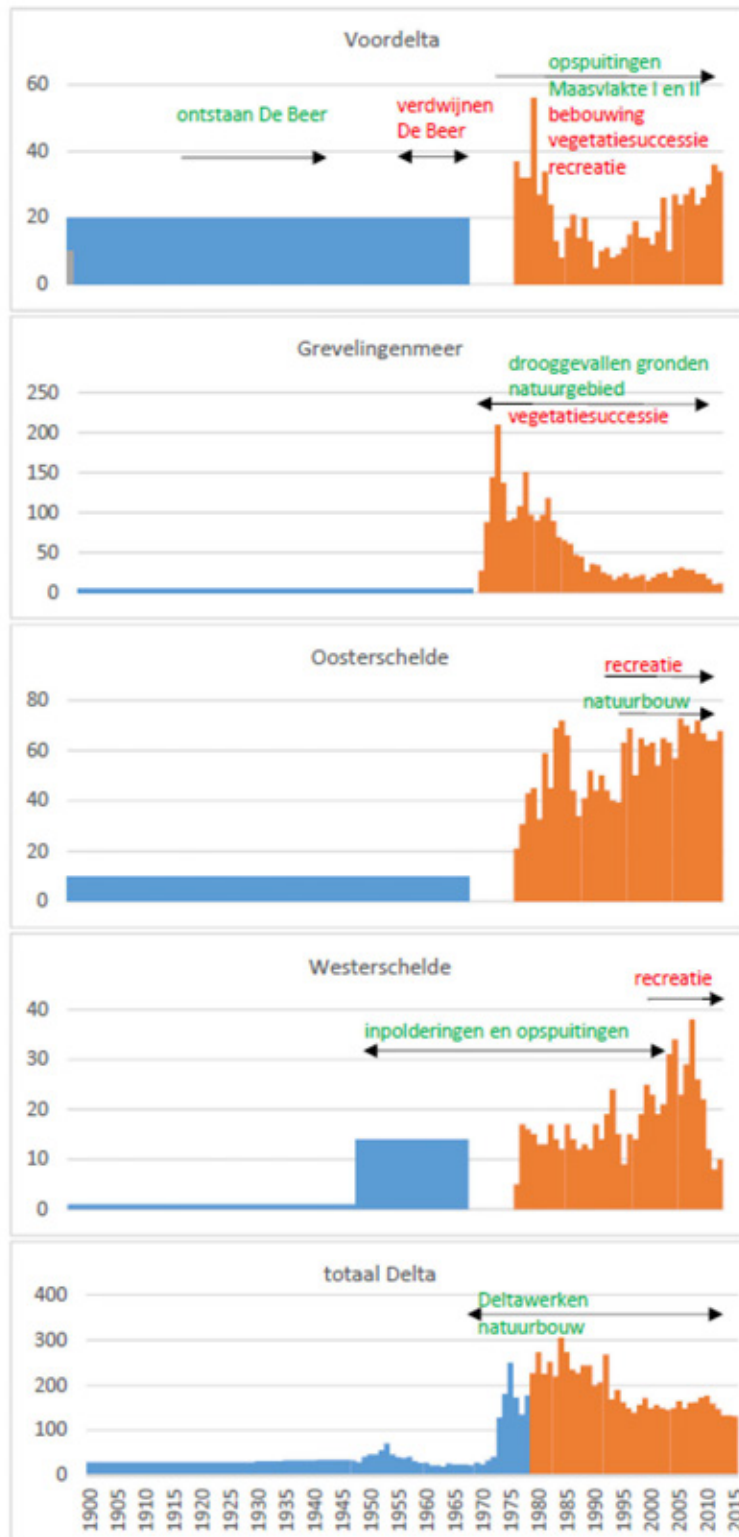
x-as

- De jaarvakken voor 1970: 1900-1950 en 1950-1970; soms gedetailleerder als de basisgegevens dat toelieten (bv. bij de Grote Stern)
- Afzonderlijke jaren vanaf 1975. De jaaraanduiding betreffen in feite seizoenen; zo staat 1975 voor het seizoen van juli 1975 t/m juli 1976 enz.

Weergave van de belangrijkste invloeden op de vogelpopulaties:

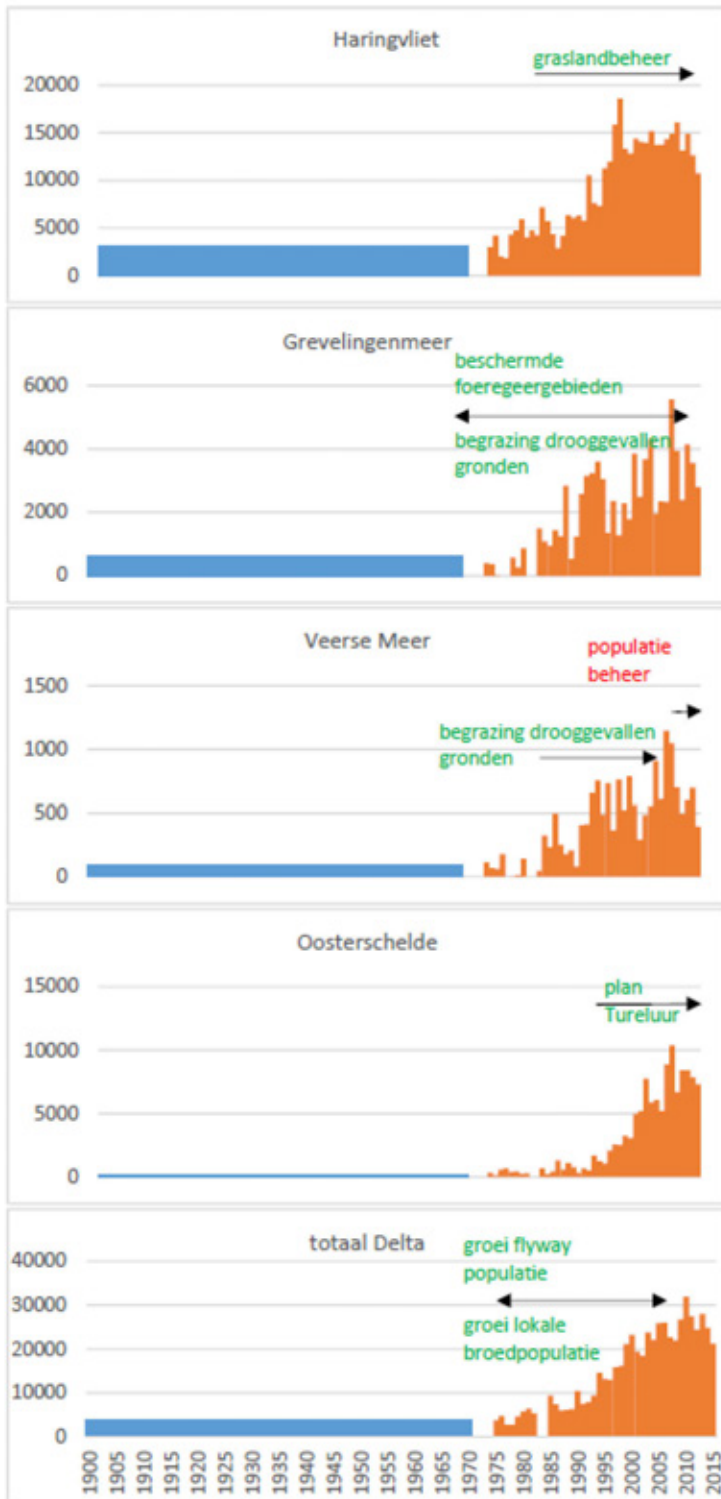
Een inschatting is gemaakt van de vermeende oorzaken achter de aantalsveranderingen. Met een liggende lijn met dubbele pijlpunt is de periode aangegeven waarin de oorzaak vooral speelde. Met rode trefwoorden zijn oorzaken aangegeven die een negatieve impact hadden en met groene trefwoorden oorzaken die een positief effect sorteerden.

BONTBEKPLEVIER - BROEDVOGELS



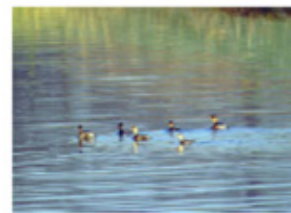
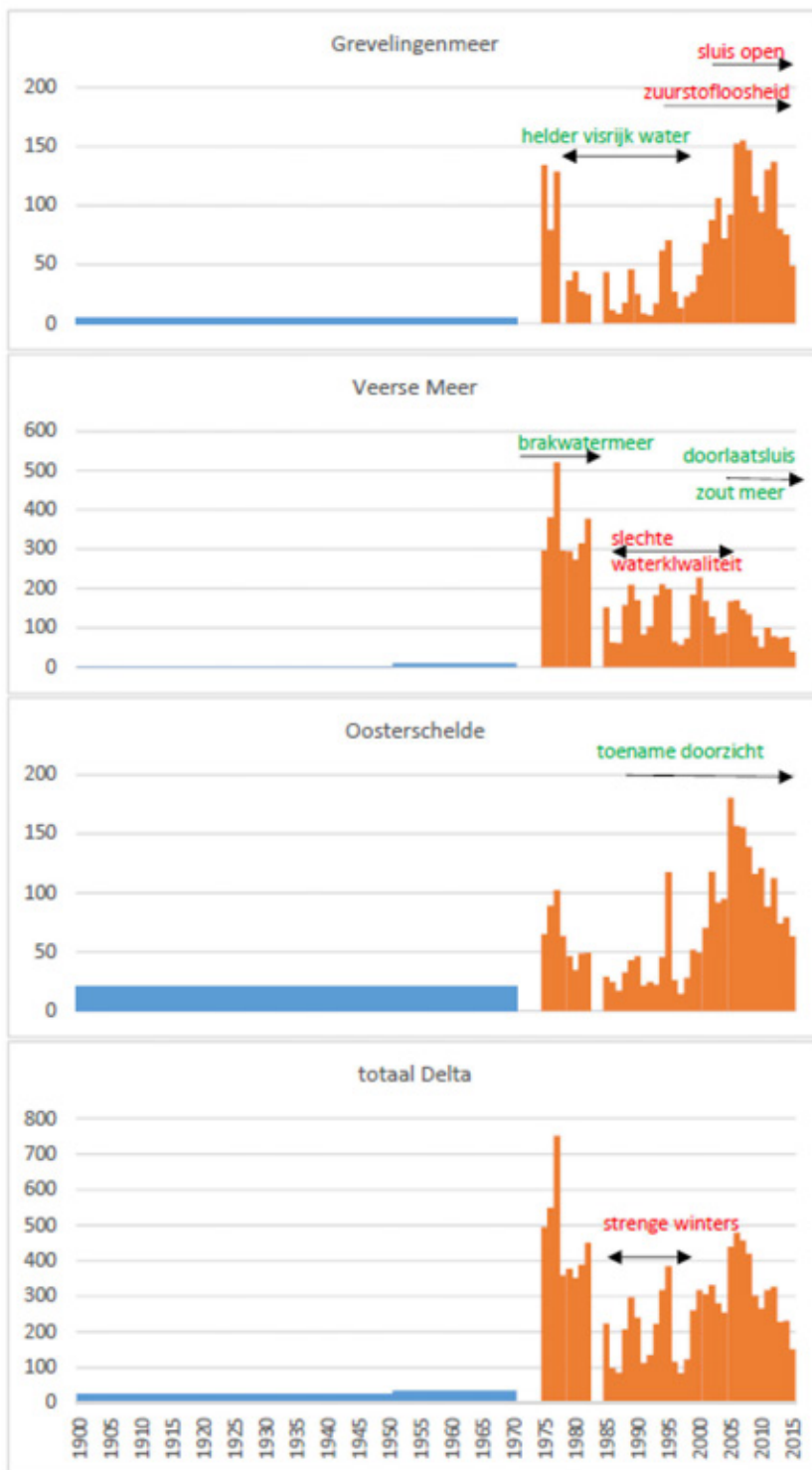
Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Bontbekplevier. Karakteristieke broedvogel van kale zandplaten en bodemdiereter.

BRANDGANS – BROEDVOGELS



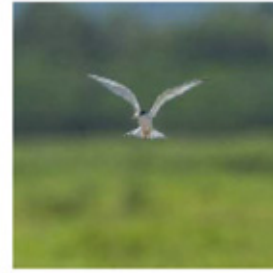
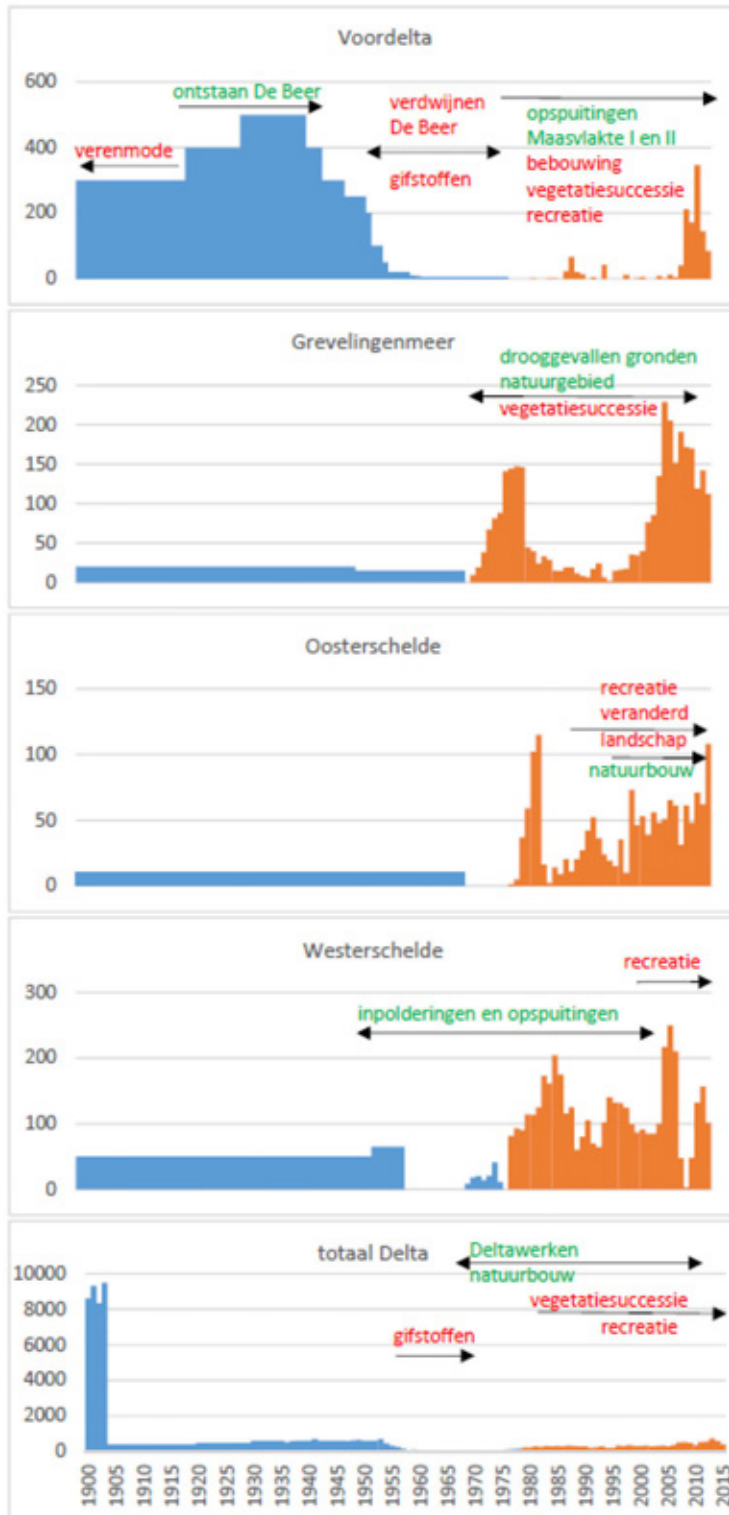
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Brandgans buiten de broedtijd. Recente broedvogel en standvogel en daarnaast talrijke wintergast op allerhande graslanden.

DODAARS – BUITEN DE BROEDTIJD



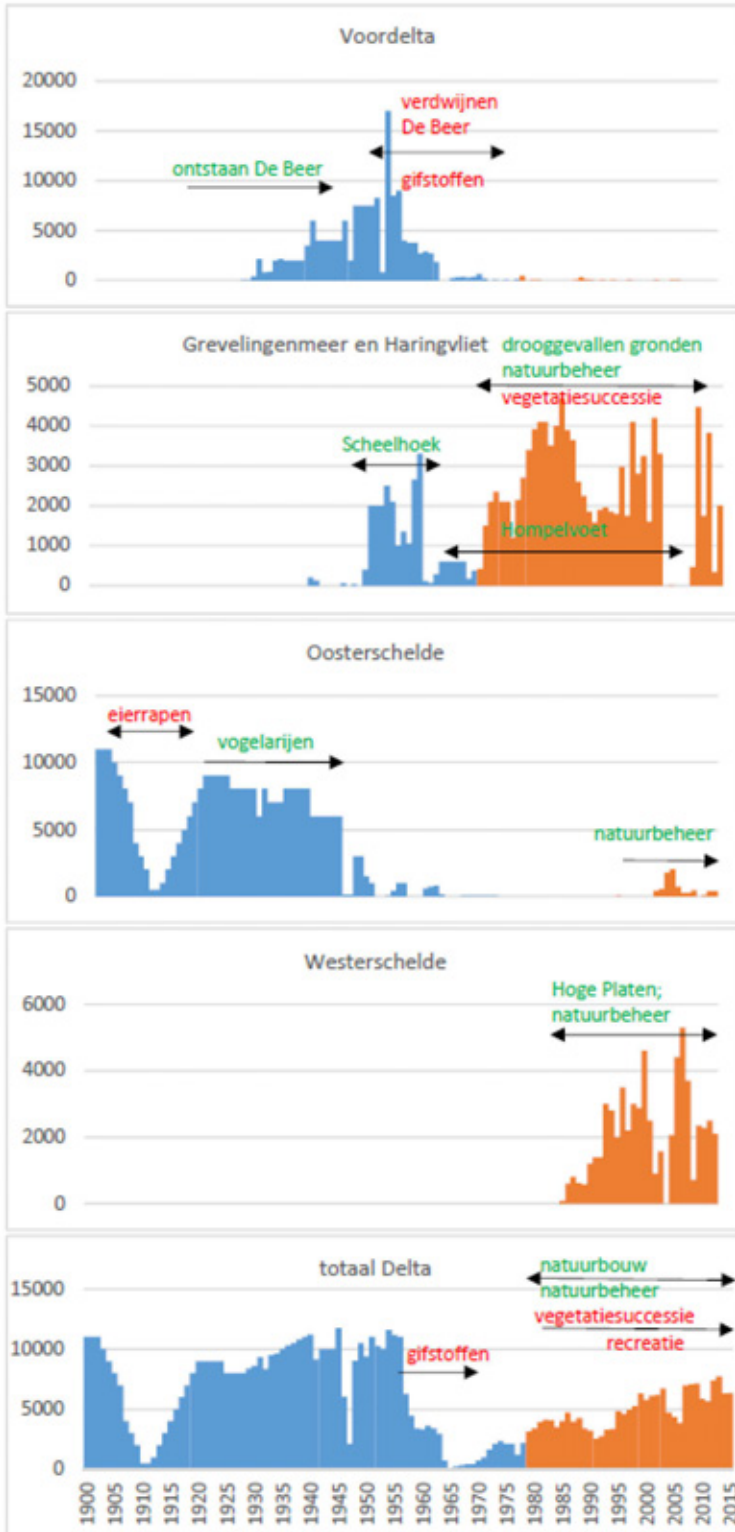
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Dodaars buiten de broedtijd. Talrijke wintergast op allerhande wateren - viseter.

DWERGSTERN - BROEDVOGELS



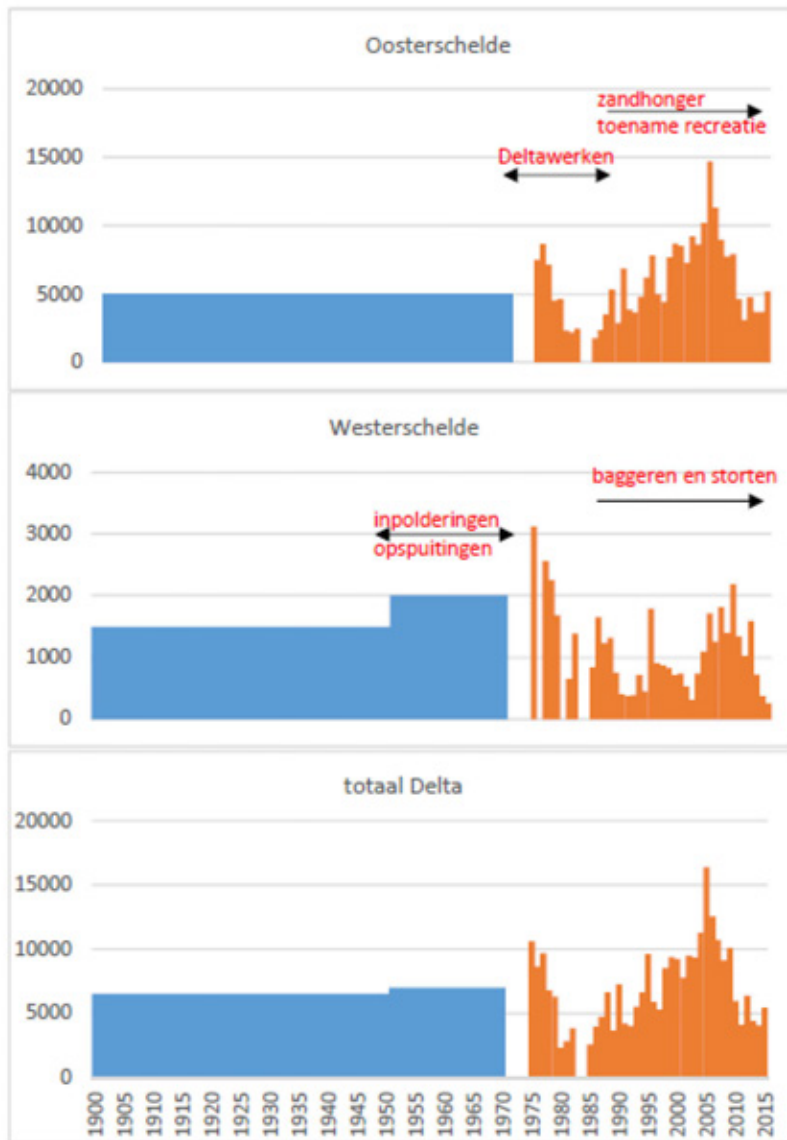
Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Dwergster. Karakteristieke broedvogel van schelpenrijke zandplaten en viseter.

GROTE STERN - BROEDVOGELS



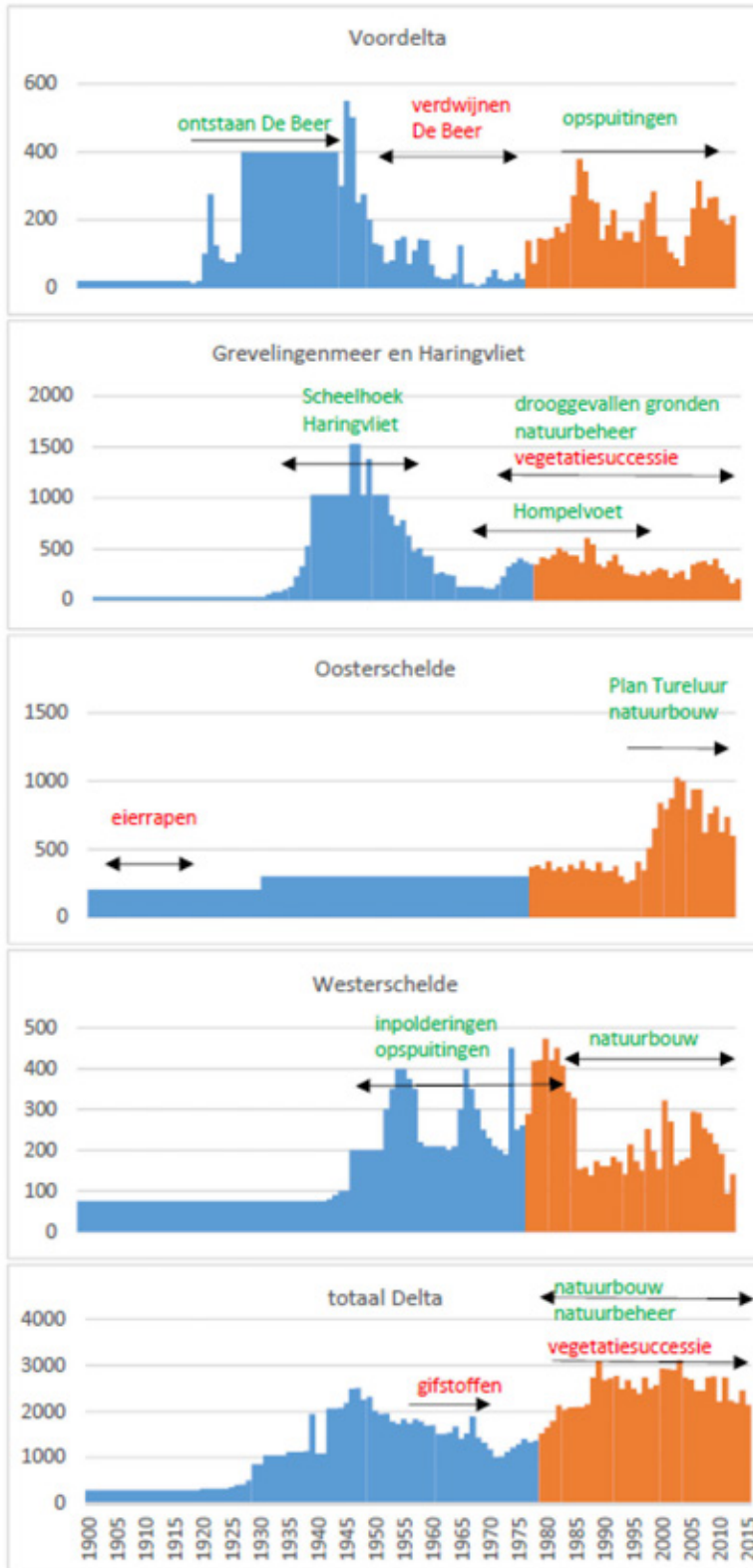
Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Grote Stern. Broedvogel van uitgestrekte rustige zandplaten en viseter.

KANOET – DOORTREKKER EN WINTERGAST



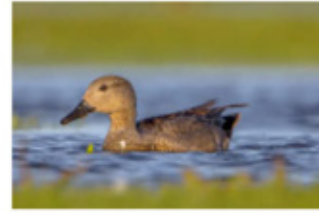
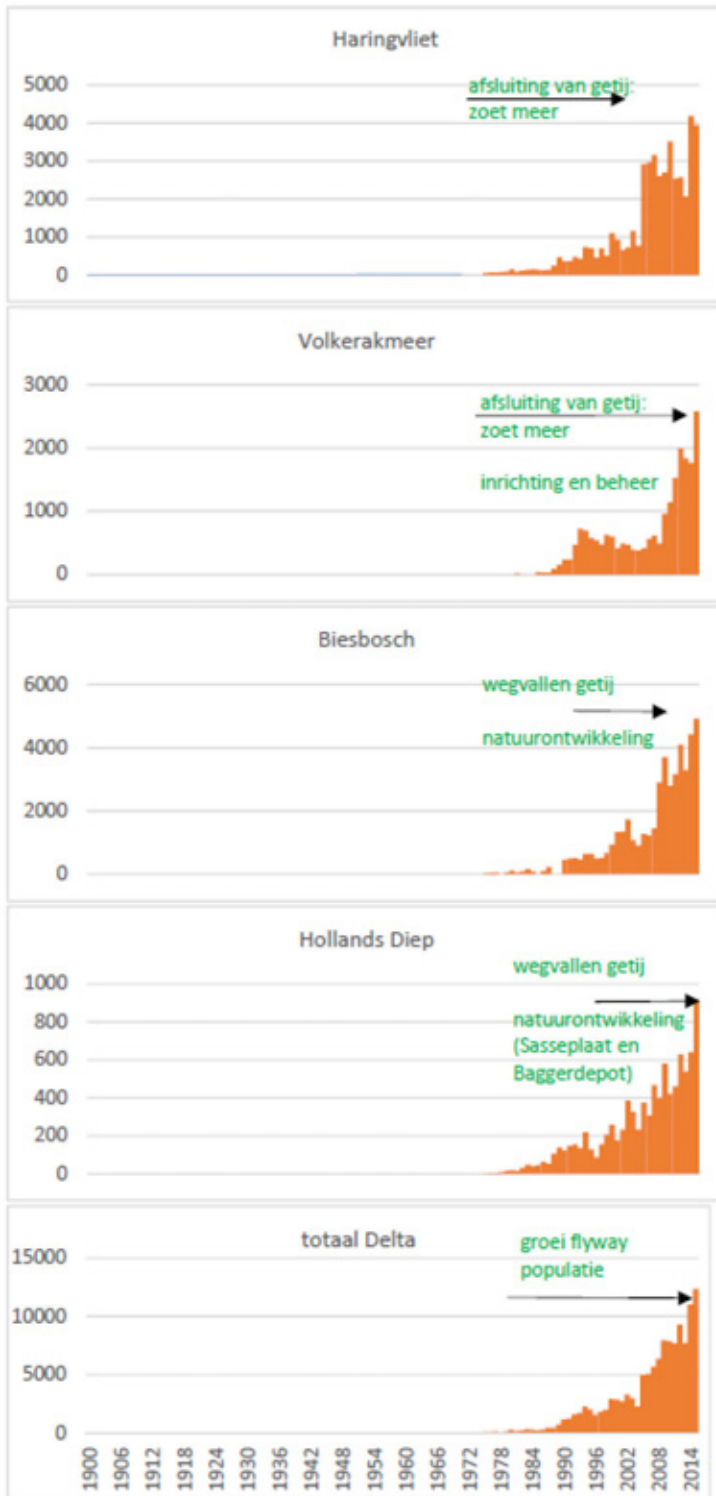
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Kanoet als doortrekker en wintergast. Talrijke bodemdiereter van het slikkige intergetijdgebied.

KLUUT - BROEDVOGELS



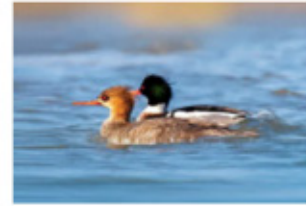
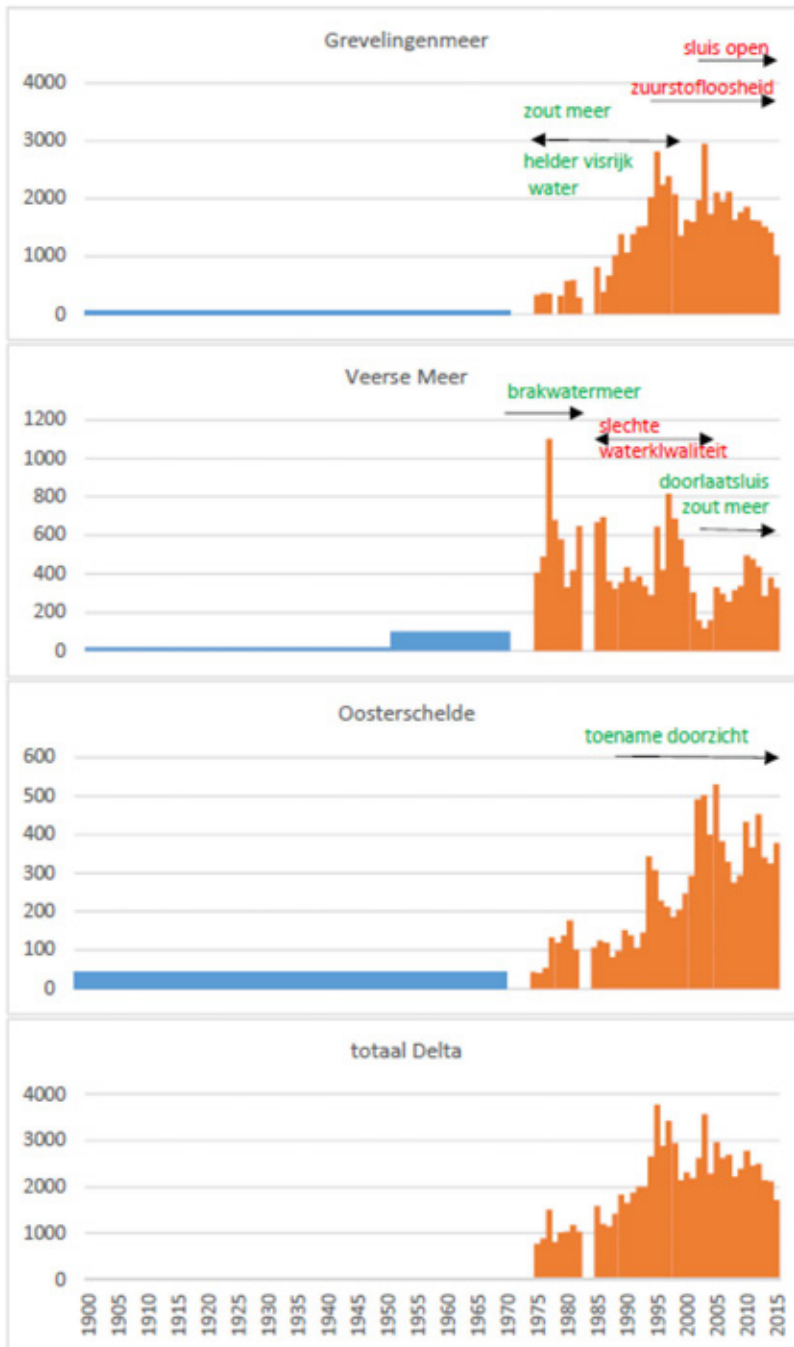
Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Kluut. Broedvogel van kwelders en inlagen en bodemdiereter.

KRAKEEND – BUITEN DE BROEDTIJD



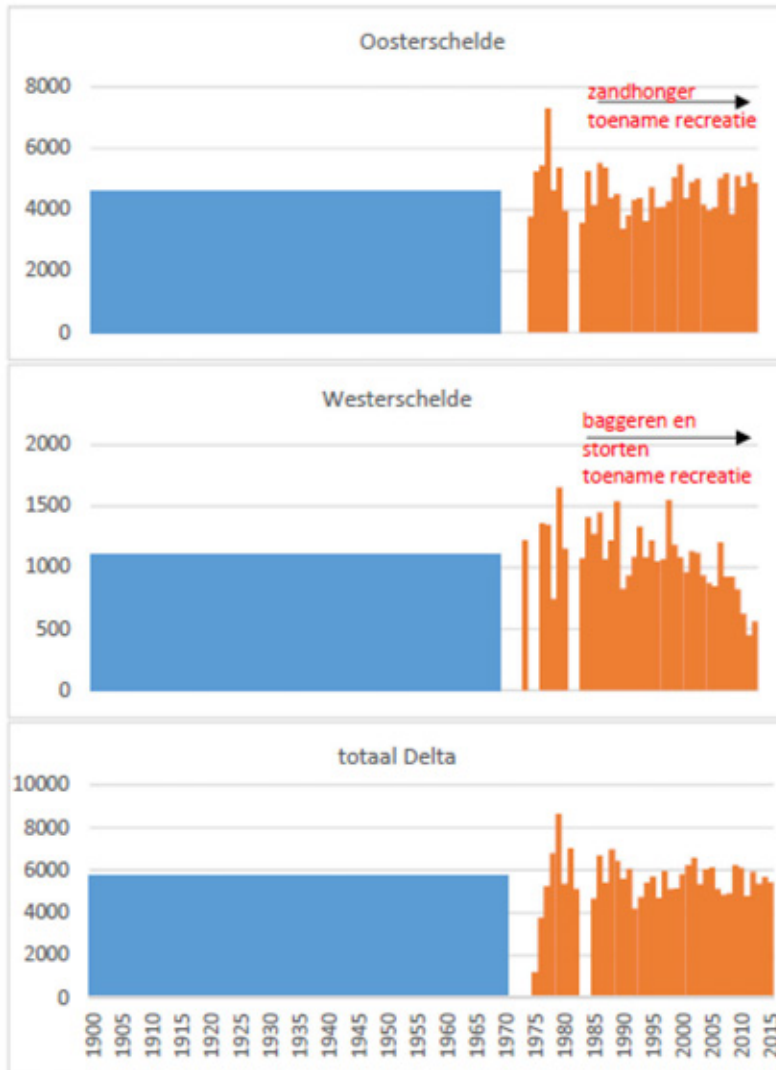
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Kraakeend als doortrekker en wintergast. Talrijke planteneter van waterplantenvegetaties en graslanden, waarvan recent de broedpopulatie ook sterk is toegenomen.

MIDDELSTE ZAAGBEK – DOORTREKKER EN WINTERGAST



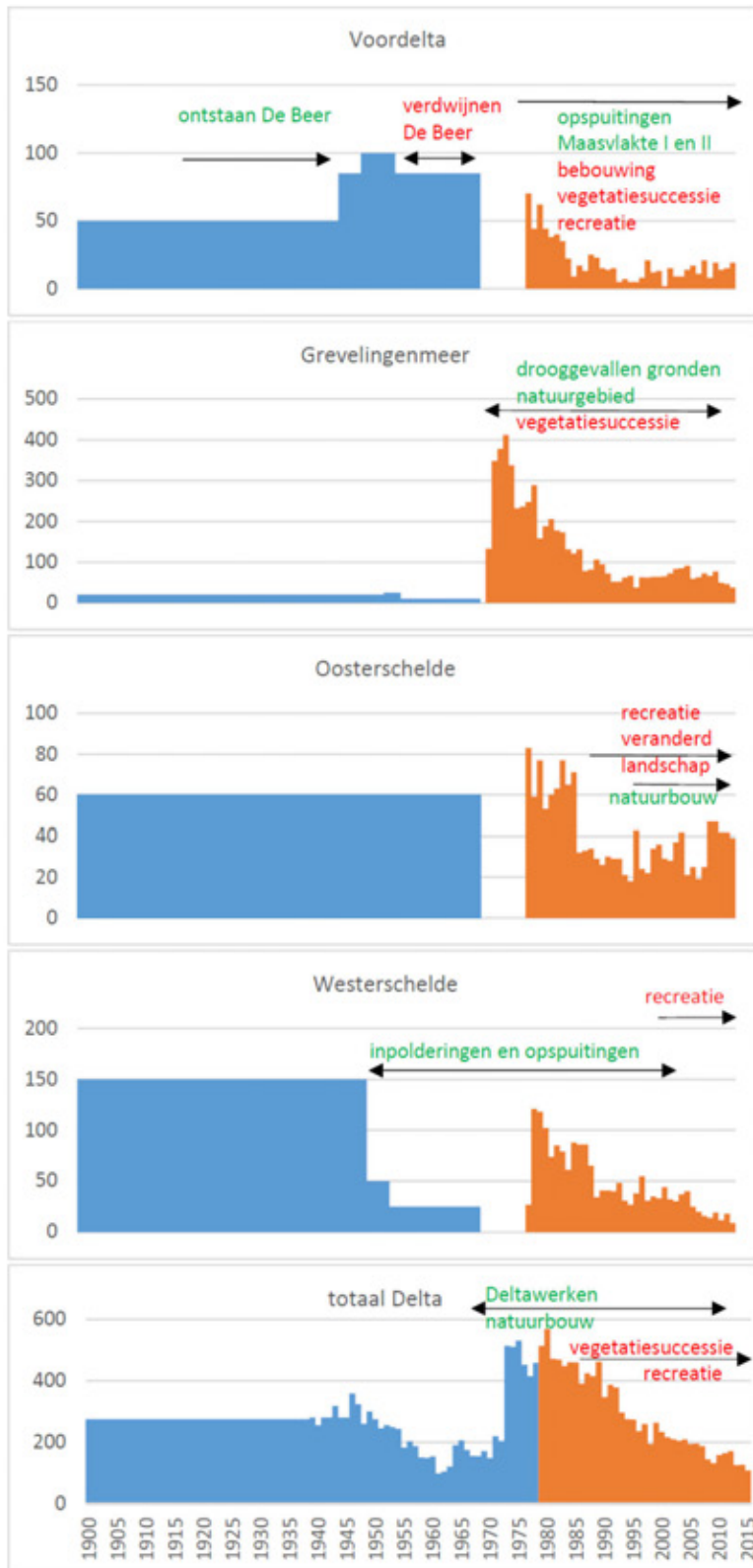
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Middelste Zaagbek als doortrekker en wintergast. Talrijke wintervogel op de grotere wateren en zeldzame broedvogel - viseter.

ROSSE GRUTTO – WINTER- EN TREKVOGELS



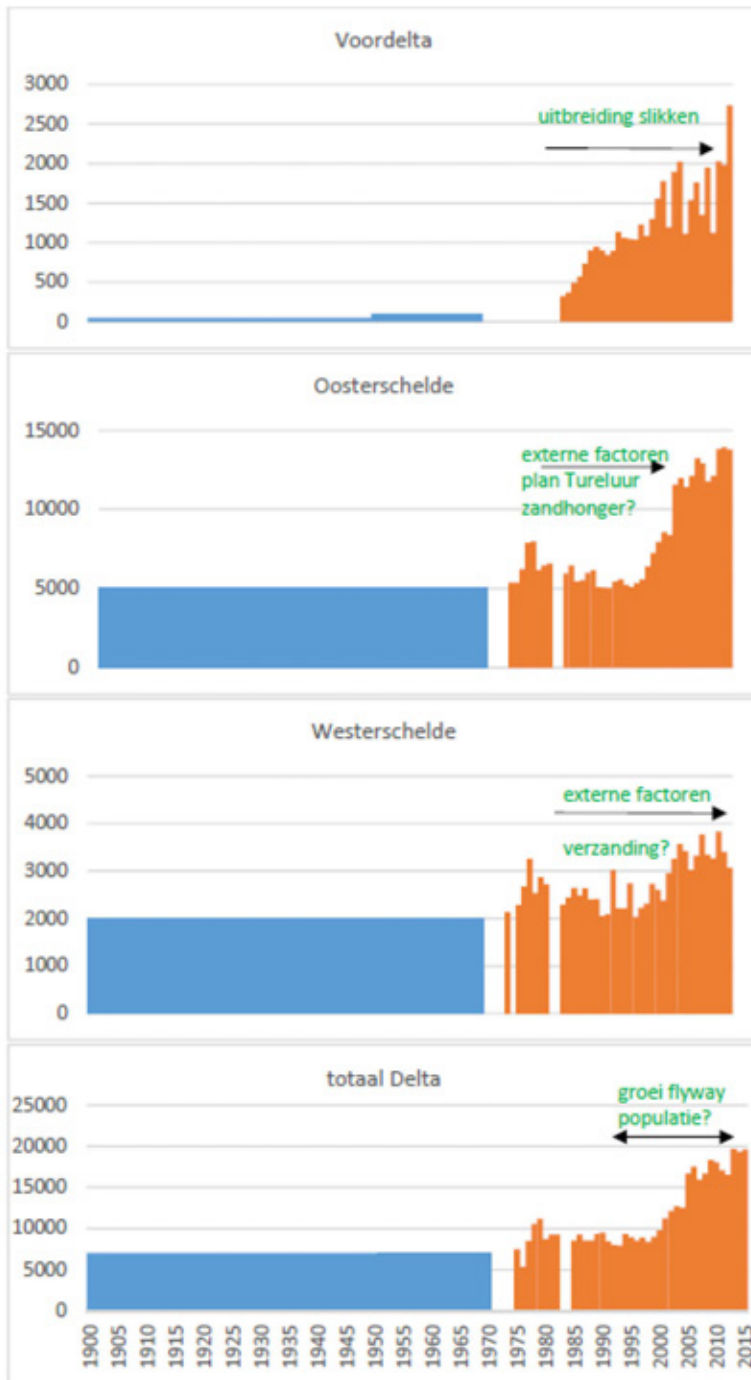
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Rosse Grutto als doortrekker en wintergast. Talrijke bodemdiereter van het slijkige intergetijdengebied.

STRANDPLEVIER - BROEDVOGELS



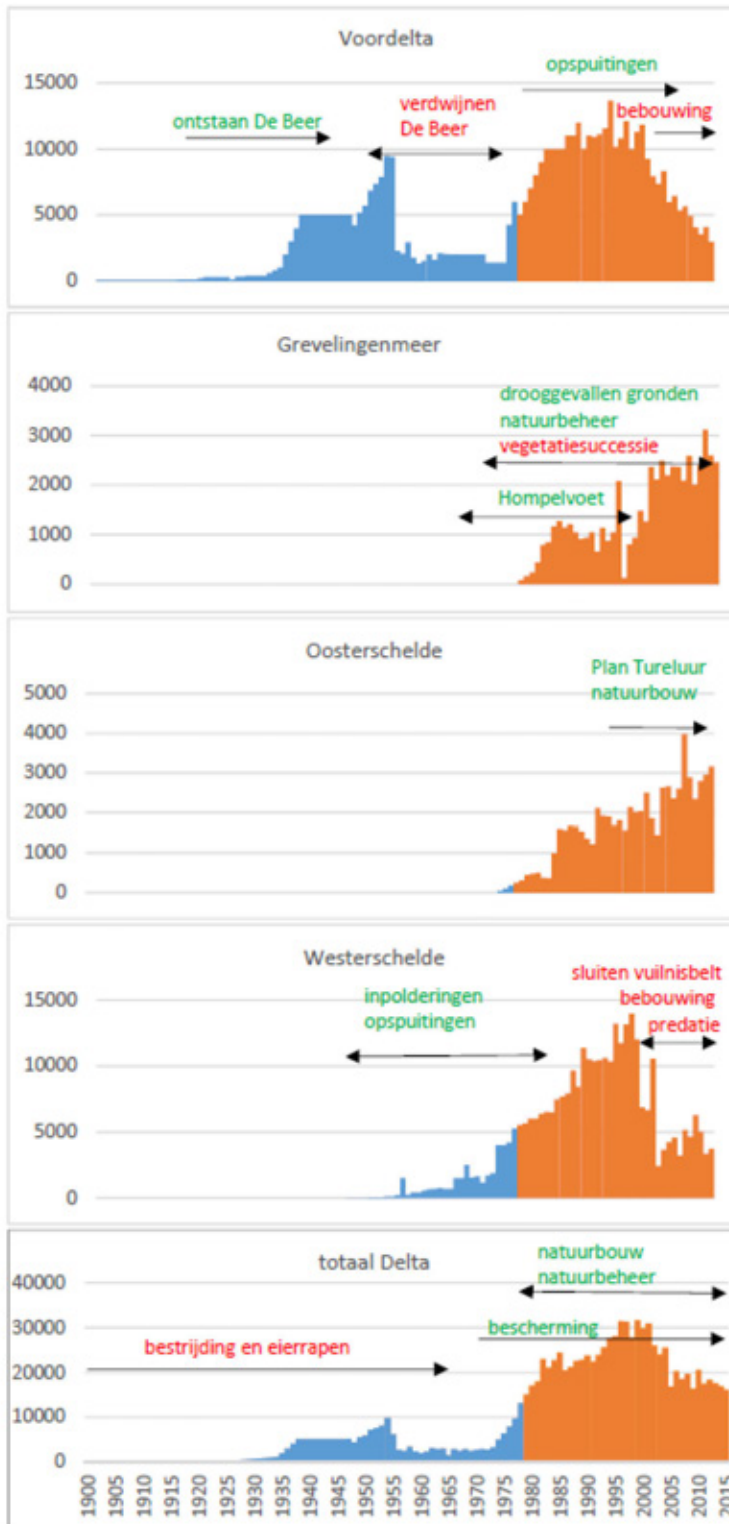
Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Strandplevier. Karakteristieke, sterk in aantal afnemende, broedvogel van kale zandplaten en bodemdiereter.

WULP – WINTER- EN TREKVOGELS



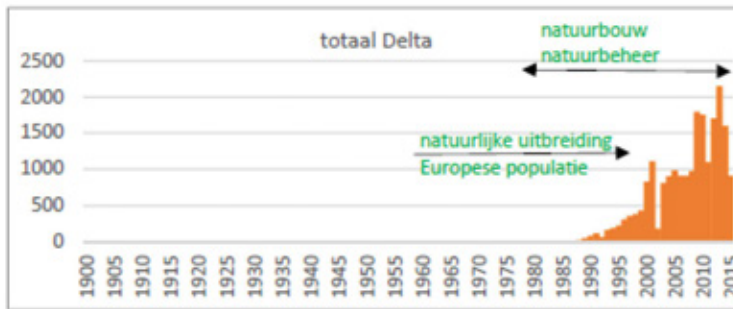
Gereconstrueerde ontwikkeling van de populatie van de Kanoet als doortrekker en wintergast. Talrijke bodemdiereter van het slikkige intergetijdgebied, kwelders, inlagen en ook wel graslanden.

ZILVERMEEUW - BROEDVOGELS



Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Zilvermeeuw. Talrijke, in recente jaren weer sterk in aantal afnemende, koloniebroeder van duinen en platen en bodemdier- en afvaaler.

ZWARTKOPMEEUW - BROEDVOGELS



Gereconstrueerde ontwikkeling van de broedpopulatie van de Zwartkopmeeuw. Recente gevestigde broedvogel vanuit Zuid-Europa en broedvogel van schaars begroeide eilandjes in allerhande binnendijkse wateren en inlagen - bodemdiereter.

Bijlage 5 Ontwikkelingen in vogelpopulaties

Deel 1: Bodemdiereters

		1900-1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015
Bodemdiereters broed					
Mileu					
	Gif		--		
Inrichting					
	natuurbouw / opspuitingen			++	+
	grevelingen- en haringvlietdam		--		
	droogvallende gronden	+	+	++	
	aanleg broedeilanden				++
	vegetatiesuccessie				-
Beheer/gebruik					
	bescherming/bestrijding meeuwen	--	--	++	
	natuurbeheer				+
	recreatie				-
	grondpredatoren				-
	afname voedsel meeuwen				-
	intensivering landbouw			--	--
autonome populatieontwikkeling					
Bodemdiereters niet-broed					
Mileu					
	verzoeting			+/-	
Inrichting					
	havenuitbreiding				
	natuurbouw				++
	ontstaan schelpdierbanken	+	+		
	grevelingen- en haringvlietdam			+	
	afname platen/slik door Deltawerken			--	-
	zandhonger				--
	verdwijnen zeegrasvelden			--	-
Beheer/gebruik					
	recreatie				-
	schelpdiervisserij/afname schelpdieren				--
autonome populatieontwikkeling					
		+			+

Deel 2: Viseters

		1900-1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015
Viseters broed					
Mileu					
	Gif		---	++	+
Inrichting					
	havenuitbreiding		--		+
	natuurbouw				++
	grevelingen- en haringvlietdam				--
	inpolderingen	--	--		
	onstaan nieuwe platen		+	+	++
	droogvallende/opgespoten gronden		++		
	vegetatiesuccessie			-	-
Beheer/gebruik					
	bescherming sterns	++			
	bescherming meeuwen				++
	natuurbeheer			++	++
	Recreatie			-	-
	Predatie			-	-
Viseters niet-broed					
Mileu					
	toename doorzicht			+	++
	zuurstofloosheid diepe delen			-	-
	visrijk brak water			++	+
	waterkwaliteit / afname doorzicht			-	-
Inrichting					
	grevelingen- en haringvlietdam			+	
	toename visbestanden				+
Beheer/gebruik					
	Recreatie				-
autonome populatieontwikkeling					++

Deel 3: Planteneters

	1900-1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015
Planteneters broed				
Inrichting				
droogvallende gronden met pioniervegetatie			++	
broedeilandjes				++
grazige vegetaties				++
Beheer/gebruik				
natuurbeheer				++
Planteneters niet-broed				
Milieu				
eutrofiering				+
Inrichting				
ontstaan schorren/droogvallende gronden met pioniervegetatie			+	+
grazige vegetaties				+
habitatverlies			-	
Beheer/gebruik				
Jacht	--	--		++
natuurbeheer				+
autonome populatieontwikkeling			+	++

Deel 4: Roofvogels

		1900-1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015
Roofvogels broed					
Mileu					
	gif	-	--	+	+
Inrichting					
	riet en ruigtes			+	-
	bos				+
autonome populatieontwikkeling				+	+
Roofvogels niet-broed					
Mileu					
	gif	-	--	+	+
Beheer/gebruik					
	natuurbeheer			+	+
autonome populatieontwikkeling					++

Bijlage 6 Factsheets Zeezoogdieren

Gewone zeehond (*Phoco vitulina*)



Ecologische kenschets

Landschap: open zee, zeearmen

Leefgebied: ondiepe kustgebieden en estuaria, zandbanken

Levenswijze: De gewone zeehond foerageert in visrijke

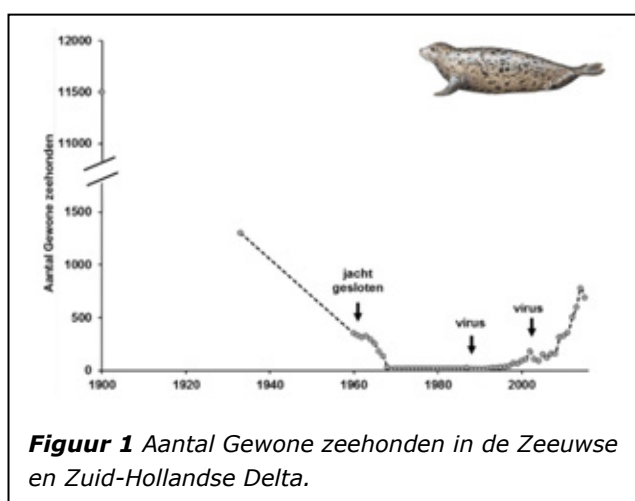
kustwateren, binnen een zone van circa 60 km van geschikte rustplaatsen. Verreweg het grootste deel van de tijd brengen zeehonden door op zee. De dieren komen aan land om te rusten. Dit gebeurt in hoofdzaak op zandbanken en stranden. Vooral tijdens de verharing en de geboorte- en zoogperiode hebben de ligplaatsen een belangrijke functie. Deze vindt plaats tegen het einde van de zomer, waardoor de zeehonden dan relatief meer tijd spenderen op de zandbanken. Het dieet van de gewone zeehond bestaat voornamelijk uit bodemvissen zoals platvis (bot, schar, schol en tong), grondels en kabeljauwachtigen, aangevuld met zandspiering en haring.

Overig: De gewone zeehond staat op de Rode Lijst van zoogdieren, in de Habitatrictlijn (Annex II en V) en in de Conventie van Bonn en Bern.

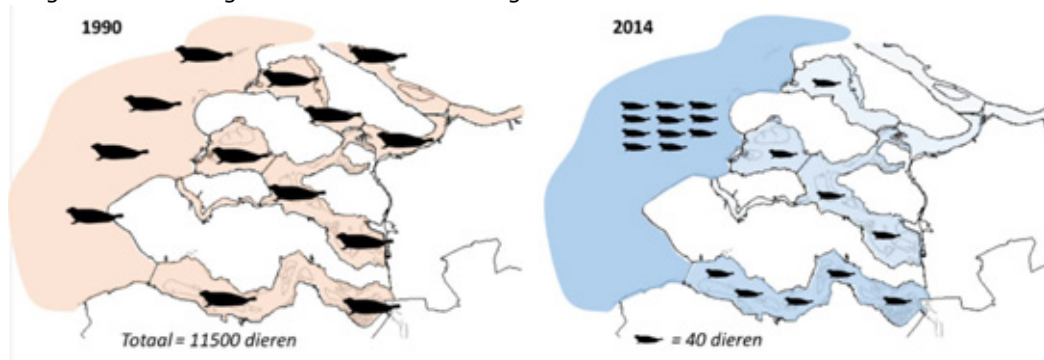
Verspreiding en trends

De gewone zeehond was rond 1900 een veel voorkomende soort in de Zuidwestelijke delta, met name in de Voordelta, Oosterschelde, Grevelingen en Westerschelde. De totale populatie toen wordt geschat op 11.500 dieren (**Figuur 2**). Als gevolg van efficiëntere jachtmethodes (overgang van netten naar vuurwapens) nam de populatie af naar 1.300 dieren in 1933. De jacht werd in 1961 gesloten en in 1962 werd de Gewone zeehond als beschermde diersoort beschouwd. Dat jaar werden nog 350 dieren geteld in het Deltagebied. Hierna vond echter een verdere afname plaats, mogelijk veroorzaakt door vervuiling van het water met PCB's, en werd de

soort als bijna verdwenen beschouwd in de jaren zeventig en uitgestorven in de 80' jaren van vorige eeuw. Sindsdien laat het aantal gewone zeehonden weer een stijgende lijn zien in het Deltagebied. Echter door de uitbraak van een virus in 1988 blijven de aantallen laag. In 1990 is het aantal op 14 dieren geschat. In 2002 breekt wederom een virus uit. De populatie is niet in staat zichzelf in stand te houden en is afhankelijk van migratie vanuit met name de Waddenzee. Vanaf 2004 worden er weer zeehondenpups geboren en neemt het aantal weer toe tot 777 dieren in 2014. Door de deltawerken is het leefgebied voor de gewone zeehond kleiner geworden.



Figuur 1 Aantal Gewone zeehonden in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.



Figuur 2 In 1990 wordt de populatie Gewone zeehonden geschat op 11.500 individuen in het Deltagebied, waarvan 25% voorkomt in de Oosterschelde. De verdeling over de overige deelgebieden is onbekend. Voor 2014 staat het aantal gewone zeehonden naar ratio uitgezet per deelgebied.

Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*)



Ecologische kenschets

Landschap: open zee, zeearmen

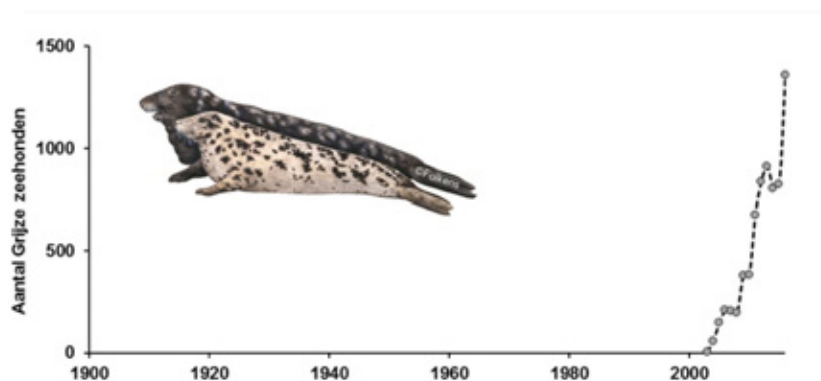
Leefgebied: ondiepe kustgebieden en estuaria, zandbanken

Levenswijze: De grijze zeehond is de grootste zeehondensoort in Nederland en foerageert in visrijke kustwateren, binnen een zone van circa 60 km van geschikte rustplaatsen. Verreweg het grootste deel van de tijd brengen zeehonden door op zee. Onverstoorde, permanent droge platen, stranden en duinen zijn belangrijke biotopen voor de voortplanting van de Grijze zeehond. Tussen december en maart gaan de grijze zeehonden in de rui. Tijdens deze verharingsperiode liggen de dieren veel op de ligplaatsen om te zonnen. De voortplantingsperiode van de grijze zeehond ligt tussen september en december. De grijze zeehond eet voornamelijk vis zoals kabeljauw, schelvis, koolvis, zandspiering, wijting en platvissen (zoals bot). Ook schaal- en weekdieren, inktvissen en vogels staan op het menu.

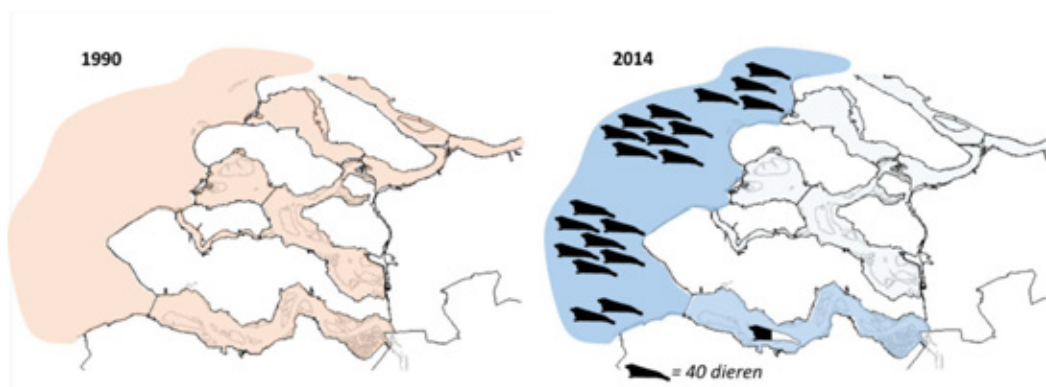
Overig: De grijze zeehond staat op de Rode Lijst van zoogdieren, in de Habitatrichtlijn (bijlage II en V) en in de Conventie van Bonn en Bern.

Verspreiding en trends

De grijze zeehond was in een ver verleden waarschijnlijk algemener in de Noordzee dan de gewone zeehond. **Grijze zeehonden zijn in de Middeleeuwen in de Nederlandse wateren uitgeroeid.** Pas in 2003 worden weer grijze zeehonden in het Deltagebied waargenomen (**Figuur 3, Figuur 4**). In 2010 is het aantal dieren opgelopen tot 382 dieren, in 2016 1358 dieren. De populatie van de grijze zeehond in het Deltagebied is voornamelijk afhankelijk van migratie vanuit gebieden die belangrijk zijn voor de voortplanting van deze soort zoals, de westelijke Waddenzee, Groot-Brittannië en de Duitse Waddenzee.



Figuur 3 Aantal Grijze zeehonden in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.



Figuur 4 De populatie Grijze zeehonden neemt, na eeuwen afwezigheid weer toe in het Deltagebied. Voor april 2014 ($n=804$ dieren) staat het aantal grijze zeehonden naar ratio uitgezet per deelgebied.

Bruinvis (*Phocoena phocoena*)



Ecologische kenschets

Landschap: open zee, zeearmen

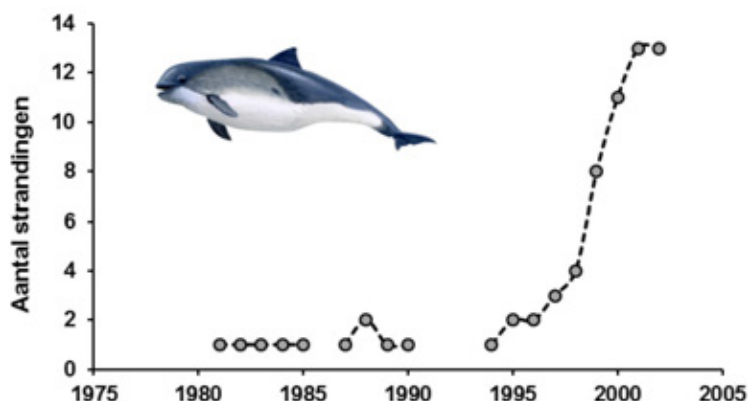
Leefgebied: ondiepe randzeeën (zelden dieper dan 200m), estuaria en riviermondingen

Levenswijze: De bruinvis is de kleinste tandwalvis (lengte 1,35 – 1,90 m, gewicht tot 75 kg) in de Noordzee. De bruinvis leeft voornamelijk in zout water maar kan ook in brak water worden aangetroffen en het komt voor dat bruinvissen rivieren opzwemmen. De bruinvis leeft meestal solitair of in kleine groepjes van 2 tot 10 dieren. De voortplantingstijd van bruinvissen loopt van mei tot begin augustus. De bruinvis jaagt vooral op kleine vissen zoals Haring, Sprot, Wijting, diverse soorten platvis maar ook inktvissen en garnalen.

Overig: De Bruinvis staat op de Rode Lijst van zoogdieren, in de Habitatrichtlijn (bijlage II en V) en in de Conventie van Bonn en Bern.

Verspreiding en trends

Data over aantallen bruinvissen in het begin van de 20ste eeuw zijn beperkt. Echter, historisch gezien was de Bruinvis in Nederland een veelvoorkomende soort. Van 1900 tot de vroege jaren 1950 kwam de bruinvis in hoge aantallen en wijdverspreid voor in de kustwateren van de zuidelijke Noordzee, inclusief de Nederlandse wateren. In de jaren 1930-1940 waren de Nederlandse kustwateren een belangrijk voortplantingsgebied (hele zomer) en paaigebied (augustus) voor de Bruinvis. Omstreeks 1900 kwam de bruinvis in de Westerschelde met honderden dieren voor. In de periode van 1910-1930 ging de populatie jaarlijks in aantal achteruitgang. Dit werd mede toegeschreven aan het verdwijnen van de haring uit het gebied. In de periode vanaf 1930 (tot 1980) werd een verder afname in het aantal bruinvissen toegeschreven aan de toenemende watervervuiling. Tussen 1960-1970 zijn bruinvissen amper waargenomen en werd verondersteld dat de soort lokaal uitgestorven was. Gedurende 1970-1985 werden jaarlijks wel aangespoelde bruinvissen gevonden, wat duidde op een kleine offshore populatie. Vanaf de jaren 1990 neemt het aantal strandingen en waarnemingen van de bruinvis in Nederlandse kustwateren toe, alsook in de Westerschelde (**Figuur 5**). De bruinvis wordt als teruggekeerd beschouwd na een afwezigheid van enkele tientallen jaren, waarbij de status verandert van zeldzaam tot algemeen voorkomend. Door gebrek aan onderzoek zijn de redenen van de populatie afname in de jaren 1950-1960 en de terugkeer van de Bruinvis halverwege de jaren negentig niet goed bekend. In het Deltagebied neemt het aantal waarnemingen pas sinds 2001 toe. In de Oosterschelde vestigt zich vanaf 2001 een klein, maar wisselend, bestand aan bruinvissen (max. aantal 61 dieren in 2011). De toegenomen scheepvaartintensiteit en het ontbreken van een gezonde haringpopulatie zijn waarschijnlijk de meest beperkende factoren.



Figuur 5 Aantal bruinvis strandingen in de Westerschelde.

Bijlage 7 Factsheets macrobenthos

Benthos is de verzamelnaam voor alle organismen die leven op en in de bodem van zoete en zoute wateren. Het macrozoöbenthos (bodemfauna) zijn de dierlijke organismen > 1 mm met als belangrijkste vertegenwoordigers in estuaria wormen, schelpdieren en kreeftachtigen.

Het macrozoöbenthos vormt een belangrijke schakel in het estuariene en aquatische voedselweb en is voedsel voor heel wat soorten vogels en vissen. In estuaria zijn vooral de droogvallende slikken en zandplaten zeer productieve habitats. Voor een indicatie van de veranderingen in de macrobenthos hebben we vijf 'gidssoorten' geselecteerd die in de hiernavolgende factsheets aan bod komen: Nonnetje, Kokkel, Mossel, Zeepier en Zager (zie Paragraaf 3.4).

De gradiënten in zoutgehalte, droogvalduur, hydrodynamiek (stroomsnelheid, golven), en bodem-samenstelling, kenmerkend voor estuariene ecosystemen, bepalen in belangrijke mate de verspreiding van het macrozoöbenthos. Saliniteit is een belangrijke bepalende factor voor het voorkomen van soorten in estuaria en kustgebieden. De brakwaterzone (meso- en oligohaliene zone) heeft van nature een lage biodiversiteit, terwijl in de mariene (poly- en euhaliene zone) en zoete (limnetische) zone meer soorten voorkomen. Vóór de deltawerken vormen de zeearmen samen met de zoetwater-getijdengebieden één groot estuarien systeem met overgangen tussen zoet, brak en zout (zie Figuur 2.7 en 2.8). Vooral in Haringvliet – Hollandsch Diep – Biesbosch en het Schelde-estuarium (Westerschelde en Zeeschelde) is sprake van een volledige zoet-zoutgradiënt, inclusief brakwatergebieden en zoetwatergetijdengebieden met kenmerkende macrozoöbenthos gemeenschappen. In de Grevelingen en Oosterschelde komen dan vooral bodemfaunagemeenschappen voor van poly- en euhaliene milieus. Ná de deltawerken komt een zoet-brak-zout gradiënt enkel nog voor in het Schelde-estuarium, en in beperkt mate ook langs de Nieuwe Waterweg. Het Grevelingenmeer en Veerse meer zijn stagnant, sterk brakke systemen geworden met een bodemfauna grotendeels vergelijkbaar met de getijdensituatie. Het Haringvliet, Hollandsch Diep en Volkerak-Zoommeer zijn stagnant, zoete (tot zeer licht brakke) systemen geworden met typische limnetische bodemdiergemeenschappen die totaal verschillen van de getijdensituatie. Door het wegvallen van het getij in heel wat watersystemen zijn intergetijdengebieden met de daarbij horende typische bodemfauna gemeenschappen volledig verdwenen.

Kokkel (*Cerastoderma edule*)



Ecologische kenschets

Landschap: open zee, zeearmen

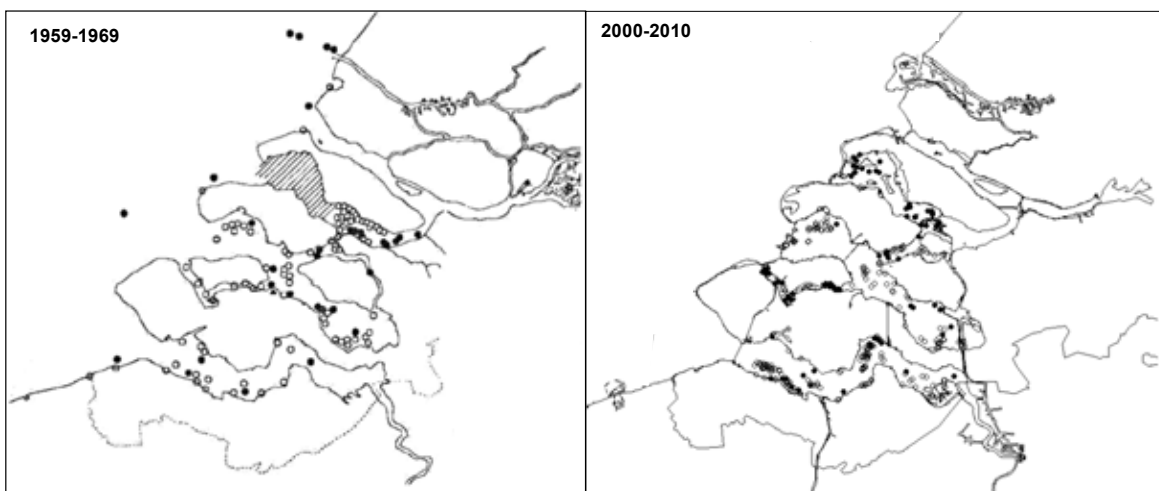
Leefgebied: ondiepe kustgebieden en estuaria, intergetijdengebied

Levenswijze: De kokkel (*Cerastoderma edule*, syn. *Cardium edule*) is een algemeen voorkomende tweekleppig schelpdier in het zachte substraat in de Nederlandse kustwateren. De kokkel is een filterfeeder die behoort tot de infauna en in de bovenste centimeters van het sediment leeft. Doormiddel van een sifon die ze boven het sediment kunnen uitsteken kunnen ze water en voedsel (plankton) naar binnen zuigen. De kokkel komt voor in een brede range van sedimentsamenstellingen. Het paaien van kokkels wordt in gang gezet aan het eind van het voorjaar – begin zomer als de watertemperatuur boven de 15 °C komt. Tot een grote van 2mm zijn kokkel larven overgeleverd aan eb- en vloedstromen. Na het bereiken van deze grote zinken de juveniele kokkels naar de bodem (primaire vestiging). Kokkels zijn mobiel en kunnen migreren via het water en zich voor een tweede keer vestigen in de bodem (secundaire vestiging). De kokkel kan tot 5-6 cm groot worden. De minimale saliniteit tot waarbij kokkels kunnen voorkomen is 10-12‰. De kokkel is een belangrijke voedselbron voor steltlopers zoals Scholekster en Kanoet.

Verspreiding en trends

In de jaren zestig van de vorige eeuw, vóór de deltawerken, kwamen kokkels voor in alle polyhaliene en euhaliene wateren en kokkels worden tegenwoordig nog steeds waargenomen in watersystemen met die kenmerken (Figuur 1). In het Haringvliet – Hollandsch Diep komen zowel vóór als ná de deltawerken geen kokkels voor. Kokkels komen vooral voor in intergetijdengebieden. In het verleden kwamen kokkels in hoge aantallen voor in de Grevelingen, echter door de aanleg van de deltawerken is het getij verdwenen in het Grevelingenmeer en het Veerse meer waardoor kokkels hier enkel nog in het sublitoraal voorkomen. Het leefgebied voor de kokkel is dan ook in deze systemen sterk afgenomen na de deltawerken. In de huidige situatie komen de grootste bestanden kokkels voor in de Oosterschelde, gevolgd door de Westerschelde en Veerse Meer.

Cerastoderma edule



Figuur 1 Verspreiding van het kokkel in het sublitoraal (gesloten cirkels) en litoraal (open cirkels) in de periode 1959-1969 vóór de deltawerken (overgenomen uit Wolff, 1973) en 2000-2010 (MWTL data, zonder Voordelta) in respectievelijk 1751 en 6557 bemonsteringslocaties. In het gearceerde deel in de periode 1959-1969 werd de kokkel in alle bemonsteringslocaties aangetroffen.

Nonnetje (*Limecola balthica*)



Ecologische kenschets

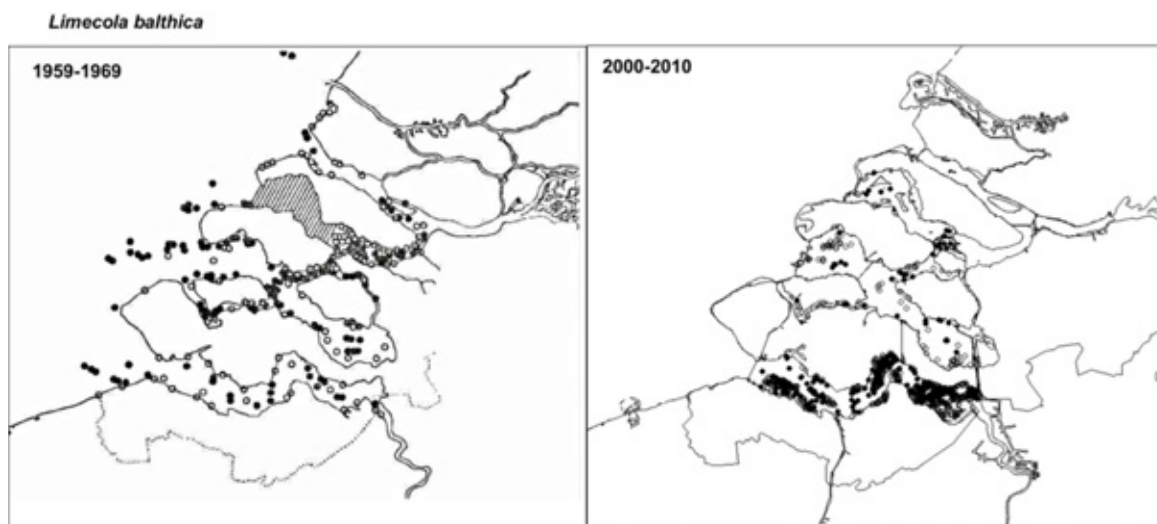
Landschap: open zee, zeearmen

Leefgebied: ondiepe kustgebieden en estuaria, zoute en brakke intergetijdengebied

Levenswijze: Het nonnetje (*Limecola balthica*, syn. *Macoma balthica*) is een algemeen voorkomende tweekleppig schelpdier in het zachte substraat in de Nederlandse kustwateren. Het nonnetje is een facultatieve deposit- en filterfeeder die behoort tot de infauna en in de bovenste centimeters ingegraven in slibrijke tot fijnzandige sedimenten leeft, zowel in het intergetijdengebied als sublitoraal. Het nonnetje kan tot 35 mm groot worden. Nonnetjes tonen een seizoenswisseling in ingraafdiepte. In de zomer zitten ze minder diep in het sediment ingegraven en grazen ze voornamelijk voedsel van het bodemoppervlak met een sifon. In de winter zitten ze dieper en wordt het grootste deel van het voedsel uit het water gefilterd. Het nonnetje komt voor in een brede range van sedimentaanstellingen. Het paaien van nonnetjes wordt in gang gezet aan het eind van het voorjaar – begin zomer als de watertemperatuur boven de 10 °C komt. De minimale saliniteit waarbij nonnetjes kunnen voorkomen is 4 ‰. Daarmee komt de soort zowel in de euhaliene, polyhaliene als mesohaliene zone voor. Het nonnetje vormt een belangrijke voedselbron voor verschillende soorten steltlopers waaronder kanoeten, rosse grutto's, scholeksters en tureluurs. Ook platvissen doen zich tegoed aan (de sifons van) nonnetjes.

Verspreiding en trends

In de jaren zestig van de vorige eeuw, vóór de deltawerken, kwamen nonnetjes voor in de mesohaliene, polyhaliene en euhaliene wateren van de Zuidwestelijke Delta en worden tegenwoordig nog steeds waargenomen in watersystemen met die kenmerken (Figuur 2). Nonnetjes komen vooral voor in intergetijdengebieden. In het verleden kwamen nonnetjes in hoge aantallen voor in de Grevelingen, echter door de aanleg van de deltawerken is het getij verdwenen in het Grevelingenmeer en het Veerse meer waardoor nonnetjes hier enkel nog in het sublitoraal voorkomen. Het nonnetje is volledig uit het Haringvliet en Volkerak-Zoommeer verdwenen doordat deze watersystemen in stagnante, (nagenoeg) zoete systemen veranderd zijn na de aanleg van de deltawerken. Hiermee is het leefgebied van deze soort sterk afgenomen in de Zuidwestelijke delta. In de huidige situatie worden de meeste nonnetjes waargenomen in de Westerschelde.



Figuur 2 Verspreiding van het nonnetje in het sublitoraal (gesloten cirkels) en litoraal (open cirkels) in de periode 1959-1969 vóór de deltawerken (overgenomen uit Wolff, 1973) en 2000-2010 (MWTL data, zonder Voordelta) in respectievelijk 1751 en 6557 bemonsteringslocaties. In het gearceerde deel in de periode 1959-1969 was het nonnetje in alle bemonster locaties aangetroffen.

Veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*)



Ecologische kenschets

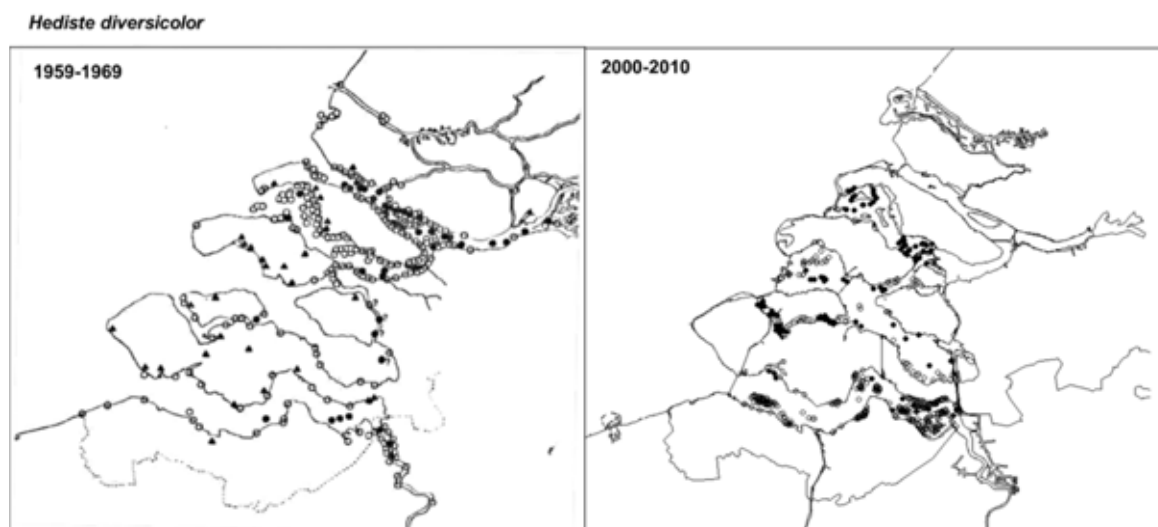
Landschap: zeearmen

Leefgebied: intergetijdengebieden en ondiepe estuaria

Levenswijze: De veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*, syn. *Nereis diversicolor*) is een estuariene borstelworm (6 tot 12 cm lang) die in het mariene en brakke deel van het estuarium in grote aantallen hoog in de intergetijdengebieden voorkomt. De aantallen nemen af richting de zoetwatergetijdengebieden waar de soort enkel sporadisch voorkomt in het laag litoraal. De soort vertoont dan ook een grote zouttolerantie en komt langsheen de volledige zoutgradiënt voor. De zeeduizendpoot leeft in een gangenstelsel en komt voornamelijk in fijn zandige en slibrijke sedimenten voor. Hij komt ook voor in veenbanken. De veelkleurige zeeduizendpoot is een alleseter die zowel plantaardig als dierlijk materiaal eet. Hierbij hanteert hij meerdere voedingswijzen. De veelkleurige zeeduizendpoot is een belangrijke voedselbron voor steltlopers zoals rosse grutto's, zilverplevieren en bontbekplevieren.

Verspreiding en trends

In de jaren zestig van de vorige eeuw, vóór de deltawerken, kwam de veelkleurige zeeduizendpoot voor in de mesohaliene, polyhaliene en euhaliene wateren van de Zuidwestelijke delta en wordt tegenwoordig nog steeds waargenomen in watersystemen met die kenmerken (Figuur 3). In de periode voor de deltawerken was het een zeer algemene soort in de Haringvliet en Hollandsch Diep. Zeeduizendpoten komen vooral voor in intergetijdengebieden. In het verleden werd hij alleen sublitoraal aangetroffen in de brakke en zoete delen van het estuarium. Na de aanleg van de deltawerken komt de zeeduizendpoot ook in sublitorale delen voor van mariene, stagnante wateren (Grevelingenmeer en Veerse Meer). De zeeduizendpoot is volledig uit het Haringvliet – Hollandsch Diep – Biesbosch en het Volkerak-Zoommeer verdwenen doordat deze watersystemen in stagnante, (nagenoeg) zoete systemen veranderd zijn na de aanleg van de deltawerken. Hiermee is het leefgebied van de veelkleurige zeeduizendpoot in de Zuidwestelijke delta kleiner geworden.



Figuur 3 Verspreiding van de zeeduizendpoot in het sublitoraal (gesloten cirkels) en litoraal (open cirkels) in de periode 1959-1969 vóór de deltawerken (overgenomen uit Wolff, 1973) en 2000-2010 (MWTl data, zonder Voordelta) in respectievelijk 1751 en 6557 bemonsteringslocaties. Verspreiding van de zeeduizendpoot in stilstaande brakke wateren zijn aangegeven met de driehoeken voor *n* de periode 1959-1969.

Bijlage 8 Verspreiding van bodemdieren in een zout-zoet gradiënt

Tabel 1 Tien verspreidingstypen van soorten met voorbeelden van taxa in de estuaria van de Zuidwestelijke Delta naar Wolff (1973) voor de uitvoering van de Deltawerken.

Verspreidingstypen	Voorbeeld taxa	Classificatie phylum/orde ¹	Nederlandse naam ¹
1. Offshore soorten	- <i>Corymorpha nutans</i>	-Cnidaria, Anthoathecata	-een soort van de hydroïdpoliepen orde ²
2. Soorten die voorkomen zowel offshore als in de monding van de estuaria	- <i>Anaitides groenlandica</i> (geaccepteerd als <i>Phyllodoce groenlandica</i> volgens WoRMS ¹)	-Annelida, Polychaeta	-een soort van de borstelwormen orde ²
	- <i>Ophelia borealis</i>	-Annelida, Polychaeta	-een soort van de borstelwormen orde ²
3. Soorten die voorkomen zowel offshore als in de mondingsgebieden (saliniteit > 27 psu)	- <i>Aricidea minuta</i>	-Annelida, Polychaeta	-een soort van de borstelwormen orde ²
4. Soorten die voorkomen zowel in een smalle strook langs de kust als in estuaria (saliniteit > 18 psu)	- <i>Cardium edule</i> (geaccepteerd als <i>Cerastoderma edule</i> volgens WoRMS)	-Mollusca, Bivalvia	-kokkel
	- <i>Anaitides maculata</i> (geaccepteerd als <i>Phyllodoce maculata</i> volgens WoRMS)	-Annelida, Polychaeta	-gestippelde dieseltrein worm
	- <i>Capitella capitata</i>		-slangpier
	- <i>Arenicola marina</i> (getijdenwateren)	-Annelida, Polychaeta -Annelida, Polychaeta	-zeepier/wadpier
5. Soorten die voorkomen zowel in een smalle strook langs de kust als in estuaria (saliniteit > 5.4 psu)	- <i>Macoma balthica</i> (geaccepteerd als <i>Limecola balthica</i> volgens WoRMS)	-Mollusca, Bivalvia	-nonnetje
	- <i>Heteromastus filiformis</i>	-Annelida, Polychaeta	-rode draadworm
6. Soorten die hoofdzakelijk voorkomen in de brakke delen van het estuarium	- <i>Nereis diversicolor</i> (geaccepteerd als <i>Hediste diversicolor</i> volgens WoRMS)	-Annelida, Polychaeta (veelkleurige zeeduizendpoot)	-veelkleurige zeeduizendpoot
	- <i>Boccardia ligerica</i> (geaccepteerd als <i>Boccardiella ligerica</i> volgens WoRMS)	-Annelida, Polychaeta	-een soort van de borstelwormen orde ²
	- <i>Streblospio shrubsolii</i>	-Annelida, Polychaeta	-een soort van de borstelwormen orde ²
7. Soorten die voorkomen in de brakke en zoete getijdenwateren van het estuarium	- <i>Pseudamnicola confusa</i> (geaccepteerd als <i>Mercuria similis</i> volgens WoRMS)	-Mollusca, Gastropoda	-getijslakje
8. Soorten die voorkomen in zoete getijdenwateren	- <i>Gammarus zaddachi</i>	-Arthropoda, Amphipoda	-een soort van de vlokreeftjes orde ²
	- <i>Perforatella rubiginosa</i>	-Mollusca, Gastropoda	-een soort van de slakken orde ²
	- <i>Pisidium</i>	-Mollusca, Bivalvia	-een soort van de tweekleppigen orde ²
9. Soorten die voorkomen zowel in de rivier als in de zoete getijdenwateren	- <i>Sphaerium</i>	- Mollusca, Bivalvia	-een soort van de tweekleppigen orde ²
	- <i>Unio</i>	- Mollusca, Bivalvia	-een soort van de tweekleppigen orde ²
	- <i>Crangon crangon</i>	-Arthropoda, Decapoda	-noordzeegarnaal, grijze garnaal, gewone garnaal, garnaal
10. Migrerende soorten	- <i>Macropipus holsatus</i> (geaccepteerd als <i>Liocarcinus holsatus</i> volgens WoRMS)	-Arthropoda, Decapoda	-witte krab, slabraai, porceleinkrabbetje, kleine zeekrab, gewone zwemkrab, gewone zeekrab
	- <i>Eriocheir sinensis</i>	-Arthropoda, Decapoda	-wolpootkrab, wolhandkrab, Chinese wolhandkrab, Chinese kreeft, Chinese krab

¹ World Register of Marine Species: <http://www.marinespecies.org/index.php>

² Geen Nederlandse naam bekend

Tabel 2 Verspreiding van macrobenthos over de saliniteitsgradiënt van de Noordzee naar de rivieren in de Zuidwestelijke Delta naar Wolff (1973) voor de uitvoering van de Deltawerken. De typen corresponderen met Tabel 2. Voor sommige soorten staat een oude naamgeving aangegeven en in de voetnoot de geaccepteerde naam vermeld.

A Noordzee	B Monding estuaria	C Middelste delen estuaria	D Bovenstroomse delen estuaria	E Rivier
Stabiël hoge saliniteit Geëxponeerd	Stabiele hoge saliniteit Beschut	Onstabiele saliniteit (zout/brak) Beschut	Stabiele saliniteit (brak/zoet) Beschut	Stabiele saliniteit (zoet) Beschut
Beperkt tot A Type 1 en 2 44 soorten	Beperkt tot B Type 4 17 soorten	Beperkt tot C Type 6 <i>Boccardia ligERICA</i> ²⁹	Beperkt tot D Type 8 <i>Perforatella rubiginosa</i>	Beperkt tot E Type 9 4 soorten
Beperkt tot A en B Type 2, 3, 4 104 soorten		<i>Rhithropanopeus harrisi</i> <i>Cyathura carina</i> <i>Leptocheirus pilosus</i> <i>Corophium multisetosum</i>	<i>Erpobdella monostriata</i> <i>Haemopsis sanguisuga</i> <i>Glossiphonia heteroclita</i>	
Beperkt tot A, B en C Type 5 <i>Macoma balthica</i> ³⁰ <i>Mya arenaria</i> <i>Eteone longa</i> <i>Heteromastus filiformis</i> <i>Crangon crangon</i> <i>Carcinus maenas</i>			Beperkt tot D en E Type 9 22 soorten	
	Beperkt tot B en C Type 5 en 6 <i>Nereis succinea</i> ³¹ <i>Polydora ligni</i> ³² <i>Pygospio elegans</i> <i>Assiminea grayana</i> <i>Limapontia depressa</i> <i>Alderia modesta</i> <i>Streblospio shrubsolii</i> <i>Manayunkia aestuarina</i> <i>Neomysis integer</i> <i>Sphaeroma rugicauda</i> ³³ <i>Gammarus salinus</i> <i>Corophium volutator</i>			
	Beperkt tot B, C en D Type 6 <i>Nereis diversicolor</i> ³⁴			
		Beperkt tot C, D en E Type 7 en 8 <i>Potamopyrgus jenkinsi</i> ³⁵ <i>Lymnaea peregra</i> <i>Trocheta bykowskii</i>		
Migrerende soorten Type 10 <i>Eriocheir sinensis</i>				

²⁹ *Boccardiella ligERICA*

³⁰ *Limecola balthica*

³¹ *Alitta succinea*

³² *Polydora cornuta*

³³ *Lekanesphaera rugicauda*

³⁴ *Hediste diversicolor*

³⁵ *Potamopyrgus antipodarum*

Bijlage 9 Vissoorten in estuaria

Algemene ecologische info							
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Synoniemen	Ecol. gilde	habitat	bodem	voedsel	voortplanting
<i>Acipenser sturio</i>	Steur		ca	d	s	i,f	Ob
<i>Alosa alosa</i>	Elft		ca	p	n.v.t.	p	Ob
<i>Alosa fallax</i>	Fint		ca	p	n.v.t.	p,f	Ob
<i>Anguilla anguilla</i>	Paling		ca	b	f	p,i,j,f	Op
<i>Coregonus lavaretus</i>	Grote marene		ca	p	n.v.t.	p,f	Op,Ob
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars		ca	p	n.v.t.	i,f	Og
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Rivierprik	Petromyzon f.	ca	b	f	f (paras.)	Os
<i>Liza ramada</i>	Dunlipdiklipharder	Mugil capito	ca	p	n.v.t.	p,i,d,v	Op
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering		ca	p	n.v.t.	i,f	Ob
<i>Petromyzon marinus</i>	Zeeprik		ca	b	f	f (paras.)	Os
<i>Salmo salar</i>	Zalm		ca	p	n.v.t.	i,j,f	Os
<i>Salmo trutta trutta</i>	Zeeforel		ca	p	n.v.t.	i,j,f	Os
<i>Agonus cataphractus</i>	Harnasmannetje		er	b	f	i	Ov
<i>Ammodytes tobianus</i>	Zandspiering	A. lancea	er	b	s	p	Ob
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrondel	Aphyia pillucida	er	p	n.v.t.	p	Os
<i>Atherina boyeri</i>	Kleine koornaarvis		er	p	n.v.t.	p,i	Ov
<i>Coregonus oxyrinchus</i>	Houting		er (*ca)	p	n.v.t.	p,i	Ob
<i>Gobius niger</i>	Zwarte grondel		er	b	f,v	i,j,f	Ob
<i>Hippocampus ramulosus</i>	Zeepaardje		er	d	m,v	i	W
<i>Liparis liparis</i>	Slakdolf		er	b	m	i,f	Ov
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Zeedonderpad		er	b	f,v	i,f	Og
<i>Nerophis lumbriciformis</i>	Kleine wormzeenaald		er	b	r,v	i,f	Og
<i>Pholis gunnellus</i>	Botervis		er	b	m,v	i	Og
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	Pleuronectes f.	er (*ca)	b	f	i,f	Op
<i>Pomatoschistus microps</i>	Brakwatergrondel		er	b	s	i	Ob
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje		er	b	s	i	Ob
<i>Raniceps raninus</i>	Vorskwab		er	b	m	i,f	Ob
<i>Spinachia spinachia</i>	Zeestekelbaars		er	d	r	i	Os
<i>Syngnathus acus</i>	Grote zeenaald		er	b	m	i,f	Os
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine zeenaald		er	b	s,v	i	Os
<i>Syngnathus typhle</i>	Trompetterzeenaald	Siphonostomus t.	er	d	f,v	i,f	Os
<i>Zoarces viviparus</i>	Puitaal		er	b	m,v	i	V
<i>Abramis brama</i>	Brasem		fw	d	m,v	p,i	Ov
<i>Alburnus alburnus</i>	Alver		fw	p	n.v.t.	i,j,f	Ov
<i>Aspius aspius</i>	Roofblei		fw	p	n.v.t.	i,j,f	Ob
<i>Barbus barbus</i>	Barbeel		fw	d	s	i,j	Ob
<i>Blicca bjoerkna</i>	Kolblei		fw	p	n.v.t.	p,i,v	Ov
<i>Carassius auratus auratus</i>	Goudvis		fw	d	m,v	o	Ov
<i>Carassius auratus gibelio</i>	Giebel		fw	d	m,v	o	Ov
<i>Carassius carassius</i>	Kroeskarper		fw	p	n.v.t.	o	Ov
<i>Chondrostoma nasus</i>	Sneep		fw	d	r	v	Ob
<i>Cottus gobio</i>	Rivierdonderpad		fw	b	r	i,f	Og
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Graskarper		fw	p	m,v	v	?
<i>Cyprinus carpio</i>	Karper		fw	d	m,v	o	Ov
<i>Esox lucius</i>	Snoek		fw	d	m,v	i,f	Ov
<i>Gobio gobio</i>	Riviergrondel		fw	d	s	i	Ov
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Pos		fw	d	f	i,j,v	Ov
<i>Lepomis gibbosus</i>	Zonnebaars		fw	d	m,v	i,f	Og
<i>Leuciscus cephalus</i>	Kopvoorn		fw	p	n.v.t.	o	Ov
<i>Leuciscus idus</i>	Winde		fw	p	n.v.t.	i	Ov
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Serpeling		fw	p	n.v.t.	i,j,v	Ob
<i>Lota lota</i>	Kwabaal		fw	d	n.v.t.	i,f	Ob?
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenboogforel	Salmo gairdneri	fw	p	n.v.t.	o	Ob
<i>Perca fluviatilis</i>	Baars		fw	p	n.v.t.	p,i,f	Ov
<i>Pseudorasbora parva</i>	Blauwband		fw	d	n.v.t.	p,i	?
<i>Pungitius pungitius</i>	Tiendooornige stekelbaars		fw	d	f	i	Og
<i>Rutilus rutilus</i>	Blankvoorn		fw	p	n.v.t.	p,i,j,v	Ov
<i>Salmo trutta fario</i>	Beekforel		fw	p	n.v.t.	i,j,f	Os
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Ruisvoorn		fw	p	n.v.t.	i,p,v	Ov

Algemene ecologische info							
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Synoniemen	Ecol. gilde	habitat	bodem	voedsel	voortplanting
<i>Silurus glanis</i>	Meerval		fw	d	m,v	i,f	?
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Snoekbaars		fw	d	r	i,f	Ob
<i>Tinca tinca</i>	Zeelt		fw	p	n.v.t.	i	Ov
<i>Vimba vimba</i>	Blauwneus		fw	p	n.v.t.	p,i	?
<i>Anarhichas lupus</i>	Zeewolf		ma	d	r	i	Ob
<i>Ammodytes lanceolatus</i>	Smelt	Hyperoplus l.	ma	b	s	p,f	Ob
<i>Ammodytes marinus</i>	Noorse zandspiering		ma	b	s	p,i,f	Ob
<i>Argyrosomus regius</i>	Ombervis	A. regium; Sciaena aquila	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
<i>Arnoglossus laterna</i>	Schurftvis		ma	b	f	i,f	Ob
<i>Aspitrigla cuculus</i>	Engelse poon		ma	b	f	i,f	Ob
<i>Balistes carolinensis</i>	Trekkervis		ma	d	r,v	i	Og
<i>Boops boops</i>	Bokvis		ma	d	m	o	Op
<i>Brama brama</i>	Braam		ma	p	n.v.t.	i,f	Op
<i>Buglossidium luteum</i>	Dwergtong		ma	b	s	i	Op
<i>Callionymus lyra</i>	Pitvis		ma	b	f	i	Op
<i>Callionymus reticulatus</i>	Rasterpitvis		ma	b	s	i	Op
<i>Centrolophus niger</i>	Zwarte vis		ma	p	n.v.t.	p,i,f	Op
<i>Cetorhinus maximus</i>	Reuzehaai		ma	p	n.v.t.	p	V
<i>Ciliata septentrionalis</i>	Noorse Meun		ma	p	n.v.t.	i	Op
<i>Conger conger</i>	Congeraal		ma	b	r	i,f	Op
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Kliplipvis		ma	d	r,v	i	Og
<i>Enophrys bubalis</i>	Groene zeedonderpad	Taurulus b.; Acanthocottus b.	ma	b	r,v	i,f	Ov
<i>Entelurus aequoreus</i>	Adderzeenaald		ma	d	m,v	?	W
<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Driedradige meun		ma	b	r	i,f	Op
<i>Galeorhinus galeus</i>	Ruwe haai		ma	d	s	i,f	W
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Lange schar		ma	b	f		
<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Heilbot		ma	b	f	i,f	Op
<i>Labrus bergylta</i>	Gevlekte lipvis		ma	d	r,v	i	Os
<i>Lamna nasus</i>	Haringhaai		ma	p	n.v.t.	f	W
<i>Lampris guttatus</i>	Koningsvis	L. luna	ma	p	n.v.t.	i,f	Op
<i>Liparis montagui</i>	Kleine slakdolf		ma	b	r,v	i	Ov
<i>Lophius piscatorius</i>	Zeeduivel		ma	b	m	f	Os
<i>Mauroliscus muelleri</i>	Lichtend sprotje		ma	p	n.v.t.	i	Op
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Schelvis		ma	d	m	i,f	Ob
<i>Merluccius merluccius</i>	Heek		ma	d	m	f	Op
<i>Micromesistius poutassou</i>	Blauwe wijting		ma	p	n.v.t.	i	Op
<i>Microstomus kitt</i>	Tongschar		ma	b	r	i	Op
<i>Mola mola</i>	Maanvis		ma	p	n.v.t.	i,v	Op
<i>Molva molva</i>	Leng		ma	d	r	i,f	Ob
<i>Mullus surmuletus</i>	Mul		ma	b	r	i	Op
<i>Mustelus asterias</i>	Gevlekte gladde haai		ma	d	m	i,f	W
<i>Mustelus mustelus</i>	Gladde haai		ma	d	m	i	V
<i>Pollachius virens</i>	Koolvis		ma	d	r	i,f	Op
<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	Lozano's grondel		ma	b	s	i	Ob
<i>Pomatoschistus pictus</i>	Kleurige grondel		ma	b	s	i	Ob
<i>Raja batis</i>	Vleet		ma	b	s	i,f	Os
<i>Raja clavata</i>	Stekelrog		ma	b	s	i	Os
<i>Scomber scombrus</i>	Makreel		ma	p	n.v.t.	i,f	Op
<i>Scomberesox saurus</i>	Makreelgeep		ma	p	n.v.t.	p,i,f	Op
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hondshaai		ma	d	f	i,f	Os
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Kathai		ma	d	r	i,f	Os
<i>Sebastes viviparus</i>	Kleine roodbaars		ma	b	r	i,f	W
<i>Solea lascaris</i>	Franse tong		ma	d	f	i	Op
<i>Squalus acanthias</i>	Doornhaai		ma	b	f	i,f	W
<i>Squatina squatina</i>	Zeeengel		ma	b	f	i,f	W
<i>Trachinotus ovatus</i>	Gaffelmakreel		ma	p	n.v.t.	i,f	Op
<i>Trachinus draco</i>	Grote pieterman		ma	b	f	i,f	Op
<i>Trachurus trachurus</i>	Horsmakreel		ma	d	s	i,f	Op
<i>Trisopterus minutus</i>	Dwergbolk		ma	d	r	i,f	Ob
<i>Zeugopterus punctatus</i>	Gevlekte griet		ma	b	r	i,f	Ob
<i>Zeus faber</i>	Zonnevis		ma	p	r,v	i,f	Op
<i>Atherina presbyter</i>	Koornaarvis	Hepsetia p.	mj	p	n.v.t.	i,f	Ov
<i>Clupea harengus</i>	Haring		mj	p	n.v.t.	i,f	Ob
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	Morone l.	mj	d	m	i,f	Op
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljauw		mj	d	f	i,f	Op

Algemene ecologische info							
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Synoniemen	Ecol. gilde	habitat	bodem	voedsel	voortplanting
Limanda limanda	Schar		mj	b	s	i,f	Ob
Merlangius merlangus	Wijting		mj	d	f	i,f	Ob
Pagellus bogaraveo	Zeebrasem	P. centrodonatus	mj	d	m	o	Op
Pleuronectes platessa	Schol		mj	b	f	i	Op
Pollachius pollachius	Pollak		mj	d	r	f	Op
Scophthalmus maximus	Tarbot	Psetta maxima	mj	b	f	f	Op
Scophthalmus rhombus	Griet		mj	b	f	i,f	Ob
Sebastes marinus	Roodbaars		mj	p	n.v.t.	i,f	W
Solea solea	Tong	S. vulgaris	mj	b	f	i	Op
Spondyliosoma cantharus	Zeekarper		mj	b	m,v	o	Og
Trigla lucerna	Rode poon		mj	d	f	i,f	Ob
Trisopterus luscus	Steenbolk		mj	d	m	i,f	Ob
Belone belone	Geep		ms	p	n.v.t.	i,f	Ov
Chelon labrosus	Diklipdiklipharder	Mugil chelo; Crenimugil l.;	ms	d	r,v	p,i,d	Op
Ciliata mustela	Vijfdradige meun	Onos mustelus	ms	b	m	f	Op
Cyclopterus lumpus	Snotolf		ms	b	r	i,f	Og
Dasyatis pastinaca	Pijlstaartrog		ms	b	f	i,f	W
Engraulis encrasicolus	Ansjoavis		ms	p	n.v.t.	p	Op
Eutrigla gurnardus	Grauwe poon		ms	b	s	i,f	Op
Liza aurata	Gouddiklipharder	Mugil auratus	ms	p	n.v.t.	p,i,j,v	Op
Sardina pilchardus	Sardien/Pelser		ms	p	n.v.t.	p,i	Op
Sprattus sprattus	Sprot		ms	p	n.v.t.	p	Op

(*ca): In onderhavige studie op basis van ecologie ingedeeld als diadrome soort.

Ecologisch gilde

ca = diadrome soorten (vissen die migreren tussen zee en rivier en die het estuarium als trekroute gebruiken tussen paai- en opgroeigebied).

er = estuariene soorten (soorten die hun totale levenscyclus in het estuarium kunnen hebben)

fw = zoetwatersoorten (soorten zonder speciale behoefte aan een estuarium; bezoeken onregelmatig het brakke water)

ma = mariene dwaalgast (zeesoort zonder speciale behoefte aan estuarium, bezoekt onregelmatig)

mj = mariene juveniel (zeesoort waarvan de jonge exemplaren ook kunnen opgroeien in een estuarium)

ms = mariene seizoensgast (zeesoort die in een vast seizoen een estuarium kan bezoeken, meestal in volwassen stadium)

Habitat

d = demersaal (in de waterkolom maar dicht bij de bodem)

p = pelagisch (aan het oppervlak)

b = bentisch (op de bodem)

Bodem

s = zandige bodem, alleen op zand

f = zachte bodem (zand, slib en/of fijn grind)

r = harde bodem (rots en stenen, keien)

m = geen voorkeur

v = in of boven vegetatie

BRON: Gegevens zijn afkomstig van Kranenbarg & Backx (2004), gebaseerd op Leeuw & Backx (2000).

Bijlage 10 Soortensamenstelling van de visgemeenschap op basis van monitoringsgegevens

De huidige bijlage geeft een overzicht van de aangetroffen vissoorten tijdens monitoring van de verschillende waterbekken in de Delta gedurende verschillende periodes. De bemonsteringen hebben plaatsgevonden met verschillende vangsttechnieken. Hierdoor is het één op één vergelijken van de vangstsamenstelling niet mogelijk tussen de verschillende monitoring activiteiten. Daarnaast is het aantal waargenomen soorten onder andere afhankelijk van de bemonsteringsinspanning. De lijst is exclusief zoetwatersoorten.

√ aanwezig; (√) eenmaal waargenomen; ? hoogstwaarschijnlijk aanwezig maar mogelijk over het hoofd gezien of niet bekend op het moment (Van Damme et al. 1995). * aanvullende soort door Meire et al. (1992); (A): algemeen, (Z): zeldzaam, -: afwezig (Meire et al., 1992).

		Oosterschelde						(Wester)schelde				
		Gildes	1883 ³⁶	1900-1927 ³⁷	1960-1976 ³⁸	1979-1988 ³⁹	1987-1989 ³	1999-2001 ³	1842 ⁴⁰	1942-1943 ⁴¹	1991-1993 ⁴²	2016 ⁴³
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	ca	√	√	√	√	√	√	√	√ (A)	√	√
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ca			√	√	√		?	√ (A)	√	√
Eft	<i>Alosa alosa</i>	ca	√	√					√	-		
Fint	<i>Alosa fallax</i>	ca				√		√	√	√		√
Grote marene	<i>Coregonus lavaretus</i>	ca							√	-		
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	ca	√									
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>	ca		√	√	√	√	√	√ (A)	√ (A)	√	√
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	ca	√			√			√	√	√	√
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	ca	√	√	√	√		√	√ (A)	√ (A)	√	√
Steur	<i>Acipenser sturio</i>	ca	√	√					√ (A)	-		
Zalm	<i>Salmo salar</i>	ca	√	√		√			√ (A)	-		
Zeeforel	<i>Salmo trutta</i>	ca				√			(Z)	(√)		
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	ca	√			√			√	Z		
Harder	<i>Diklipharder</i>	ca										
Harder	<i>Dunlipharder</i>	ca									√	√
Harders (Dunlip/Diklip)	<i>Chelon labrosus</i>	ca	√	√				√		√		
Totaal Diadrome vissen			9	7	4	9	3	5	12	9	6	7
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	er	√		√	√	√	√				
Brakwatergrondel	<i>Pomatoschistus microps</i>	er			√	√	√	√	?	√ (Z)	√	√
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	er	√		√	√	√	√	√ (A)	√ (A)	√	√
Glasgrondel	<i>Aphia minuta</i>	er			√	√		√		√ (Z)		
Grote zeenaald	<i>Syngnathus acus</i>	er	√		√	√	√	√	√	√ (A)		√
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	er	√		√	√	√	√	√	√		
Kleine koornaarvis	<i>Atherina boyeri</i>	er										

³⁶ Bottemanne, 1883

³⁷ Jaarverslagen omtrent den toestand der Visscherijen op de Zeeuwsche Stroomen, De Joode & Verkooijen, 1981

³⁸ Hostens, 2003. Boomkorbmemonstering.

³⁹ Hamerlynck & Hostens, 1994. Fuiken.

⁴⁰ De Selys-Longchamps, 1842. Beneden-Schelde.

⁴¹ Poll 1945, 1947. Beneden-Schelde.

⁴² Van Damme et al., 1994, Meire et al., 1992. Beneden-Schelde.

⁴³ Breine et al. 2017. Fuikvangsten in de Zeeschelde (Gent tot de Westerschelde).

			Oosterschelde						(Wester)schelde				
			Gildes	1883 ³⁶	1900-1927 ³⁷	1960-1976 ³⁸	1979-1988 ³⁹	1987-1989 ³	1999-2001 ³	1842 ⁴⁰	1942-1943 ⁴¹	1991-1993 ⁴²	2016 ⁴³
Zwartooglipvis	<i>Symphodus melops</i>	(er)					✓	✓					
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	er	✓		✓	✓	✓	✓	?	✓ (A)	✓	✓	
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	er	✓		✓	✓	✓	✓	✓ (A)	✓ (A)	✓	✓	
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	er	✓		✓	✓	✓	✓		✓ (A)			
Vorskwab	<i>Raniceps raninus</i>	er				✓							
Zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	er			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	er	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓ (A)			
Zeestekelbaars	<i>Spinachia spinachia</i>	er	✓										
Zwarte grondel	<i>Gobius niger</i>	er				✓		✓					
Totaal Estuariene residenten			9	0	11	14	10	13	8	10	5	5	
Kongeraal	<i>Conger conger</i>	ma				✓			✓	(✓)			
Adderzeenaald	<i>Entelurus aequoreus</i>	ma				✓	✓						
Doornhaai	<i>Squalus acanthias</i>	ma				✓			(✓)	✓			
Dwergbolk	<i>Trisopterus minutus</i>	ma				✓							
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	ma				✓							
Gevlekte lipvis	<i>Labrus bergylta</i>	ma				✓							
	<i>Balistes capriscus /</i>												
Grijze trekkervis	<i>carolinensis</i>	ma				✓							
Groene zeedonderpad	<i>Taurulus bubalis</i>	ma			✓	✓		✓					
Grote pieterman	<i>Trachinus draco</i>	ma	✓	✓		✓			✓				
Haaïen		ma		✓									
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	ma				✓			✓				
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	ma	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
Kathaai	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	ma								Z*			
Kleurige grondel	<i>Pomatoschistus pictus</i>	ma			✓			✓				(✓)	
Koolvis	<i>Pollachius virens</i>	ma		✓		✓							
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	ma					✓	✓	?	?	✓		
Makreel	<i>Scomber scombrus</i>	ma	✓	✓		✓							
Makreelgeep	<i>Scomberesox saurus</i>	ma				✓							
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	ma		✓		✓							
										(✓)			
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	ma			✓	✓	✓	✓	✓	(Z)			
Ruwe haai	<i>Galeorhinus galeus</i>	ma				✓							
	<i>Melanogrammus</i>												
Schelvis	<i>aeglefinus</i>	ma	✓	✓		✓			✓ (A)	-			
Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	ma				✓				✓ (Z)			
Smelt	<i>Ammodytes lanceolatus</i>	ma	✓		✓	✓	✓	✓		✓			
Stekelrog	<i>Raja clavata</i>	ma	✓	✓					✓				
Tongschar	<i>Microstomus kitt</i>	ma			✓	✓	✓	✓					
Vleet	<i>Raja batis</i>	ma	✓						✓				
Zeeduivel	<i>Lophius piscatorius</i>	ma		✓									
Zeeengel	<i>Squatina squatina</i>	ma	✓	✓					✓	(✓)			
Zeewolf	<i>Anarhichas lupus</i>	ma	✓										
Zonnevis	<i>Zeus faber</i>	ma	✓										
Tonijn		ma?		✓									
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	(ma)									✓		
	<i>Lepidorhombus</i>												
Scharrentong	<i>whiffiagonis</i>	(ma)						✓					
Zwaardvis		(ma)							Z*				
Totaal Mariene dwaalgasten			10	11	6	21	6	8	11	10	3	0	
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Haring	<i>Clupea harengus</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (A)	✓ (A)	✓	✓	
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	mj	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓	

			Oosterschelde						(Wester)schelde				
			Gildes	1883 ³⁶	1900-1927 ³⁷	1960-1976 ³⁸	1979-1988 ³⁹	1987-1989 ³	1999-2001 ³	1842 ⁴⁰	1942-1943 ⁴¹	1991-1993 ⁴²	2016 ⁴³
Pollak	<i>Pollachius pollachius</i>	mj					✓						
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	mj			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(✓)	
Schar	<i>Limanda limanda</i>	mj	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	(✓)	
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	mj	✓		✓	✓	✓	✓		✓ (A)	✓		
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	mj			✓	✓	✓	✓	✓	✓ (A)	✓	✓	
Tarbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	mj		✓		✓			✓	✓			
Tong	<i>Solea solea</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (A)	✓	✓	
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (A)	(✓)		
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓ (A)	✓	✓	
	<i>Spondyliosoma</i>												
Zeekarper	<i>cantharus</i>	mj				✓							
Totaal Mariene juvenielen			9	7	11	14	11	11	9	11	9	5	
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	ms	✓	✓		✓			✓	✓ (A)	✓	✓	
Geep	<i>Belone belone</i>	ms	✓	✓		✓		✓	✓	✓			
Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	ms	✓	✓		✓			✓				
Pijlstaartrog	<i>Dasyatis pastinaca</i>	ms	✓	✓		✓				(✓)/Z			
Sardien/Pelser	<i>Sardina pilchardus</i>	ms	✓			✓			✓*				
Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	ms	✓			✓				✓ (Z)			
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	ms	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (A)	✓	✓	
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	ms	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	
Totaal Mariene seizoensgasten			8	5	2	8	2	3	5	6	2	3	

Veerse meer			Gildes	1960-1961 ⁴⁴	1961-1962 ⁹	1962-1963 ⁹	1963-1964 ⁹	1964-1965 ⁹	1965-1966 ⁹	2002 ⁴⁵	2010 ⁴⁶
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	ca		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ca		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Elft	<i>Alosa alosa</i>	ca									
Fint	<i>Alosa fallax</i>	ca					✓				✓
Grote marene	<i>Coregonus lavaretus</i>	ca									
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	ca									
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>	ca		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	ca									
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	ca		✓	✓	✓			✓		
Steur	<i>Acipenser sturio</i>	ca									
Zalm	<i>Salmo salar</i>	ca									
Zeeforel	<i>Salmo trutta</i>	ca									✓
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	ca									
Harder	<i>Diklipharder</i>	ca								✓	✓
Harder	<i>Dunlipharder</i>	ca		✓	✓	✓	✓				✓
Harders (Dunlip/Diklip)	<i>Chelon labrosus</i>	ca									
Totaal Diadrome vissen				5	5	5	5	3	4	4	7
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Brakwatergrondel	<i>Pomatoschistus microps</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

⁴⁴ Vaas, 1970. Boomkorbemonstering (3 m, 1 cm maaswijdte).

⁴⁵ Twisk, 2004.

⁴⁶ Wiegerinck, 2011. Fuiken, zalmsteekvisserij.

Veerse meer			Gildes	1960-1961 ⁴⁴	1961-1962 ⁹	1962-1963 ⁹	1963-1964 ⁹	1964-1965 ⁹	1965-1966 ⁹	2002 ⁴⁵	2010 ⁴⁶
Glasgrondel	<i>Aphia minuta</i>	er		✓						✓	
Grote zeenaald	<i>Syngnathus acus</i>	er	✓	✓	✓						
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	er	✓	✓							✓
Kleine koornaarvis	<i>Atherina boyeri</i>	er									
Zwartooglipvis	<i>Symphodus melops</i>	(er)									
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	er	✓	✓	✓	✓			✓		
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	er	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	er	✓								
Vorskwab	<i>Raniceps raninus</i>	er									✓
Zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	er	✓							✓	✓
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	er	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zeestekelbaars	<i>Spinachia spinachia</i>	er									
Zwarte grondel	<i>Gobius niger</i>	er							✓	✓	✓
Totaal Estuariene residenten			10	9	7	6	5	7	8	8	
Kongeraal	<i>Conger conger</i>	ma									
Adderzeenaald	<i>Entelurus aequoreus</i>	ma	✓								
Doornhaai	<i>Squalus acanthias</i>	ma									
Dwergbolk	<i>Trisopterus minutus</i>	ma									
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	ma									
Gevlekte lipvis	<i>Labrus bergylta</i>	ma									
Grijze trekkervis	<i>Balistes capriscus / carolinensis</i>	ma									
Groene zeedonderpad	<i>Taurulus bubalis</i>	ma	✓	✓							✓
Grote pieterman	<i>Trachinus draco</i>	ma									
Haaien		ma									
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	ma									
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	ma	✓			✓					✓
Kathai	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	ma									
Kleurige grondel	<i>Pomatoschistus pictus</i>	ma									
Koolvis	<i>Pollachius virens</i>	ma									✓
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	ma									
Makreel	<i>Scomber scombrus</i>	ma									✓
Makreelgeep	<i>Scomberesox saurus</i>	ma									
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	ma									
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	ma	✓	✓				✓			✓
Ruwe haai	<i>Galeorhinus galeus</i>	ma									
Schelvis	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	ma									
Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	ma									
Smelt	<i>Ammodytes lanceolatus</i>	ma	✓								
Stekelrog	<i>Raja clavata</i>	ma	✓								
Tongschar	<i>Microstomus kitt</i>	ma	✓		✓	✓					
Vleet	<i>Raja batis</i>	ma									
Zeeduivel	<i>Lophius piscatorius</i>	ma									
Zeeengel	<i>Squatina squatina</i>	ma									
Zeewolf	<i>Anarhichas lupus</i>	ma									
Zonnevis	<i>Zeus faber</i>	ma									
Tonijn		ma?									
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	(ma)									
Scharrentong	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	(ma)									
Zwaardvis		(ma)									
Totaal Mariene dwaalgasten			7	2	1	2	1	0	0	0	5
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	mj	✓	✓	✓						✓
Haring	<i>Clupea harengus</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	mj	✓	✓	✓						✓
Koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	mj	✓	✓	✓		✓	✓	✓		

Veerse meer

		Gildes	1960-1961 ⁴⁴	1961-1962 ⁹	1962-1963 ⁹	1963-1964 ⁹	1964-1965 ⁹	1965-1966 ⁹	2002 ⁴⁵	2010 ⁴⁶
Pollak	<i>Pollachius pollachius</i>	mj								
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	mj		✓						
Schar	<i>Limanda limanda</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Steenbolke	<i>Trisopterus luscus</i>	mj	✓	✓		✓			✓	✓
Tarbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	mj								
Tong	<i>Solea solea</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	mj	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mj	✓	✓			✓		✓	✓
Zeekarper	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	mj								
Totaal Mariene juvenielen			10	11	8	6	6	6	5	9
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	ms					✓			
Geep	<i>Belone belone</i>	ms	✓						✓	✓
Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	ms								
Pijlstaartrog	<i>Dasyatis pastinaca</i>	ms								
Sardien/Pelser	<i>Sardina pilchardus</i>	ms								✓
Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	ms								
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	ms	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	ms	✓	✓						✓
Totaal Mariene seizoensgasten		3	2	1	1	2	1	2	4	

Grevelingen

		Gildes	1900-1927 ⁴⁷	1960-1963 ⁴⁸	1966-1969 ¹³	1971 ¹³	1972 ¹³	1973 ¹³	1974 ¹³	1975 ¹³	1976 ¹³	1977 ⁴⁹
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	ca	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ca		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Elft	<i>Alosa alosa</i>	ca	✓									
Fint	<i>Alosa fallax</i>	ca	✓	✓								
Grote marene	<i>Coregonus lavaretus</i>	ca										
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	ca										
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>	ca	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	ca										
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	ca	✓	✓	✓	✓	✓					
Steur	<i>Acipenser sturio</i>	ca	✓									
Zalm	<i>Salmo salar</i>	ca	✓									
Zeeforel	<i>Salmo trutta</i>	ca	✓									
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	ca	✓									
Harder	<i>Diklipharder</i>	ca	✓			✓						
Harder	<i>Dunlipharder</i>	ca	✓									
Harders (Dunlip/Diklip)	<i>Chelon labrosus</i>	ca										
Totaal Diadrome vissen			11	3	5	4	4	3	3	3	3	3
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Brakwatergrondel	<i>Pomatoschistus microps</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Glasgrondel	<i>Aphia minuta</i>	er				✓	✓		✓			
Grote zeenaald	<i>Syngnathus acus</i>	er		✓	✓	✓	✓					
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	er		✓	✓	✓	✓	✓				

⁴⁷ Waardenburg et al., 1984; Doornbos et al., 1986.

⁴⁸ Vaas, 1978; Van der Linden, 2006. Boomkorbonmonstering (3m, 1 cm maaswijdte).

⁴⁹ Doornbos et al., 1986; Van der Linden, 2006. Boomkorbonmonstering (3m, 1 cm maaswijdte).

Grevelingen		Gilides	1900-1927 ⁴⁷	1960-1963 ⁴⁸	1966-1969 ¹³	1971 ¹³	1972 ¹³	1973 ¹³	1974 ¹³	1975 ¹³	1976 ¹³	1977 ⁴⁹
Kleine koornaarvis	<i>Atherina boyeri</i>	er						√	√	√	√	√
Zwartooglipvis	<i>Symphodus melops</i>	(er)										
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	er		√	√	√	√	√	√	√	√	
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	er		√	√	√	√	√	√	√	√	√
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	er		√	√	√						
Vorskwab	<i>Raniceps raninus</i>	er								√		√
Zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	er	√	√	√							
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	er		√	√	√	√	√	√	√	√	√
Zeestekelbaars	<i>Spinachia spinachia</i>	er	√									
Zwarte grondel	<i>Gobius niger</i>	er									√	√
Totaal Estuariene residenten			2	10	10	10	9	8	8	8	7	7
Kongeraal	<i>Conger conger</i>	ma	√									
Adderzeenaald	<i>Entelurus aequoreus</i>	ma		√								
Doornhaai	<i>Squalus acanthias</i>	ma										
Dwergbolk	<i>Trisopterus minutus</i>	ma										
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	ma			√							
Gevlekte lipvis	<i>Labrus bergylta</i>	ma										
Grijze trekkervis	<i>Balistes capriscus / carolinensis</i>	ma										
Groene zeedonderpad	<i>Taurulus bubalis</i>	ma										
Grote pieterman	<i>Trachinus draco</i>	ma	√									
Haaien		ma										
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	ma										
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	ma		√	√		√	√				
Kathaaai	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	ma										
Kleurige grondel	<i>Pomatoschistus pictus</i>	ma										
Koolvis	<i>Pollachius virens</i>	ma										
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	ma										
Makreel	<i>Scomber scombrus</i>	ma	√									
Makreelgeep	<i>Scomberesox saurus</i>	ma										
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	ma										
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	ma		√	√							
Ruwe haai	<i>Galeorhinus galeus</i>	ma										
Schelvis	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	ma										
Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	ma										
Smelt	<i>Ammodytes lanceolatus</i>	ma										
Stekelrog	<i>Raja clavata</i>	ma	√									
Tongschar	<i>Microstomus kitt</i>	ma		√	√				√			
Vleet	<i>Raja batis</i>	ma										
Zeeduivel	<i>Lophius piscatorius</i>	ma										
Zeeengel	<i>Squatina squatina</i>	ma										
Zeewolf	<i>Anarhichas lupus</i>	ma										
Zonnevis	<i>Zeus faber</i>	ma										
Tonijn		ma?										
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	(ma)										
Scharrentong	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	(ma)										
Zwaardvis		(ma)										
Totaal Mariene dwaalgasten			4	4	4	0	1	1	1	0	0	0
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	mj	√			√	√	√	√	√	√	√
Haring	<i>Clupea harengus</i>	mj	√	√	√	√	√	√	√		√	√
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	mj	√	√	√	√	√					√
Koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	mj			√	√	√	√	√	√	√	√
Pollak	<i>Pollachius pollachius</i>	mj										
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	mj			√							
Schar	<i>Limanda limanda</i>	mj	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Grevelingen		Gildes	1900-1927 ⁴⁷	1960-1963 ⁴⁸	1966-1969 ¹³	1971 ¹³	1972 ¹³	1973 ¹³	1974 ¹³	1975 ¹³	1976 ¹³	1977 ⁴⁹
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	mj	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	mj	√	√	√	√	√	√		√	√	
Turbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	mj					√	√	√		√	√
Tong	<i>Solea solea</i>	mj	√	√	√	√	√	√				
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	mj	√	√	√	√	√	√	√	√		√
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mj	√				√					
Zeekarper	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	mj										
Totaal Mariene juvenielen			9	7	9	9	11	9	7	6	7	8
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	ms				√					√	
Geep	<i>Belone belone</i>	ms	√	√	√							√
Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	ms										
Pijlstaartrog	<i>Dasyatis pastinaca</i>	ms	√									
Sardien/Pelser	<i>Sardina pilchardus</i>	ms										
Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	ms										
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	ms	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	ms		√	√	√	√	√				
Totaal Mariene seizoensgasten			3	3	3	3	2	2	1	1	2	2

Grevelingen (2)		Gildes	1978 ¹⁴	1979 ¹⁴	1980 ¹⁴	1982 ⁵⁰	1979-1981 ⁵¹	1980-1982 ⁵²	1988 ¹⁵	1994 ⁵³	2016 ⁵⁴	2017 ¹⁹
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	ca	√	√	√	√	√	√	√	√		√
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ca	√	√	√	√	√	√	√		√	√
Elft	<i>Alosa alosa</i>	ca										
Fint	<i>Alosa fallax</i>	ca						√				
Grote marene	<i>Coregonus lavaretus</i>	ca										
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	ca										
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>	ca	√	√	√	√	√	√	√	√		√
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	ca						√				
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	ca						√				√
Steur	<i>Acipenser sturio</i>	ca										
Zalm	<i>Salmo salar</i>	ca						√				
Zeeforel	<i>Salmo trutta</i>	ca						√				
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	ca						√				
Harder	<i>Diklipharder</i>	ca					√	√				
Harder	<i>Dunlipharder</i>	ca		√			√	√			√	
Harders (Dunlip/Diklip)	<i>Chelon labrosus</i>	ca										√
Totaal Diadrome vissen			3	4	3	3	5	11	3	2	2	5
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	er		√	√	√	√	√	√	√	√	√
Brakwatergrondel	<i>Pomatoschistus microps</i>	er	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	er	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Glasgrondel	<i>Aphia minuta</i>	er	√	√	√		√	√	√	√	√	√
Grote zeenaald	<i>Syngnathus acus</i>	er	√	√			√	√	√	√	√	√
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	er						√				
Kleine koornaarvis	<i>Atherina boyeri</i>	er	√									
Zwartooglipvis	<i>Symphodus melops</i>	(er)										

⁵⁰ De Vos & Twisk, 1990; Van der Linden, 2006.

⁵¹ Doornbos, 1978; Waardenburg et al., 1984.

⁵² Philippart en Meijer, 1982; Waardenburg et al., 1984.

⁵³ Meijer, 1995.

⁵⁴ Hop, 2017.

Grevelingen (2)

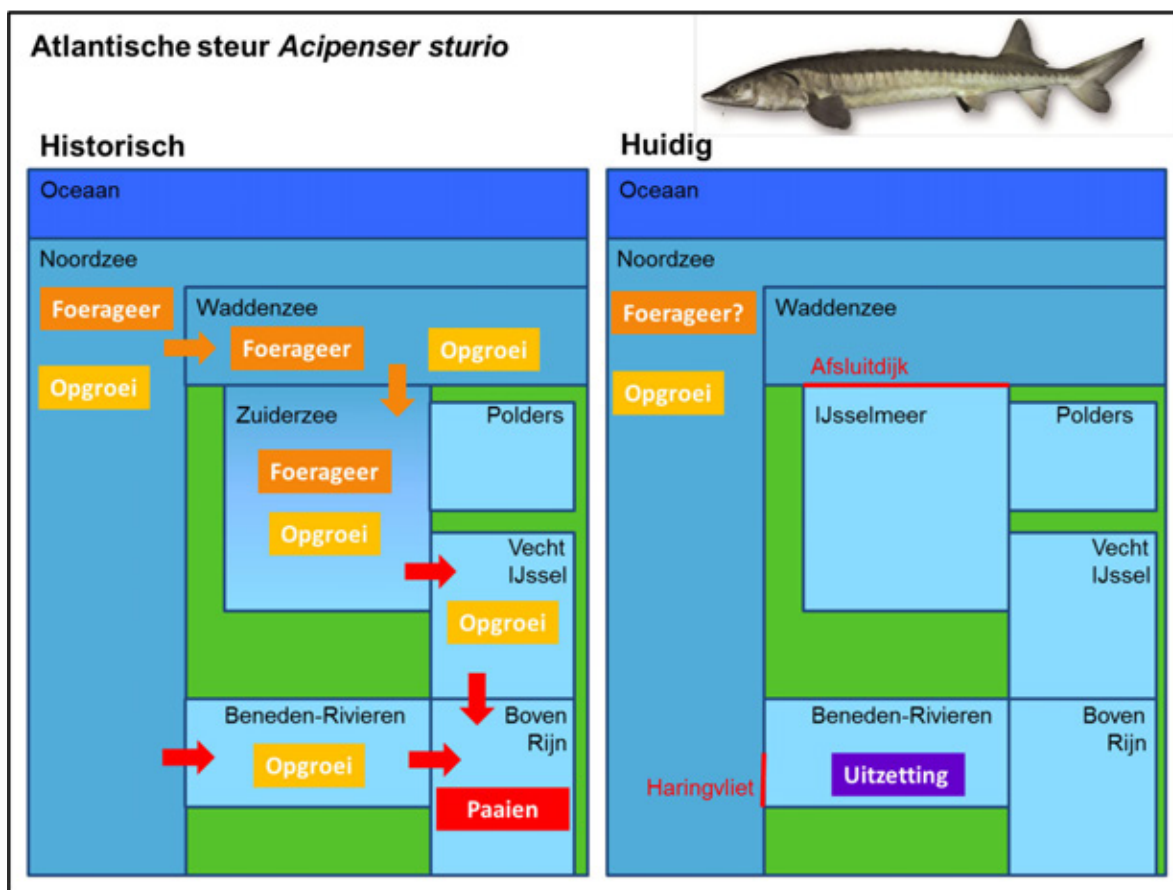
		Gildes	1978 ¹⁴	1979 ¹⁴	1980 ¹⁴	1982 ⁵⁰	1979-1981 ⁵¹	1980-1982 ⁵²	1988 ¹⁵	1994 ⁵³	2016 ⁵⁴	2017 ¹⁹
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	er	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Puitaal	<i>Zoarcus viviparus</i>	er	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	er		✓		✓	✓	✓				
Vorskwab	<i>Raniceps raninus</i>	er				✓	✓	✓				
Zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	er						✓				
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	er	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Zeestekelbaars	<i>Spinachia spinachia</i>	er										
Zwarte grondel	<i>Gobius niger</i>	er	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Totaal Estuariene residenten			9	10	8	8	11	13	9	7	8	9
Kongeraal	<i>Conger conger</i>	ma						✓				
Adderzeenaald	<i>Entelurus aequoreus</i>	ma						✓				
Doornhaai	<i>Squalus acanthias</i>	ma										
Dwergbolck	<i>Trisopterus minutus</i>	ma										
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	ma										
Gevlekte lipvis	<i>Labrus bergylta</i>	ma										
Grijze trekkervis	<i>Balistes capriscus / carolinensis</i>	ma										
Groene zeedonderpad	<i>Taurulus bubalis</i>	ma			✓		✓	✓		✓		
Grote pieterman	<i>Trachinus draco</i>	ma										
Haaïen		ma										
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	ma										
Horsmakreel	<i>Trachurus trachurus</i>	ma		✓			✓	✓		✓		
Kathaaï	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	ma										
Kleurige grondel	<i>Pomatoschistus pictus</i>	ma		✓	✓		✓	✓				✓
Koolvis	<i>Pollachius virens</i>	ma						✓				
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	ma							✓	✓		✓
Makreel	<i>Scomber scombrus</i>	ma						✓				
Makreelgeep	<i>Scomberesox saurus</i>	ma										
Mul	<i>Mullus surmuletus</i>	ma										
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	ma				✓	✓	✓	✓	✓		
Ruwe haai	<i>Galeorhinus galeus</i>	ma						✓				
Schelvis	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	ma										
Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	ma										
Smelt	<i>Ammodytes lanceolatus</i>	ma					✓					
Stekelrog	<i>Raja clavata</i>	ma										
Tongschar	<i>Microstomus kitt</i>	ma						✓				
Vleet	<i>Raja batis</i>	ma										
Zeeduivel	<i>Lophius piscatorius</i>	ma										
Zeeengel	<i>Squatina squatina</i>	ma										
Zeewolf	<i>Anarhichas lupus</i>	ma										
Zonnevis	<i>Zeus faber</i>	ma										
Tonijn		ma?										
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	(ma)										
Scharrentong	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	(ma)										
Zwaardvis		(ma)										
Totaal Mariene dwaalgasten			0	2	2	1	5	10	2	4	0	2
Griet	<i>Scophthalmus rhombus</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Haring	<i>Clupea harengus</i>	mj	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>	mj						✓				
Koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Pollak	<i>Pollachius pollachius</i>	mj						✓				
Rode poon	<i>Trigla lucerna</i>	mj						✓				
Schar	<i>Limanda limanda</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Steenbolck	<i>Trisopterus luscus</i>	mj				✓		✓		✓	✓	✓
Tarbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		

Grevelingen (2)

		Gildes	1978 ¹⁴	1979 ¹⁴	1980 ¹⁴	1982 ⁵⁰	1979-1981 ⁵¹	1980-1982 ⁵²	1988 ¹⁵	1994 ⁵³	2016 ⁵⁴	2017 ¹⁹
Tong	<i>Solea solea</i>	mj	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	mj		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mj					✓	✓			✓	
Zeekarper	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	mj										
Totaal Mariene juvenielen			7	8	8	7	9	13	4	9	7	7
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	ms						✓		✓	✓	✓
Geep	<i>Belone belone</i>	ms		✓			✓	✓		✓		
Grauwe poon	<i>Eutrigla gurnardus</i>	ms						✓				
Pijlstaartrog	<i>Dasyatis pastinaca</i>	ms						✓				
Sardien/Pelser	<i>Sardina pilchardus</i>	ms										
Snotolf	<i>Cyclopterus lumpus</i>	ms						✓				
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	ms	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	ms						✓		✓	✓	
Totaal Mariene seizoensgasten			1	2	1	0	2	7	0	4	3	2

Bijlage 11 Factsheets trekvissen

Europese steur (*Acipenser sturio*)⁵⁵



Schematisch overzicht met historisch en huidig voorkomen en functie van deelwatersystemen, waarbij stroomopwaartse migratie tussen deelsystemen is weergegeven met pijlen, en de timing van de migratie.

Timing van migratie

				winter	lente	zomer	herfst								
				jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Migratiegilde	Stadium												
Atlantische steur	<i>Acipenser sturio</i>	Anadroom	juveniel												
			(sub)adult												
			(sub)adult												
			adult												

Van rivier naar zee
 Van zee naar rivier
 Verblijf in zoet-zout overgangen

Ecologische schets van de soort

De Europese steur is een anadrome vissoort. Volwassen steuren leven op zee en trekken in de zomer grote rivieren op om zich voort te planten. Steuren zijn relatief laat in hun leven geslachtsrijp (12-15 jaar) (Williot et al. 2011). Subadulten (2-10 jaar) trekken jaarlijks naar en van het estuarium tussen april en september (Williot 1997, Houben et al. 2012). De jongen leven de eerste twee jaren in de rivier (0-2 jaar) en migreren als subadult (2-10 jaar) jaarlijks tussen het estuarium en open zee. De mannetjes zijn geslachtsrijp na circa 12 jaar, de vrouwtjes na circa 15 jaar (Williot et al. 1997).

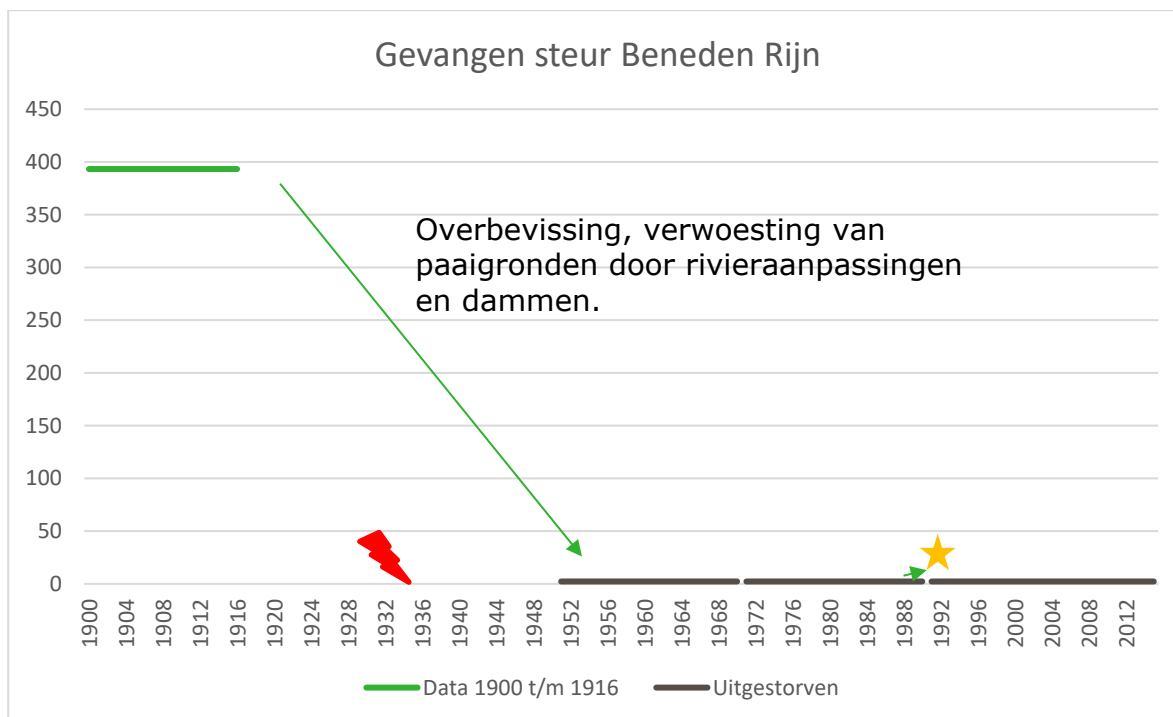
Populatiestatus en voorkomen Zuidwestelijke Delta

De Europese steur is sinds het midden van de jaren vijftig van de vorige eeuw in Nederland uitgestorven (De Groot 2002). In Europa is nog maar één restpopulatie over: de Gironde-populatie (Houben et al. 2012). De soort plant zich waarschijnlijk alleen nog voor in het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk.

⁵⁵ Gebaseerd op factsheet van Winter et al. (2014).

De Europese steur kwam van oorsprong voor op de Rijn. De delta van Rijn en Maas was voor de steur een belangrijk opgroei- en leefgebied. Vooral de Biesbosch en het estuariumgebied van de benedenrivieren, waaronder Brielse Maas, Nieuwe Waterweg en vooral het Haringvliet waren belangrijk als opgroei- en migratieroute. Figuur 1 geeft een schematische weergave van de trendontwikkeling in het voorkomen van de Europese steur in vier periodes (1900-1950, 1951-1970, 1971-1990 en 1991-2015) in de zuidwestelijke delta. Voor de periode 1900-1950 betreft het geschatte vangstgegevens uit de Beneden-Rijn voor de jaren 1900 t/m 1916 (De Groot, 2002). De vangstaantallen zijn m.b.v. het programma Plotdigitizer afgelezen van een grafiek afkomstig van Anonymous (1920) en Verhey (1961) in De Groot (2002). In de achttiende eeuw (niet opgenomen in het figuur) betrof de jaarlijkse vangst van steur in de Rijn en Maas naar verwachting duizenden exemplaren. Begin 20ste eeuw was dit aantal al gezakt naar 200 exemplaren. De neergaande trend van de Steurpopulatie begon dus halverwege de 19de eeuw en leidde tot het nagenoeg uitsterven van de Europese steur in de jaren dertig van de 20ste eeuw (De Groot, 2002). In het Schelde-estuarium was al rond 1900 sprake van marginale steurpopulaties. De laatste steur in de Nederlandse rivieren werd in 1952 gevangen. Dit is het gevolg van het verdwijnen van paaigronden, door kanalisering en de aanleg van dammen en stuwen, en overbevising (Kinzelbach 1987). De steur kreeg een beschermde status in Europa vanaf 1982. Vanaf 1995 is begonnen om de steur te herintroduceren doormiddel van het uitzetten van in hatchery gekweekte steuren. In 2012 zijn 43 jonge steuren, afkomstig uit de kweek, uitgezet op de Waal als onderdeel van een pilotstudie door Stichting ARK, het Wereldnatuurfonds en Sportvisserij Nederland (Brevé et al. 2013). Een groot deel van deze dieren werd op een later moment gedetecteerd in het havengebied van Rotterdam, waar volgens de auteurs de vissen zich wellicht aanpasten aan het hogere saliniteitsgehalte. In totaal is van 19 vissen bekend dat deze de Noordzee ingezwommen zijn, waarvan zes vissen binnen aanzienlijke tijd terug gevangen werden door vissersschepen (5 binnen een maand). Twee van deze vissen werden terug gevangen in de Waddenzee bij Den Oever. Dit suggereert grote visserijdruk op juveniele steuren (Winter et al., 2014). Tegenwoordige vangsten van Europese steur in Nederland betreffen vrijwel zonder uitzondering exotische steursoorten die waarschijnlijk vanuit de vijverhandel afkomstig zijn (Winter et al., 2014).

Optrek naar de eventuele paaigronden bovenstrooms in de Rijn is in het huidige water systeem is in de delta mogelijk via de vrij optrekbare Nieuwe Waterweg en via de spuisluizen in de Haringvlietdam, hoewel de spuisluizen een belemmering voor de migratie vormen. Voor jonge steuren die tot twee jaar in het estuarium leven en jaarlijks tussen open zee en het estuarium trekken is een grote zoet-zout gradiënt essentieel in de levenscyclus van de soort. Deze estuariene gebieden zijn in het beneden rivierengebied sterk in areaal achteruit gegaan t.o.v. de historische situatie (de Groot 2002).



Figuur 1 Schematische weergave van trendontwikkeling m.b.t. het voorkomen van Europese steur (*Acipenser sturio*) gebaseerd op vangsten in de Beneden Rijn (1900 t/m 1916). NB. de Beneden Rijn betreft een groter gebied dan alleen de Zuidwestelijke delta. Vangsten uit de IJssel zijn mogelijk ook meegenomen in de data. Vanaf de midden jaren dertig (rode bliksemschicht) is de steur uitgestorven. De huidige situatie (1991-2015) is hierbij het uitgangspunt. NB. Tegenwoordige vangsten betreffen vrijwel zonder uitzondering exemplaren uit de vijverhandel (geel sterretje).

Timing van migratie

De paai op de Rijn van de Europese steur vond plaats tussen mei en augustus en volwassen dieren trokken vrij snel na de paai weer terug richting zee (de Groot 2002). In de Gironde vindt er een jaarlijkse migratie plaats tussen april en september, dit is een combinatie van subadulten die het estuarium intrekken en volwassen beesten die dieper de rivier opzwemmen (Williot et al. 2011).

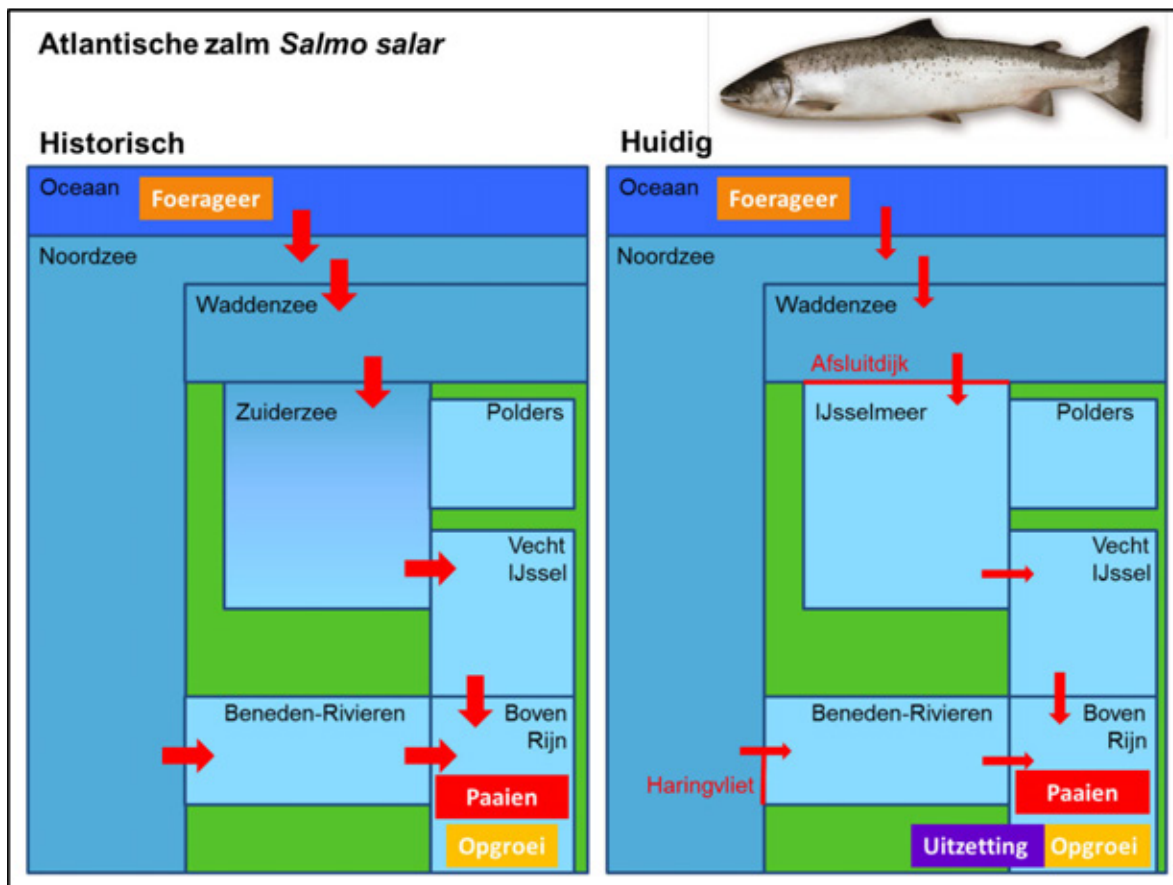
Migratiegedrag en oriëntatie

Steuren kunnen enige maanden in een getijdegebied verblijven (Williot et al. 1997, - 2011). Alleen de paairijpe dieren trekken verder de rivieren op naar de paaigronden. Observaties van technische werknemers van een waterkrachtcentrale in Roemenië gaven aan dat grote volwassen steuren van meer dan 10 individuen zich kunnen 'concentreren' voor een barrière op locaties waar de afvoer van bijvoorbeeld turbines is gelokaliseerd (pers. comm. Radu Sucio). Steuren migreren zowel overdag als in de nacht, waarbij ze overdag in Roemenië op een meter of 6 – 16 diepte zitten waar geen of nauwelijks licht aanwezig is (pers. comm. Radu Sucio).

Acclimatisatie en het belang van zoet-zout gradiënten

Over acclimatisatie tijdens intrek van Europese steur is geen literatuur gevonden. Steuren gebruiken een zoet-zout overgang als opgroei en leefgebied met name in het juveniele en subadulte stadium (Williot et al. 1997). Brevé et al. (2013) koppelt het verblijf van de Steur in het estuarium aan acclimatisatie van, in dit geval, uittrekkende Steur. Uit de Zwarte Zee zijn 15 Steuren gezenderd (*A. gueldenstaedti* en *Huso huso*) en 300 km stroomopwaarts van de zee in de rivier de Danube vrijgelaten. Deze individuen trokken snel en waarschijnlijk zonder vertraging richting de zee. De noodzaak voor een acclimatisatie zone van stroomafwaarts migrerende Steur lijkt hierdoor beperkt. Kanttekening hierbij is dat de Zwarte Zee minder zout is dan de Noordzee en dat het andere soorten betreft dan *Acipenser sturio* (Ongepubliceerde resultaten Radu Sucio). Twee Noord-Amerikaanse studies naar *Acipenser medirostris* (Allen et al. 2011) en *A. oxyrinchus* (Altinok et al. 1998) geven aan dat juveniele Steuren uit zoetwater bij geforceerde blootstelling aan scherpe zoutgradiënten, zich beter en sneller aanpasten naarmate ze ouder werden.

Atlantische zalm (*Salmo salar*)⁵⁶



Schematisch overzicht met historisch en huidig voorkomen en functie van deelwatersystemen, waarbij stroomopwaartse migratie tussen deelsystemen is weergegeven met pijlen, en de timing van de migratie.

Timing van migratie

				winter	lente	zomer	herfst								
				jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Nederlandse naam	Atlantische zalm	Wetenschappelijke naam	<i>Salmo salar</i>												
Migratiegilde	Anadroom	Stadium	juveniel adult												

Van rivier naar zee
 Van zee naar rivier
 Verblijf in zoet-zout overgangen

Ecologische schets van de soort

De levenscyclus van de anadrome zalm begint bovenstrooms in de bovenlopen van rivieren, waar de eieren in snelstromende grindrivieren en -beken worden afgezet. Na een opgroefase van veelal één tot drie jaar trekken jonge zalm (lengte dan gemiddeld 15-20 cm, zogenaamde 'smolts') naar zee. Ze leven één tot enkele jaren op de Atlantische Oceaan. De volwassen zalm trekken naar hun geboorterivier terug en migreren in de zomer en het najaar om in de winter te kunnen paaien.

Populatiestatus en voorkomen Zuidwestelijke Delta

Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor zalm is groot. Zalm plant zich voor in de bovenstroomse gedeelten van het Rijngebied en het van belang dat zee de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. De grote zalmpopulatie die voorheen in het Rijnstroomgebied paaide is in de eerste helft van de twintigste eeuw uitgestorven, vermoedelijk door een combinatie van overbevissing, slechte waterkwaliteit, verlies van paai- en opgroehabitat door bijvoorbeeld grindwinning of een verhoogd slibgehalte en barrières op de trekroutes (de Groot 2002, Schneider 2009).

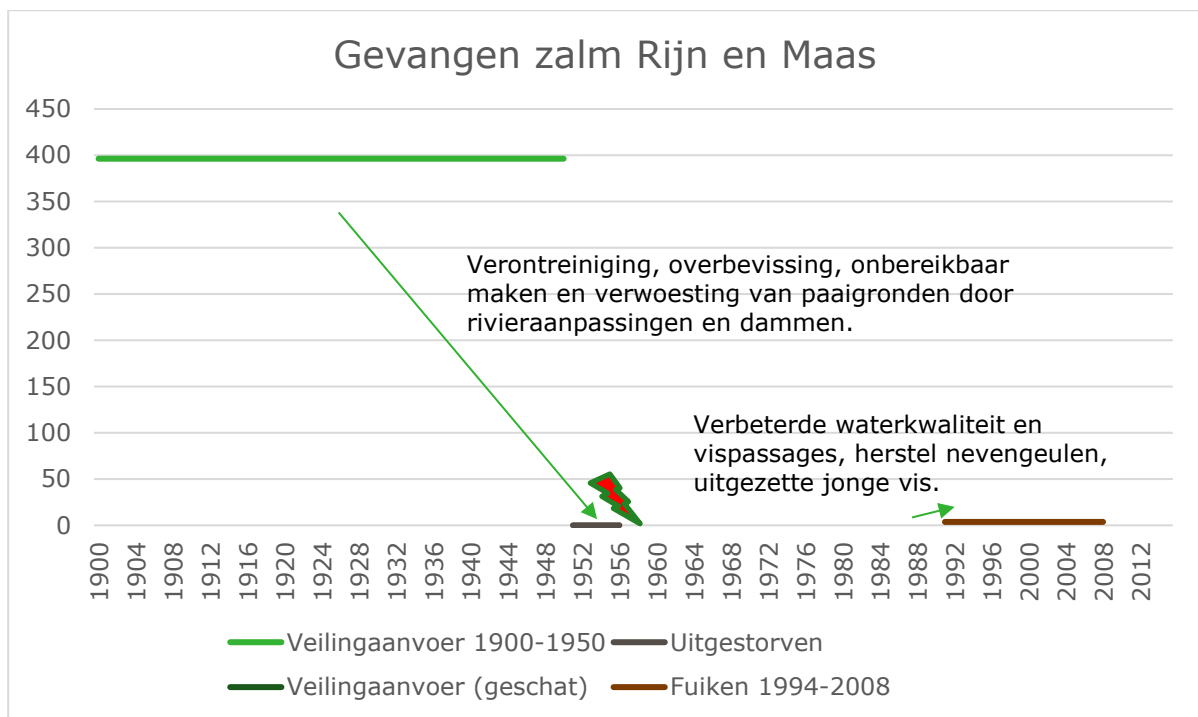
⁵⁶ Gebaseerd op gegevens van Winter et al. (2014).

De Haringvliet was vanaf 1900 een belangrijke trekroute na de rivier normalisatie van de Waal en de aanleg van de Merwede waardoor een groter debiet richting het Haringvliet stroomde. Hierdoor migreerden meer zalm smolts langs deze route (Quak, 2016). In het verleden trok de zalm in grote aantallen de Rijn en Maas op onderweg naar de paaigronden in de midden- en bovenloop van de rivieren. In de huidige situatie van de zuidwestelijke delta kunnen twee intrekroutes genomen worden: via het Haringvliet of via de Nieuwe waterweg. De Nieuwe waterweg is momenteel de enige vrij optrekbare route naar het bovenstroomse deel van de Rijn. De zalmvisserij in Nederland dateert uit 1100 en tot de eerste helft van de vorige eeuw werd er commercieel gevist op de zalm. Begin 1900 werd er jaarlijks duizenden zalmen gevangen en aangevoerd naar de veiling. Rond 1930 betrof het nog maar een paar duizend per jaar. De vangsten liepen sterk terug en de zalmvisserij werd gestaakt in 1932. Voor 1900 was de zalm ook een van de 9 diadrome soorten die algemeen voorkwam in de Schelde (De Selys-Longchamp, 1842, Ysebaert et al., 2001), echter halverwege de 20^{ste} eeuw wordt de zalm niet meer aangetroffen (Poll, 1945). Vanaf 1957 werd de zalm in Nederland als uitgestorven beschouwd. Verschillende factoren hebben bijgedragen aan het verdwijnen van de zalm. Eén van de factoren was het onbereikbaar worden van paaigronden door barrières in de rivieren zoals stuwen en dammen, voor waterpeil beheersing. Ook watermolens hebben over eeuwen bijgedragen aan de afname in zalm. Tevens verdwenen geschikte paaigronden door aanpassingen in de bovenloop van de Rijn ter bescherming van dorpen en steden, het opbaggeren van zand en grind, en sedimentatie door een toename van slib in de rivieren. Daarboven op raakten de rivieren verontreinigd begin 1900 door lozing van afvalwater.

In de jaren negentig is een herintroductieprogramma gestart, waarbij grote aantallen jonge zalm zijn uitgezet in Duitse en Franse zijrivieren. Na een duidelijke toename in de aantallen volwassen zalmen die de Rijn optrekken zijn de aantallen nu wat gestabiliseerd (Wiegerinck et al. 2011). Er is momenteel nog geen sprake van een zichzelf in stand houdende populatie (Schneider 2009, Jansen et al. 2008). De huidige bovenstroomse Rijn-populatie kent nog een te gering terugkeerpercentage van de wegtrekkende smolts, waardoor de instandhouding van de populatie momenteel nog afhankelijk is van uitzet van jonge zalm in de bovenstroomse delen van de Rijn.

Vanaf 1994 nemen de zalmvangsten weer toe. Dit is te danken aan een verbetering van de waterkwaliteit, aanleg van vispassages en natuurontwikkelingsprojecten (aanleg/herstel nevengeulen) langs de rivieren. Nevengeulen zijn van belang omdat deze door hun geringere stroomsnelheid beschutting bieden tijdens de zalm trek.

Figuur 1 geeft een schematische weergave van de trendontwikkeling in de vangsten in de Rijn en Maas van de Atlantische zalm in drie tijdsperiodes (1900-1950, 1951-1970 en 1991-2015). De periode 1971-1990 is in deze grafiek weggelaten omdat binnen de scope van dit project voor deze periode geen data m.b.t. zalmvangsten is gevonden. Voor de periode 1900-1950 betreft het de veilingaanvoer van zalmvangsten uit de Rijn en Maas (NB. de veilingaanvoer van de Rijn en Maas kan mogelijk vangsten bevatten afkomstig uit wateren buiten het studiegebied van dit project, de Zuidwestelijke delta. Vangsten uit de IJssel kunnen mogelijk ook zijn meegenomen in de data en daarmee een overschatting geven van het aantal vangsten in de Zuidwestelijke delta). De (fui)kvangsten vanaf 1994 betreft jaarlijks tientallen exemplaren in de jaren 1994 t/m 2008. Vermoedelijk gaat het uitsluitend om vissen die bovenstrooms zijn uitgezet als jonge vis in Duitse en België, die nu van zee de rivier op trekken.



Figuur 1 Schematische weergave van trendontwikkeling m.b.t. het voorkomen van Atlantische zalm (*Salmo salar*) gebaseerd op aantal vangsten van de Rijn en Maas veilingaanvoer voor de periode 1900-1954 en fuikenvangsten vanaf 1994 t/m 2009 (CLO 1225 – Visserijstatistieken RIVO). NB. de veilingaanvoer van de Rijn en Maas kan mogelijk vangsten bevatten afkomstig uit wateren buiten het studiegebied van dit project, de Zuidwestelijke delta. Vangsten uit de IJssel kunnen mogelijk zijn ook meegenomen in de data. Rode bliksemschicht: jaar van uitsterven. Tegenwoordige (fuiken)vangsten betreffen waarschijnlijk uitgezette zalm.

Timing van migratie

Zalm trekt in het voorjaar, de zomer en het najaar het zoete water op. De telemetrische gegevens laten zien dat er voornamelijk intrek plaats vindt in de periode juni-nov (Breukelaar ongepubliceerde data, Jurjens 2006). Historische gegevens van de zalmaanvoer bij Kralingse Veer (1870-1930) en de zalmaanvoer volgens de Jaarcijfers van de visserij (1921-1939) laten zien dat de timing van intrek toen verschilde van de huidige: in estuaria en benedenrivieren met name in juni-augustus, in voorjaar een toenemende intrek en zeer lage aantallen in oktober-december (Quak et al. 2012). Voor het bovenstaande schematische overzicht is de timing van intrek in de huidige situatie genomen. Zalmen migreren voornamelijk overdag (e.g. Kennedy et al. 2013). Sommige studies geven aan dat zalmen met name in de nacht migreren, behalve ten tijde van grotere vloed periodes (Potter 1988). Een studie in Amerika met andere soorten zalmen laat zien dat zalm zowel overdag als 's nachts migreert, maar dat zij voornamelijk bij hydraulisch complexere situaties en waar hogere predatierisico aanwezig zijn, overdag migreren omdat zij dan de omstandigheden met meerderde zintuigen kunnen waarnemen, waarbij oriëntatie op zicht zeker belangrijk lijkt (Keefer et al. 2013).

Migratiegedrag en oriëntatie

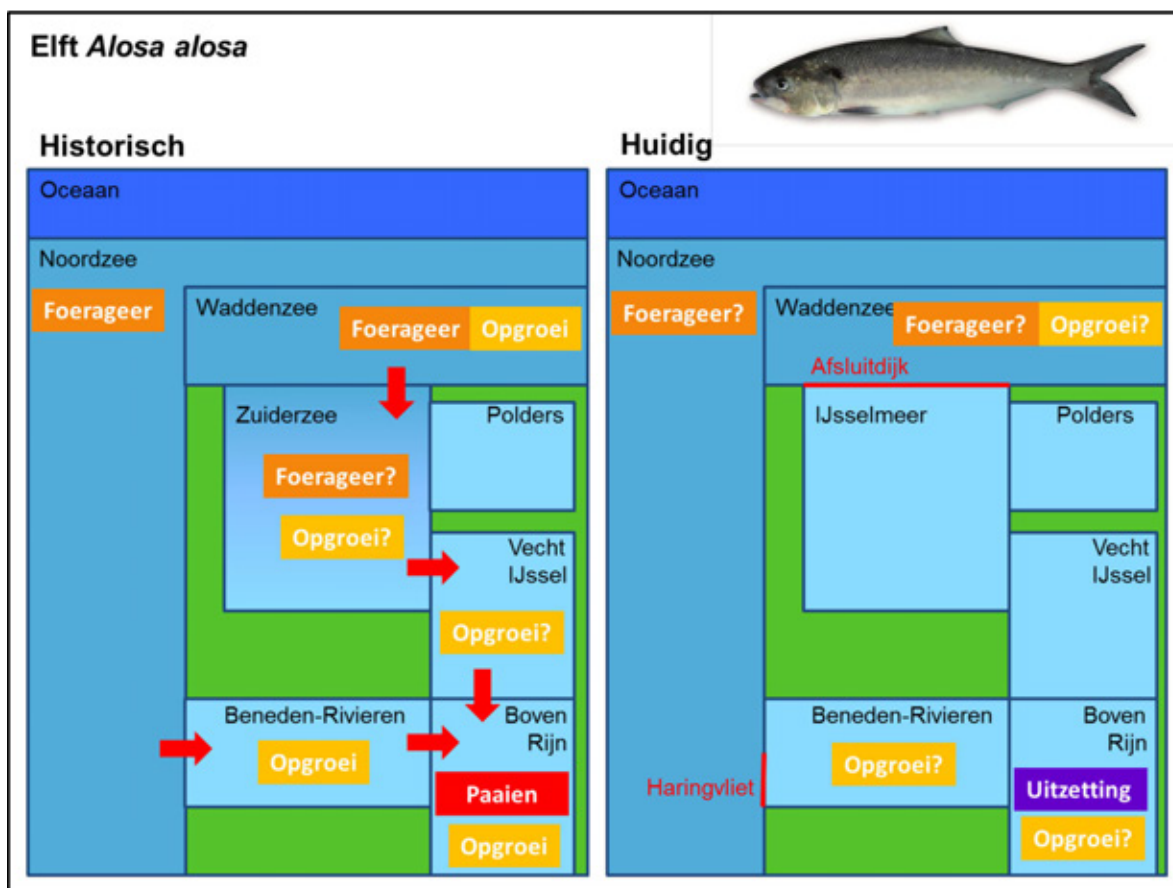
De meningen lopen uiteen hoe zalmen zich op grotere schaal kunnen oriënteren en Hansen et al (1993) suggereert dan ook dat het zeer waarschijnlijk is dat er meerdere prikkels en of oriëntatie mechanismen gebruikt worden om de weg terug te vinden naar de geboorterivier (*natal homing*). Deze verschillende oriëntatie prikkels zijn: aardmagnetisme, geurstoffen uitgescheiden door zalm smolts (jonge zalm), gebied specifieke geurstoffen waaronder humuszuren en waterstromingsrichting (samengevat in Hansen et al. 1993). Feit is dat zalmen op grotere schaal heel gericht op een estuarium afzwemmen (Potter 1988). Eenmaal in een estuarium bewegen zij voor een groot deel met het getij mee, soms over de bodem tegen de stroom in of ze houden hun positie gedurende eb (Stasko 1975, Potter 1988). Maar er is grote individuele variatie in het gedrag van zalm, gestuurd door lokale omstandigheden (Potter 1988, Russell et al. 1998). Net buiten het estuarium lijken zij juist onafhankelijk van het getij te migreren (Potter 1985). Zalmen kunnen grote vertraging oplopen bij structuren als dammen en andere barrières (Russell et al. 1998). Sommige zalmen bleven hierbij dicht

bij de barrière, wachtend op de juist omstandigheden om verder te trekken. Ook hier is individueel gedrag sterk afhankelijk van de timing en de afvoer van de rivier. Een deel van deze wachtende zalmen leek zich wel aangetrokken te voelen door een zoete lokstroom uit de vispassage, maar er was uiteindelijk maar een klein percentage dat gebruik maakte van de relatief kleine passage (Russell et al. 1998). Dit oponthoud leidt uiteindelijk tot vertraging van de migratie. Zalmen trekken over een langere periode het zoete water op, deze periode loopt voornamelijk van juni tot en met november. De paai vindt plaats in een paaibed van kiezel. Na de paai sterven de meeste volwassen vissen. Historisch keerden van het Rijn bestand ca. 10 % terug naar zee (zogenaamde 'kelts') om vervolgens voor een tweede keer te paaien (Schneider 2009).

Acclimatisatie en het belang van zoet-zout gradiënten

De migratie tussen zoet en zout water verliep in een telemetrische studie in Zuidwest-Engeland zeer snel en de auteurs wijzen erop dat er geen direct bewijs is dat acclimatisatie in een zoet-zout overgang van heel groot belang is (Potter 1988). Het voorkomen van zalmpopulaties in kleine rivieren die geen estuarium hebben bevestigd dat zij in staat zouden moeten zijn om een 'harde overgang' tussen zoet-zout te kunnen passeren. In een andere studie worden de bewegingen van zalmen met het getij gekoppeld aan een vorm van acclimatisatie voor zalm (Stasko 1975). Sommige zalmen remmen hun migratiesnelheid in estuaria af (Davidsen et al. 2013), wat vaak wordt gelinkt aan het wennen aan het zoete water, maar direct bewijs hiervoor ontbreekt vooralsnog en dit kan ook te maken hebben met oriëntatie of het efficiënt gebruik maken van een getijdencyclus (Davidsen et al. 2013). Het feit dat zalmen snel migreren tussen zoet-zout overgangen duidt erop dat acclimatisatie in deze overgangsgebieden beperkt van belang lijkt te zijn of dat zij zich al eerder hormonaal voorbereiden op een snelle overgang tussen zoet en zout. Over de noodzaak en duur van acclimatisatie van intrek van volwassen zalm is vrijwel geen literatuur gevonden. De meeste studies die op noodzaak en duur van acclimatisatie ingaan betreffen de van zoetwater naar zee trekkende juveniele zalm (smolts). Meestal gerelateerd aan uitzetprogramma's van smolts, waarbij predatieverliezen in riviermondingen en estuaria vaak hoog zijn en uitzetting in zee deze sterfte kunnen reduceren, mits ze deze overgang aankunnen.

Elft (*Alosa alosa*)⁵⁷



Schematisch overzicht met historisch en huidig voorkomen en functie van deelwatersystemen, waarbij stroomopwaartse migratie tussen deelsystemen is weergegeven met pijlen, en de timing van de migratie.

Timing van migratie

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Migratiegilde	Stadium	Tijdschaal											
				winter	lente	zomer	herfst	nov	dec						
				jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Elft	<i>Alosa alosa</i>	Anadroom	juveniel 0+												
			(sub)adult 0-1												
			adult												

■ Van rivier naar zee
■ Van zee naar rivier
■ Verblijf in zoet-zout overgangen

Ecologische schets van de soort

De elft is een anadrome trekvis die in scholen leeft in het open water. Elft is een haringachtige die een lengte tot 70 cm kan bereiken. De paai vindt plaats op grindbanken in de middenloop van rivieren bij 16 tot 18 graden Celsius, waarna de volwassen dieren die de paai hebben overleefd het zoete water weer verlaten. In de Rijnmond lag de paaiplaatsen zelfs tot voorbij Basel (de Groot 2002). De larven en juvenielen van elft groeien op in de rivier. Na het eerste en soms tweede jaar trekken de juveniele elften naar zee, waarbij een deel gebruik maakt van estuaria om op te groeien (Lochet et al. 2009).

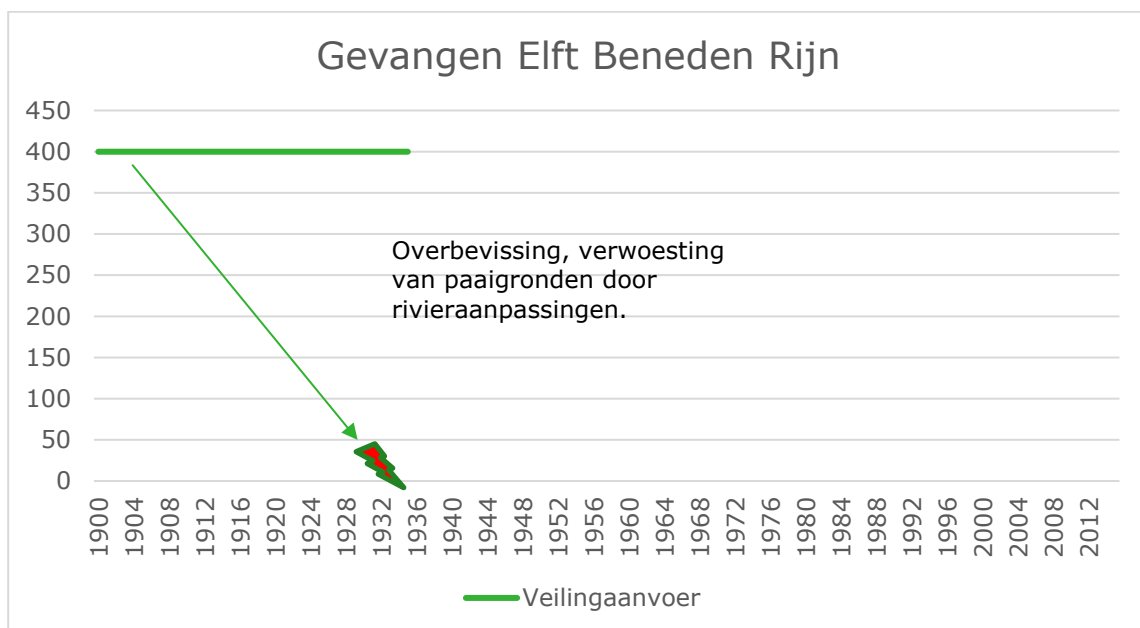
Populatiestatus en voorkomen Zuidwestelijke Delta

De benedenrivieren dienden als doorgangsroute en paaiplaats voor de Elft. De Biesbosch als zoetwatergetijdengebied was waarschijnlijk een belangrijke opgroeiplaats voor jonge Elft. De Elft was een belangrijke riviervisserij. Geschat werd dat 20% van de inkomsten uit de Elftvisserij afkomstig was. Na 1900 ging de elftstand snel achteruit en in de jaren dertig stierf de elft uit. De visserij was

⁵⁷ Gebaseerd op factsheet van Winter et al. (2014).

een belangrijke factor voor de achteruitgang. Er werden te veel paarijpe vissen gevangen tijdens de optrekperiode en jonge vissen werden op grote schaal vernietigd door de ankerkuilvisserij in de benedenrivieren. Ondanks de achteruitgang van de Elftvisserij werden er geen maatregelen getroffen. Dit heeft te maken met de Zalm visserij die het hele jaar door mogelijk was. Men verkoos de Zalm boven de Elft. Ook andere factoren zoals verstuwung van de Rijn en de Maas, het rechtekken van de rivierbochten, het verwijderen van eilanden en grindbanken en de aanleg van kribben hebben bijgedragen aan het verdwijnen van de Elft. De Elft was al uitgestorven voor de Deltawerken waren gerealiseerd. Echter is met het verdwijnen van de getijwerking het mechanisme waardoor de jonge Elft zich daar kunnen ophouden verdwenen. Elft is in het midden van de jaren '30 van de vorige eeuw verdwenen in de Nederlandse zoete wateren door overbevissing, migratiebarrières, verslechtering van waterkwaliteit en rivierwerken (de Groot 2002). In de Schelde zou deze soort al in het begin van de 20^{ste} eeuw zijn uitgestorven, rond 1912 (Vrielynck et al. 2003). Incidenteel zijn sindsdien enkele exemplaren gevangen, maar deze 'strayers' van buitenlandse populaties waren onvoldoende om de soort te doen terugkeren. Omdat de enige grotere populaties van elft zich ver van het Rijn en Maas stroomgebied bevinden (bijvoorbeeld Dordogne in Frankrijk) is in Duitsland besloten om een herintroductieprogramma voor elft op te starten. Gedurende 2011-2015 worden elftlarven uitgezet in het Rijnstroomgebied in het kader van dit LIFE herintroductieproject (LANUV 2011). Of de huidige omstandigheden voor een herstel van een elft populatie inmiddels voldoende zijn, zal in de komende jaren moeten blijken, wanneer de uitgezette elften volwassen zijn geworden. Elft kan het bovenstroomse deel van de Rijn via drie routes bereiken: De Afsluitdijk, het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg, waarbij momenteel alleen de laatste vrij optrekbaar is. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor elft is groot. Elft plant zich voor in de middenstroomse gedeeltes van het Rijngebied en voor de soort is het van belang dat ze op kunnen trekken tot de paaigronden. Het is momenteel onduidelijk hoe het herintroductieprogramma aanslaat. Er zijn nog vrijwel geen jonge elften waargenomen, maar die kunnen gemakkelijk over het hoofd worden gezien tussen de veel talrijker voorkomende jonge fint waar deze juvenielen zeer sterk op lijken.

Figuur 1 geeft een schematische weergave van de trendontwikkeling in de vangsten van Elft in de Beneden Rijn (1900-1950). De periodes 1951-1970, 1971-1990 en 1991-20015 zijn in deze grafiek weggelaten omdat er geen gegevens zijn van een terugkeer van de elft in de Zuidwestelijke delta na het uitsterven van deze soort halverwege de jaren '30. Voor de periode 1900-1950 betreft het de elftvangsten uit de Beneden Rijn (NB: vangsten uit de Beneden Rijn kan mogelijk vangsten bevatten afkomstig uit wateren buiten het studiegebied van dit project en daarmee een overschatting geven van het aantal vangsten in de Zuidwestelijke Delta).



Figuur 1 Schematische weergave van de trendontwikkeling in de vangsten van Elft in de Beneden Rijn (1900-1950) en de Nederlandse grote rivieren (1994-2007) voor de drie tijdsperiodes 1900-1950, 1951-1970 en 1991-2015.

Timing van migratie

De optrek vindt met name plaats in de maand mei, vandaar de Duitse naam 'Maifisch'. De paai van elft in de Rijn vond plaats in mei en juni, waarbij elft paaide in bochten en zijarmen van de rivier op grindbodems. Het paaien vindt vlak onder de oppervlakte van het water plaats. Jonge elften groeien op in het rivierensysteem en bereiken meestal tegen het einde van de zomer en begin van de herfst het estuarium. Het grootste deel trekt naar zee in de periode oktober tot februari, terwijl een klein deel achterblijft en een jaar later naar zee vertrekt.

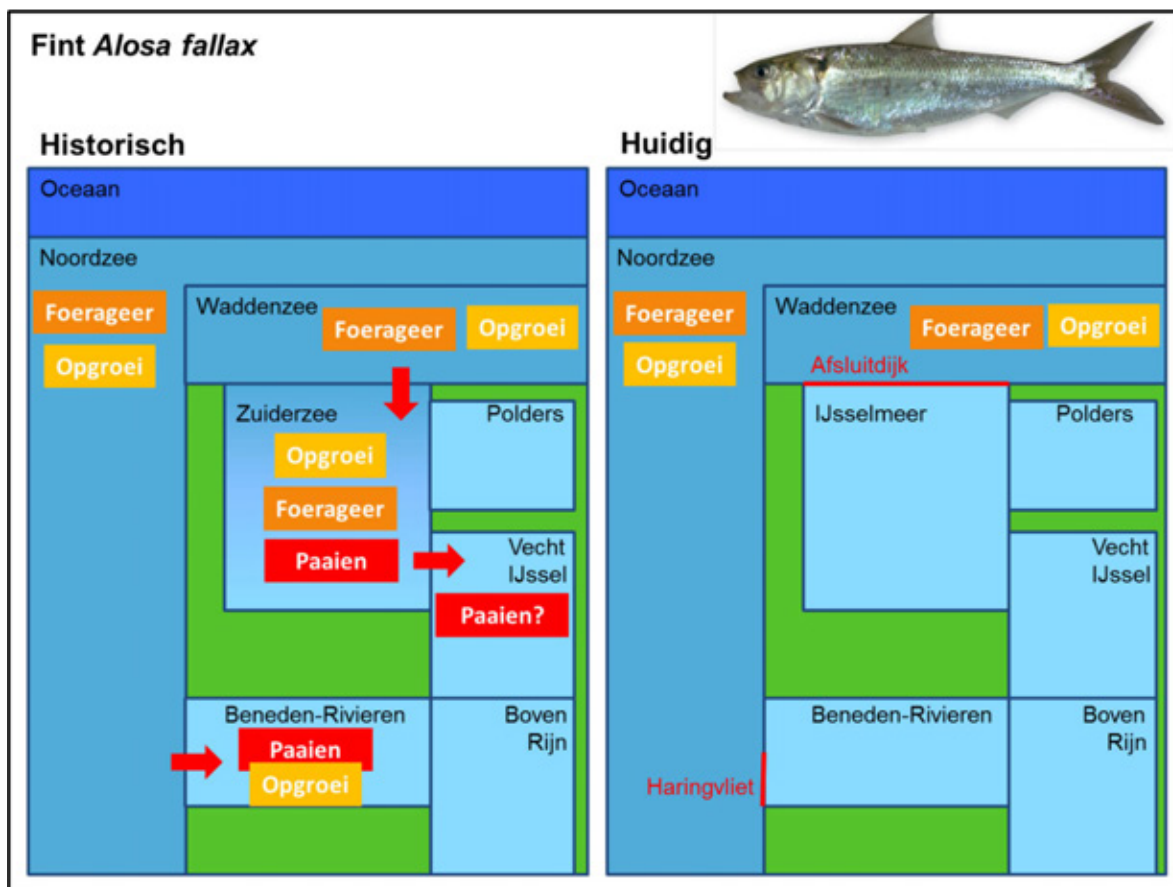
Migratiegedrag en oriëntatie

Er zijn geen directe migratie gedragsstudies bekend van de elft in Nederland. Ook het oriëntatie vermogen om de paaigronden te vinden moet worden afgeleid uit soortgelijke vissen van hetzelfde geslacht *Alosa*. Een studie naar het gedrag van zeven *Alosa sapidissima*, een Noord-Amerikaanse fintachtige, wijst uit dat vijf dieren zich met het getij mee bewogen, één ging direct stroomopwaarts en één bewoog zich stroomafwaarts (Dodson et al. 1972). De auteurs relateren dit gedrag van de vijf dieren aan de acclimatisatie fase van de vis om te wennen en aan te passen aan het zoete water. Bij een vervolgstudie werden 43 vissen gezenderd (Dodson & Leggett 1973). Nu werden er duidelijke twee gedragspatronen waargenomen: één tegenstrooms gedurende de nacht en overdag en één met het getij mee met name overdag. Fintachtigen (*Alosa* spp.) lijken zich zowel overdag als in de nacht actief te bewegen. Ook laat een andere studie naar dezelfde fintachtige zien dat ook hier de vissen zowel overdag als in de nacht actief zijn, maar dat wanneer er hydraulisch complexere situaties ontstaan de activiteit met name overdag plaatsvindt (Keefer et al. 2013). Dodson et al (1972) gaan ervanuit dat de bewegingen van de fintachtigen niet random zijn, maar gericht richting de geboorterivier. Hierbij geven ze aan dat chemische substanties uit de geboorterivier leidend kunnen zijn maar sluiten oriëntatie op andere factoren als een zoet-zout gradiënt niet uit.

Acclimatisatie en het belang van zoet-zout gradiënten

In de literatuur wordt het gedrag bij zoet-zout overgangen waarbij fintachtigen met het getij mee bewegen gerelateerd aan het acclimatiseren aan zoet water tijdens de migratie (Dodson et al. 1972). Een studie naar American shad, waarbij 35 dieren snel van zout naar zoet water zijn gebracht, gaf aan dat bijna alle dieren dood gingen als gevolg van de overplaatsing naar zoet water (Leggett & Oboyle 1976).

Fint (*Alosa fallax*)⁵⁸



Schematisch overzicht met historisch en huidig voorkomen en functie van deelwatersystemen, waarbij stroomopwaartse migratie tussen deelsystemen is weergegeven met pijlen, en de timing van de migratie.

Timing van migratie

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Migratiegilde	Stadium	Migratie											
				winter	lente			zomer			herfst				
				jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Fint	<i>Alosa fallax</i>	Anadroom	juveniel 0+												
			(sub)adult 0-1												
			adult												

Van rivier naar zee
 Van zee naar rivier
 Verblijf in zoet-zout overgangen

Ecologische schets van de soort

Fint is een anadrome soort die vanuit zee het zoete water opzoekt om te paaien. Als paaihabitat prefereren finten grindbanken (Maitland & Lyle 2005). De eieren worden pelagisch afgezet in het zoetwatergetijdengebied van estuaria, zijn niet-kleverig en bewegen zich vrijelijk in de lagere gedeelten van de waterkolom met het getij in estuaria mee (Esteves & Andrade 2008). Na het paaien trekken de adulten terug naar zee. De eieren bevinden zich in het zoete water. Als de larven uit het ei komen, drijven ze stroomafwaarts, in Nederland meestal naar het Waddengebied, waar ze een jaar pelagisch verblijven (de Groot 1992), daarna leven ze pelagisch in open zee.

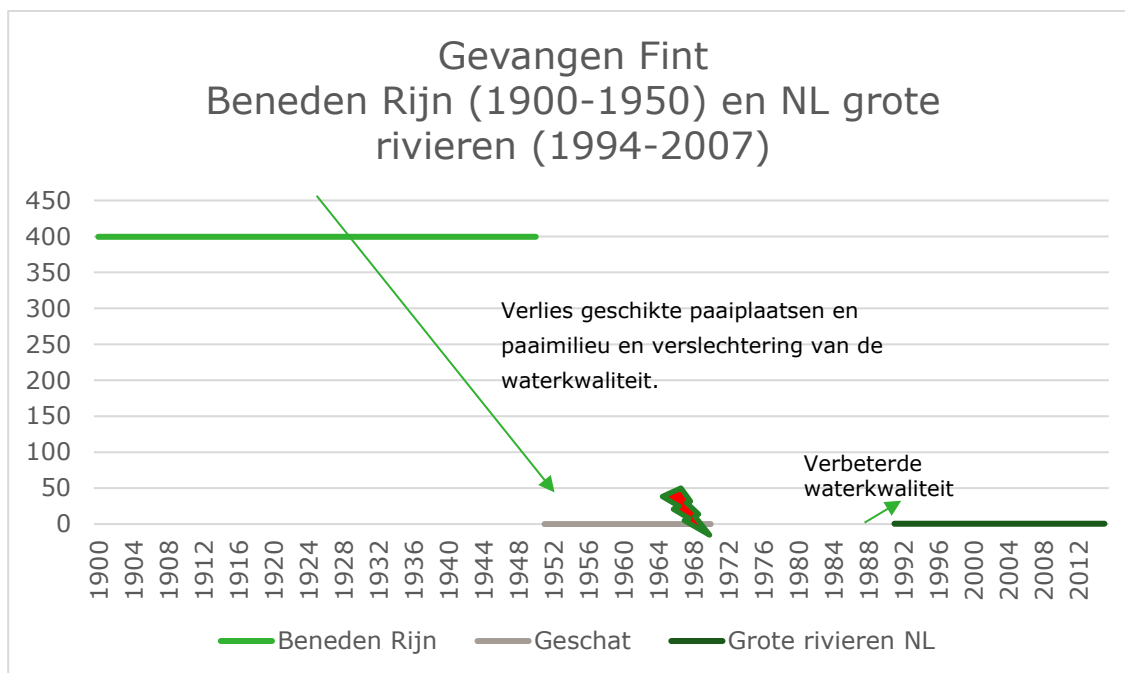
Populatiestatus en voorkomen Zuidwestelijke Delta

Net als voor vele andere vissoorten was de delta van de Rijn een belangrijk opgroei- en leefgebied. Vooral het estuariumgebied van de benedenrivieren, waaronder Hollands Diep en Haringvliet, waren belangrijk als opgroei- en migratieroute voor de fint. In het verleden kwam een aanzienlijke populatie van de Fint voor in de benedenrivieren van de Rijn. In vergelijking tot de Elft was de Fint

⁵⁸ Gebaseerd op factsheet van Winter et al. (2014).

een magere, gratige vis die minder opleverde. Toen de Elft uitstierf richtte de vissers zich op de Fint. In de jaren 1934-1939 werden de meeste Finten gevangen. Na 1950 namen de vangsten terug en door het afsluiten van het Hollands Diep en het Haringvliet vielen de vangsten helemaal weg (De Groot, 1989). In de Schelde zou de Fint in de jaren '30 zijn uitgestorven (Hartgers et al., 2011). De populatie in de Zuidwestelijke delta stond onder sterke druk door toenemende vervuiling van de Rijn sinds 1945 (toe te schrijven aan de herlevende Duitse industrie) en aantasting van de paaiplaatsen door oever- en rivierverbeteringen. De aanleg van kunstwerken in het Hollands Diep en Haringvliet hebben vervolgens de randvoorwaarden voor de Rijnpopulatie definitief gewijzigd. Nu was alleen nog maar een intrek via de Nieuwe waterweg mogelijke, waren zoutwater- en brakwatergetij in de benedenrivieren en delta verdwenen, en was de zoet- zoutwater overgang veel abrupter geworden. Het lukte niet meer om met voldoende aantallen in te trekken en door het verdwijnen van de vereiste milieu voor Fint had het broed geen overlevingskansen meer in de rivier en delta.

Figuur 1 geeft een schematische weergave van de trendontwikkeling in de vangsten van Fint in de Beneden Rijn (1900-1950) en de Nederlandse grote rivieren (1994-2007) in drie tijdspannes (1900-1950, 1951-1970 en 1991-2015). De periode 1971-1990 is in deze grafiek weggelaten omdat binnen de scope van dit project voor deze periode geen data m.b.t. fintvangsten is gevonden. Daarnaast is de verwachting dat de Fint in deze periode uitgestorven was in de Zuidwestelijke Delta (De Groot 1989; Hartgers et al. 2011). Voor de periode 1900-1950 betreft het de fintvangsten uit de Beneden Rijn (NB. vangsten uit de Beneden Rijn kan mogelijk vangsten bevatten afkomstig uit wateren buiten het studiegebied van dit project en daarmee een overschatting geven van het aantal vangsten in de Zuidwestelijke delta). De vangsten vanaf 1994 betreft jaarlijks enkele honderden exemplaren in de jaren 1994 t/m 2007. Ook in de Schelde wordt de Fint aangetroffen sinds de jaren '90. Verbetering van de waterkwaliteit heeft waarschijnlijk geleid tot een terugkeer van deze soort in Nederland (CLO, 2018).



Figuur 1 Schematische weergave van de trendontwikkeling in de vangsten van Fint in de Beneden Rijn (1900-1950) en de Nederlandse grote rivieren (1994-2007) voor de drie tijdspannes 1900-1950, 1951-1970 en 1991-2015.

Timing van migratie

In april en mei trekt de fint naar het zoetwater-getijdengebied (Arahamian et al. 2003). De paaimigratie kan drie maanden duren, waarbij de voornaamste trek overdag is. Na de paai trekken de volwassen vissen direct terug naar zee. Juvenile fint bereikt in de zomer of begin herfst het estuarium vanaf de rivier en in de periode juli tot november trekken de vissen naar zee. De vissen trekken naar zee als de watertemperatuur lager dan 19 graden is en bij 9 graden zijn alle vissen vertrokken naar zee.

Bijlage 12 Migreerbaarheid van de Zuidwestelijke Delta voor trekvissen

De Rijn, Maas en Schelde stromen via de delta in zuidwestelijk Nederland naar zee. Een relatief klein deel van de afvoer van de Rijn stroomt via de IJssel. Nederland is zodoende een belangrijke toegangspoort voor riviertrekvissen die deze grote stroomgebieden (tot in Duitsland, België en Frankrijk) gebruiken om te paaien en/of daar ook op te groeien (Griffioen et al., 2017).

De mechanismen waarop vissoorten zich oriënteren op het estuarium verschilt per soort, zover daar al informatie over bekend is. Een mechanisme waarop sommige diadrome soorten zich op kunnen oriënteren is de zoet-zout gradiënt dat ontstaat in een estuarium. De menging van zout met zoet water werkt als het ware als een 'zoete' lokstroom. Dijken, dammen en kunstwerken (o.a. lozingsmiddelen van de polders en scheepvaartsluizen) vormen migratie barrières voor vissen tussen de zee en de rivieren en tussen het zoute en zoete water (Hartgers et al., 2001). In Nederland zijn tal van waterstaatkundige kunstwerken aanwezig: stuwen, dammen, spui- en scheepssluisen, waterkrachtcentrales, gemalen en vispassages.

Diadrome soorten verschillen in hun migratie eigenschappen. Figuur 1 geeft een overzicht in de verschillen tussen diadrome soorten als het gaat om ruimtelijke schaal en geschikt achterland. Zo bestaat er verschil in de afmetingen van de ruimtelijke schaal die migrerende vissen benutten. De Atlantische zalm (*Salmo salar*) migreert op grote ruimtelijke schaal (van ver het stroomgebied van rivieren in tot de Faeröereilanden en Groenland), zo ook de Paling (*Anguilla anguilla*) die van de benedenstroomse rivieren van het Europese continent naar de Sargasso Zee trekt. De Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) en de Spiering (*Osmerus eperlanus*) migreren daarentegen in en rond een estuarium (Griffioen et al. 2017).

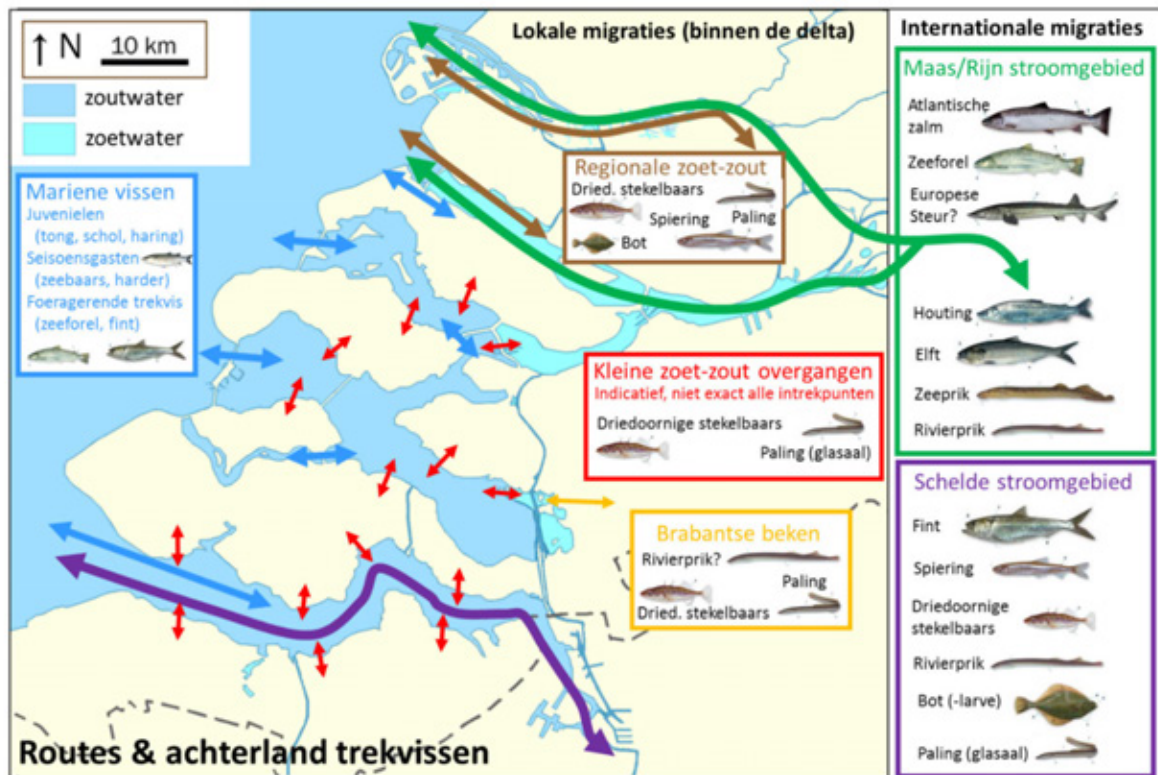
De *factsheet* beoogt een kort overzicht te geven van de intrekbaarheid van de verschillende deltawerken in de zuidwestelijke delta (Figuur 2). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen sterke en zwakke zwemmers. In hoeverre diadrome soorten daadwerkelijk deze migratie barrières kunnen passeren hangt af van een verschillende aspecten zoals het type kunstwerk, de richting waarlangs trekvissen naderen (stroomopwaarts of stroomafwaarts), lokale omstandigheden zoals afvoer en watertemperatuur, het gevoerde waterbeheer, zoekgedrag van de vissoort en dikwijls ook van het levensstadium van de vis (Winter, 2009). Het voert te ver om daar hier nu op in te gaan. Overige migratie barrières, anders dan de deltawerken, worden hier niet meegenomen, hiervoor wordt verwezen naar Hartgers et al. (2011).

Nieuwe Waterweg

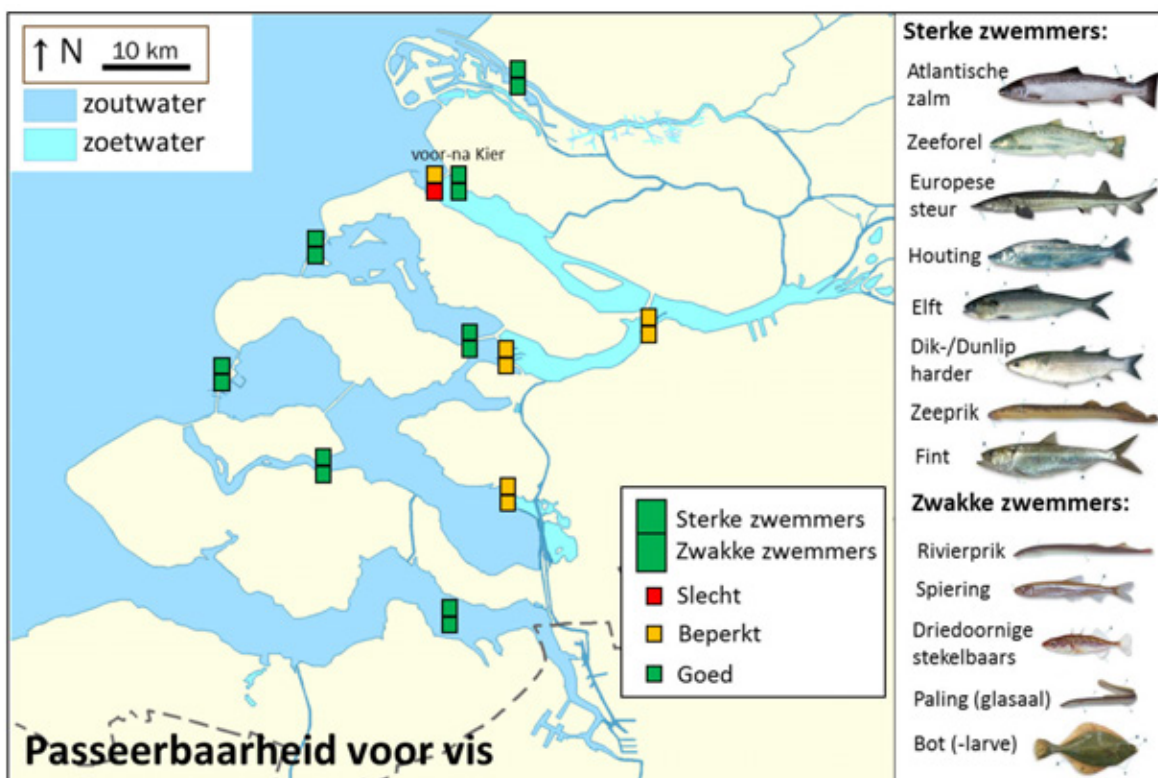
De Nieuwe waterweg is één van de twee belangrijkste routes voor trekvissen die het achterland in het Maas- en Rijnstroomgebied gebruiken (Griffioen et al. 2017). De Maeslantkering (1997) levert voor trekvissen in open toestand geen belemmering en vrije migratie is mogelijk. Er is echter geen zicht op mogelijke versturende werking van de vele menselijke activiteiten in dit gebied. Zo is de Nieuwe waterweg een drukbevaren scheepvaartroute voor het havengebied van Rotterdam.

Haringvliet/Hollands Diep

Historisch gezien was de Haringvliet zeearm de belangrijkste migratieroute voor veel trekvissen (Quak, 2016). Hedendaags is het nog steeds een belangrijke route voor trekvissen die het achterland in het Maas- en Rijnstroomgebied gebruiken (Griffioen et al., 2017). Na de realisatie van de Volkerakdam (1969) en de Haringvlietdam (1971) is het voor trekvissen niet meer mogelijk om onbelemmerd de Haringvliet in te trekken. In potentie kunnen vissen drie routes nemen: (1) de 17 spuisluizen, (2) de zes visriolen van de Haringvlietdam of (3) via de nabij de Haringvlietdam gelegen scheepvaartsluis bij Stellendam (Griffioen et al. 2017). Via de spuisluizen en visriolen zullen alleen sterke zwemmers kunnen intrekken omdat de vissen tegen de stroming in moeten zwemmen. Van vissen is bekend dat ze scheepvaartsluizen gebruiken, maar niet in welke mate en hoe succesvol zij daarin zijn (Griffioen et al. 2013; Wolfshaar et al. 2015).



Figuur 1 Overzicht van migratie routes naar geschikt achterland voor vis. Er zijn verschillende groepen (kleuren) onderscheiden die variëren in schaal van migraties, deelgebied en soorten.



Figuur 2 Overzicht van de intrekbaarheid van vis bij potentiële barrières in de zuidwestelijke delta. Er is onderscheid gemaakt in sterke zwemmers met grotere sprint capaciteit en zwakke zwemmers.

Over de passeerbaarheid van de Haringvlietdam is maar beperkt inzicht (Griffioen et al., 2017). Vanaf 2018 gaat de Kier⁵⁹ in werking wat de passage mogelijkheden van de spuisluisen in de Haringvlietdam zal vergroten.

De Volkeraksluizen, dat de verbinding vormt tussen het Hollands Diep en het Volkerak-Zoommeer, vormen een volgende migratie barrière voor trekvissen. De Volkeraksluizen bestaan uit drie duwvaartsluizen, een jachtsluis en 1 spuisluis met 4 doorstroomopeningen. Migratie is hier alleen mogelijk via de schutkolken en spuisluisen (Hartgers et al. 2011). Migratiemogelijkheden verder stroomopwaarts verschilt per locatie. De West-Brabantse rivieren Vliet, Mark en Dintel monden uit in het Volkerak-Zoommeer.

Grevelingen

In de huidige situatie is migratie vanuit zee naar het Grevelingenmeer via een open verbinding bij de Brouwersdam. De Brouwersluis staat sinds 2000 jaarrond open en vormt daarmee een verbinding tussen de Noordzee en het Grevelingenmeer. Het is echter onduidelijk in welke mate diadrome vissen gebruik maken van deze verbinding (Ter Harmsel et al. 2016). De Flakkeese Spuisluis ligt in de Grevelingendam en vormt een verbinding tussen het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Doormiddel van zes kokers vormt de spuisluis sinds 2017 een tweezijdige doorlaatmiddel en resulteert daarmee in een veelal open verbinding. Dit levert veel betere in- en uittrekmogelijkheden voor vissen dan voorheen. Migratiemogelijkheden van het Grevelingenmeer naar het achterland (polders) is sterk locatie afhankelijk in verband met de aanwezigheid van migratievoorzieningen zoals aalgoten of vispassages bij gemalen. In de hedendaagse situatie is de Grevelingenmeer geen belangrijke doortrekroute, mogelijk alleen voor lokale bestemming voor paling etc. (persoonlijke mededeling H.V. Winter).

Volkerak-Zoommeer

In potentie zijn er drie vismigratieroutes tussen zoet en zout water in het Volkerak-Zoommeer: de Krammersluizen, de Bergsediepsluis en de Bathse Spuisluizen. De Krammersluizen vormen een verbinding tussen het zoute Zijpe (Oosterschelde) en het zoete Volkerakmeer (Hartgers et al. 2011). De sluizen bestaan uit twee duwsluizen en een jachtsluis en maken het voor schepen mogelijk om de Philipsdam te passeren. Tijdens het schutten kan beperkte vismigratie optreden waarbij vis de sluiskolk doorzwemt en de sluisdeuren passeert (Dubbeldam & Van Broekhoven 2014). Hoe vaak er geschut wordt is afhankelijk van het scheepsaanbod. De Bergse diepsluis is een scheepvaartsluis en vormt een verbinding tussen de Oosterschelde en het Zoommeer in de Oesterdam. Ook hier zijn het aantal schuttingen afhankelijk van het (recreatieve) scheepsaanbod dat voornamelijk van mei t/m september plaatsvinden (Dubbeldam & Van Broekhoven 2014). Daarnaast staat de Bergse diepsluis op 'glasaalstand' wanneer het water in de Oosterschelde lager staat dan in het Volkerak Zoommeer en is vismigratie naar beide kanten mogelijk (Dubbeldam & Van Broekhoven 2014). De Bathse Spuisluizen lozen overtollig water uit het Zoommeer, het Volkerak en het Markiezaatsmeer in de Westerschelde. Uittrek van trekvissen kan gedurende het lozen van het water, intrek is beperkt mogelijk met de huidige instellingen (Dubbeldam & Van Broekhoven 2014). De Volkeraksluizen in het Volkerakdam voorzien in een verbinding tussen het Volkerak-Zoommeer en het Hollands Diep (zie beschrijving onder Haringvliet/Hollands Diep).

Oosterschelde

Via de Oosterschelde is vrije intrek mogelijke via de stormvloedkering. De Oosterschelde is in de huidige situatie echter een afgesloten zeearm dat geen hele grote corridorfunctie meer heeft voor diadrome vissen. Beperkte migratie kan plaatsvinden via de Bergse diepsluis in de Oesterdam die het Volkerak-Zoommeer verbindt met de Oosterschelde (zie beschrijving onder Volkerak-Zoommeer). Migratiemogelijkheden van de Oosterschelde naar het achterland zijn echter beperkt (pers. opmerking H.V. Winter). Vissen die vanuit de Oosterschelde de Maas willen intrekken komen op hun pad het sluisencomplex Krammersluizen tegen in de Philipsdam die de Oosterschelde (via de Zijpe) verbindt met het Volkerak-Zoommeer (zie beschrijving onder Volkerak-Zoommeer). Migratie is hier alleen mogelijk via de schutkolken (Hartgers et al., 2011).

De Flakkeese spuisluisen die een verbinding vormen tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer bieden wel de mogelijkheid tot een vrije intrek.

⁵⁹ Het Kierbesluit waarbij vanaf 2018 met opkomend tij zout water via de spuisluisen van de Haringvlietdam het Haringvliet zal worden ingelaten.

Veerse meer

Vanaf 2004 is een doorlaatmiddel in de Zandkreekdam ingebruikname dat het brakke Veerse meer in verbinding brengt met de Oosterschelde.

Westerschelde

De Westerschelde is een open estuarium waar vrije vismigratie naar de Schelde (tot Gent) mogelijk is. Vooral na een sterke verbetering van de waterkwaliteit zijn trekvisseren toegenomen. Een voorbeeld hiervan is de Fint die nu weer in de Schelde paait (pers. opmerkingen H.V. Winter).

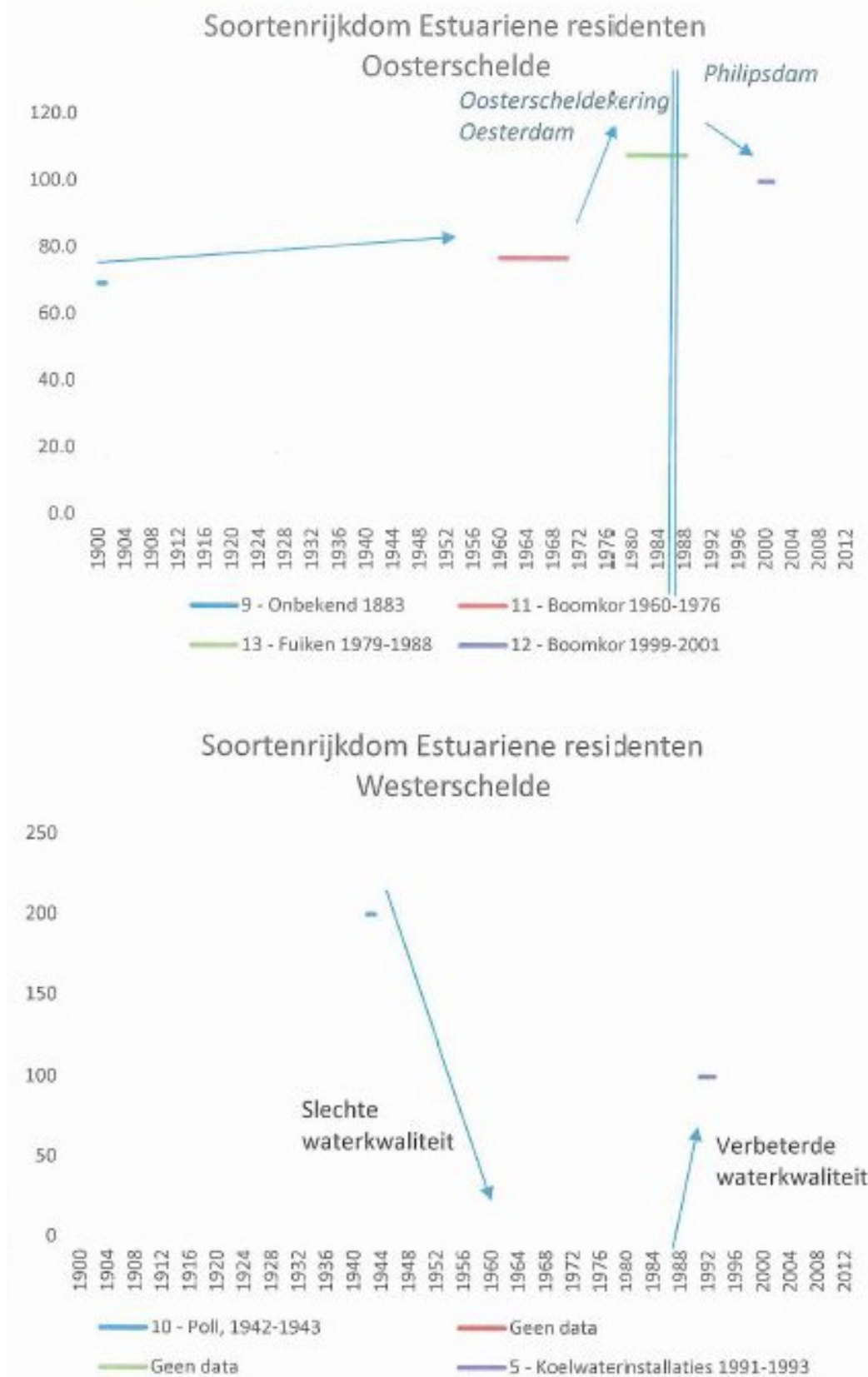
Referenties

Dubbeldam & van Broekhoven (2014); Ter Harmsel et al. (2016); Hartgers et al. (2011); Griffioen et al. (2017); Griffioen et al. (2013); Winter (2009); Wolfshaar et al. (2015); pers. opmerkingen H.V. Winter.

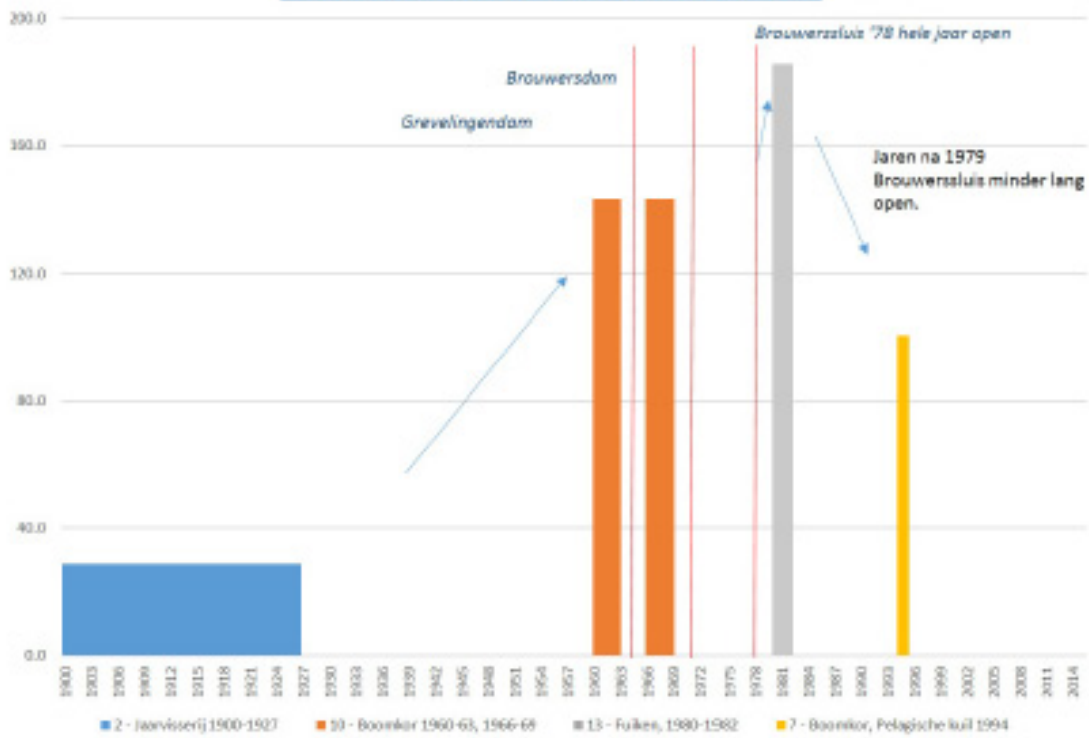
Bijlage 13 Samenvattende grafieken

Overige vissen

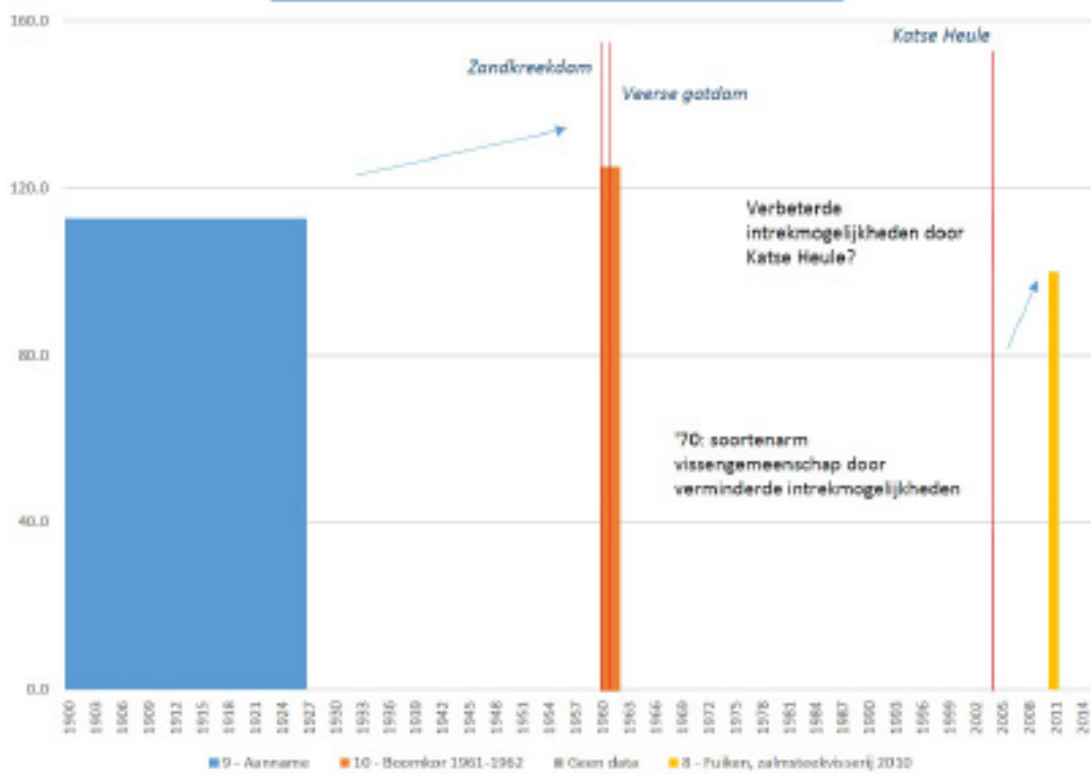
Estuariene residenten



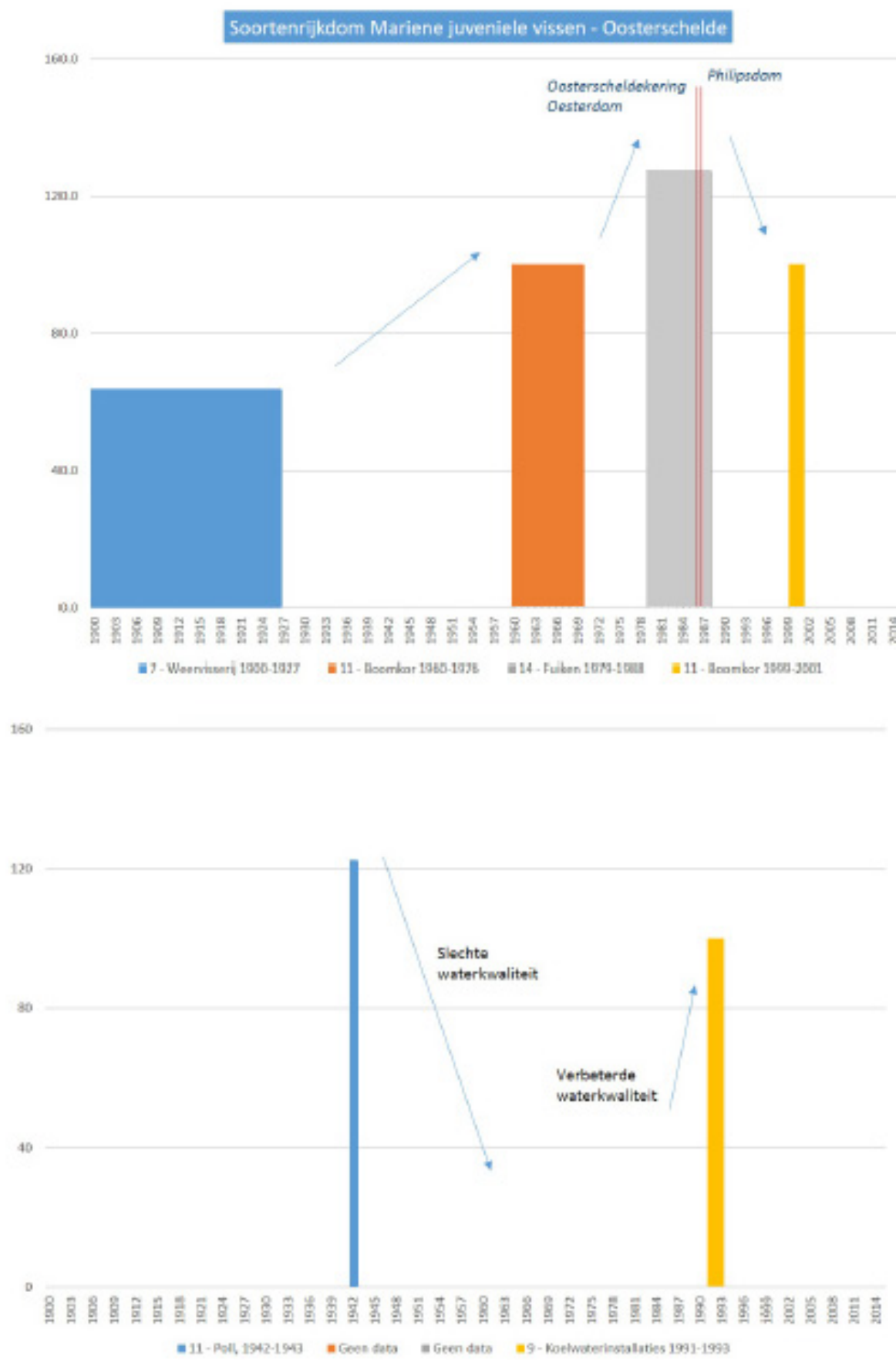
Soortenrijkdom Estuariene residenten - Grevelingen



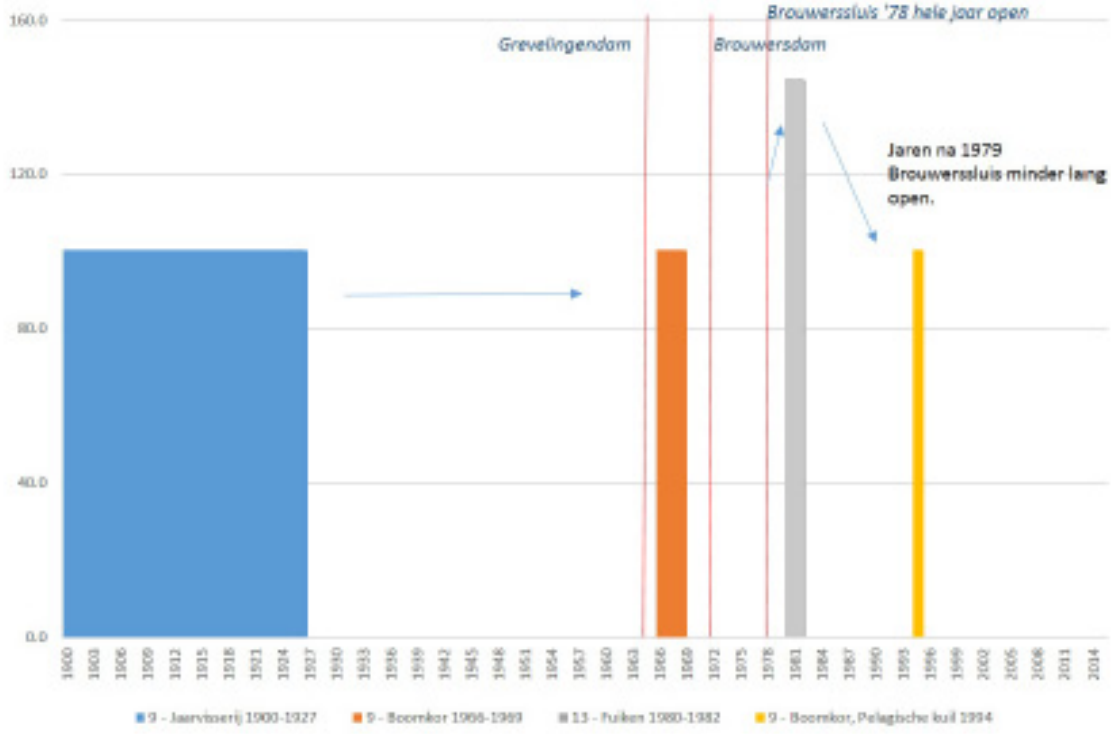
Soortenrijkdom Estuariene residenten - Veerse meer



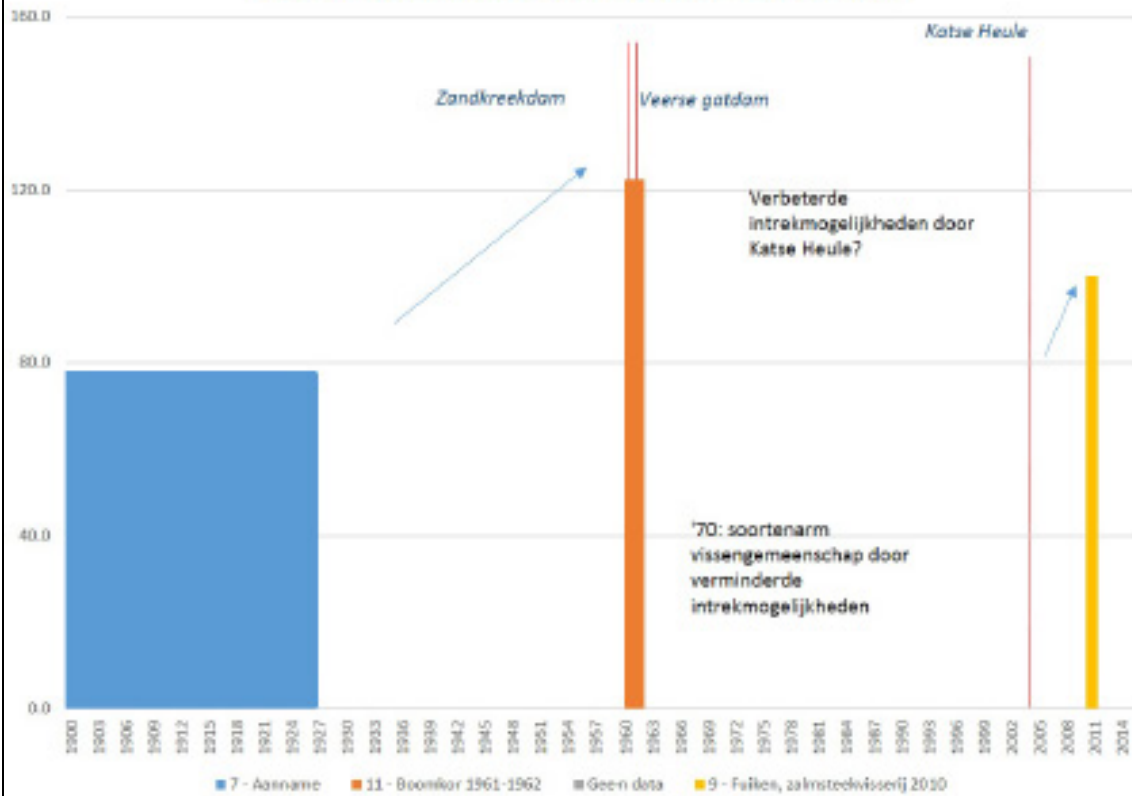
Mariene juvenielen



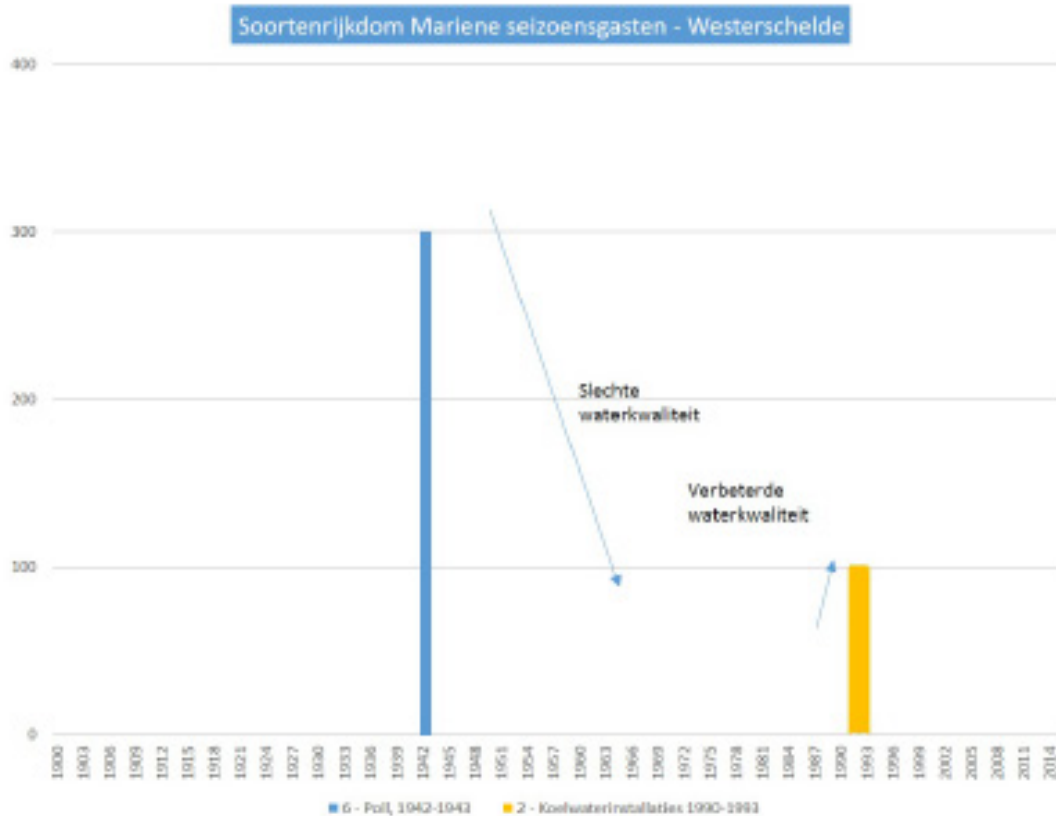
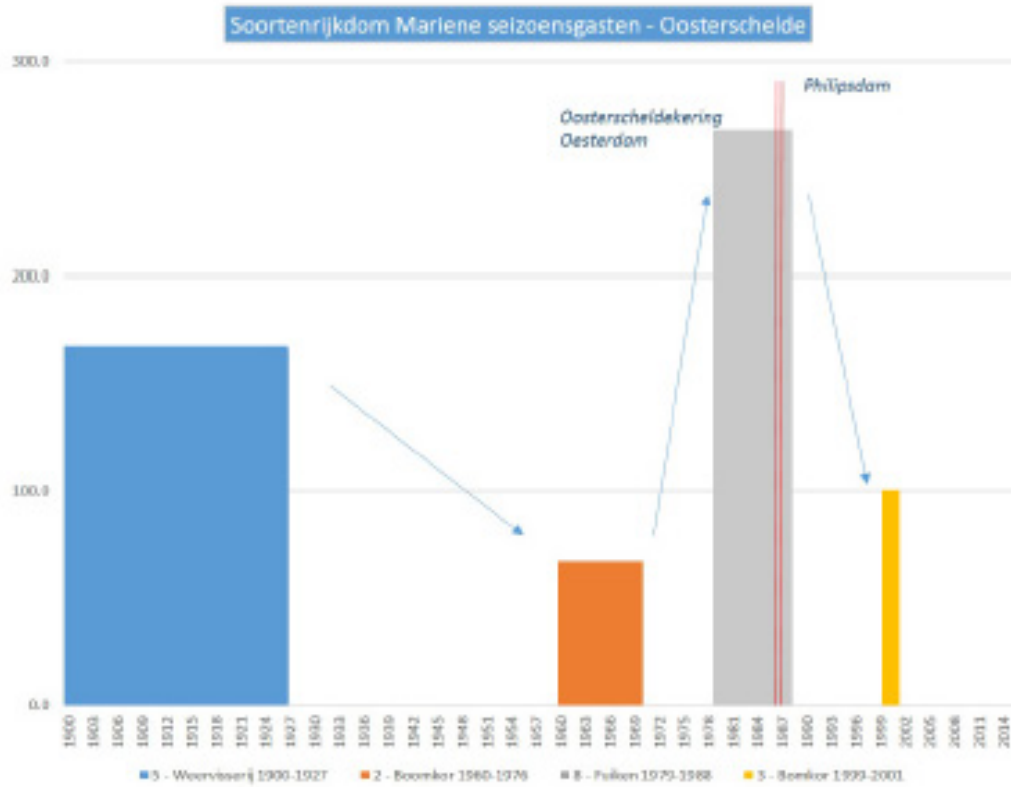
Soortenrijkdom Mariene juveniele vissen - Grevelingen



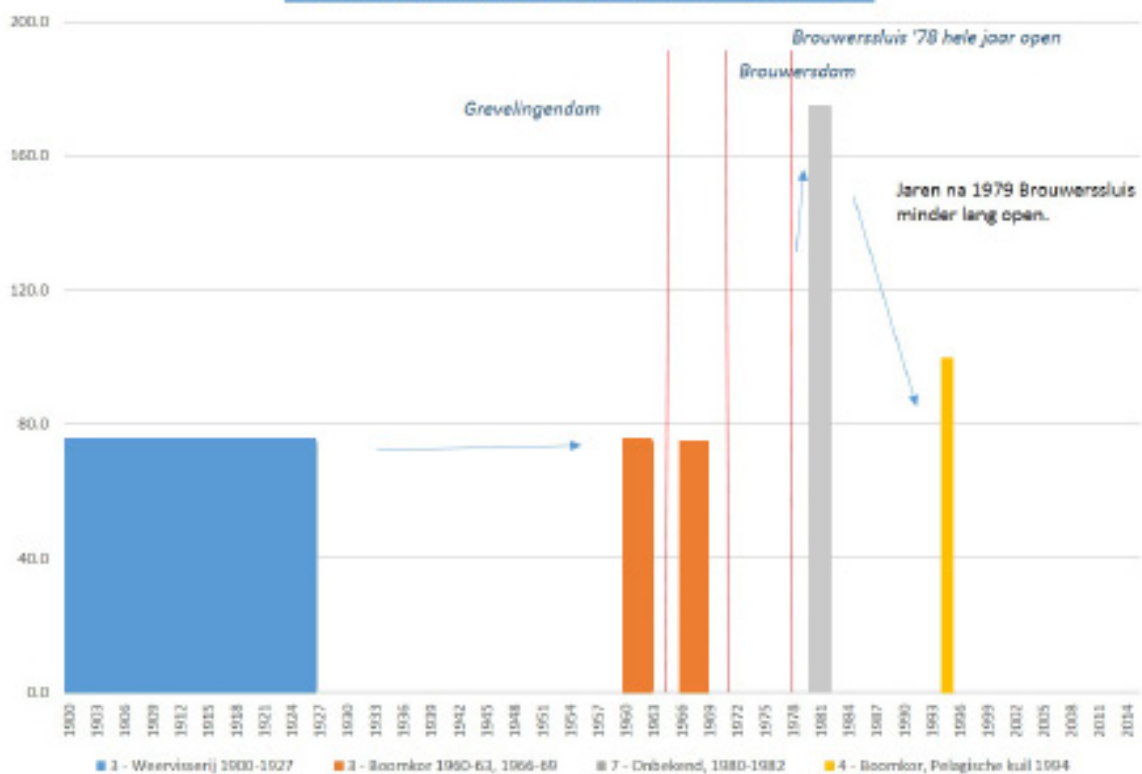
Soortenrijkdom Mariene juveniele vissen - Veerse meer



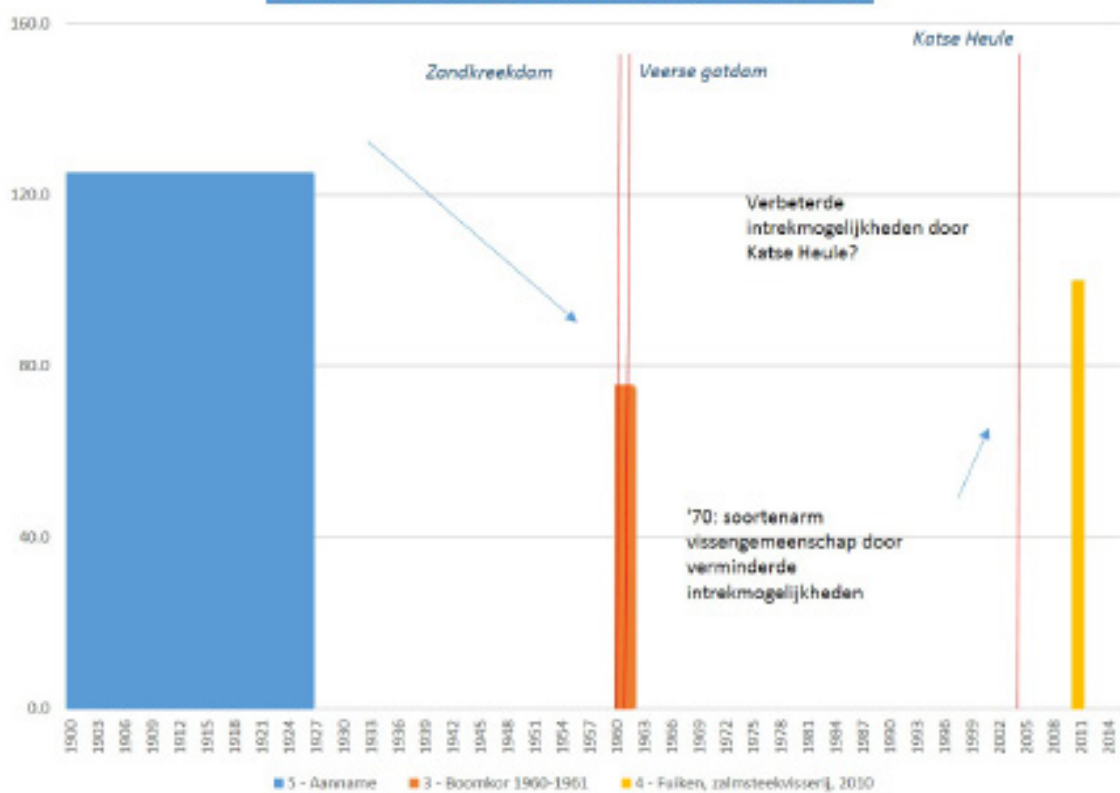
Mariene seizoensgasten



Soortenrijkdom Mariene seizoensgasten - Grevelingen

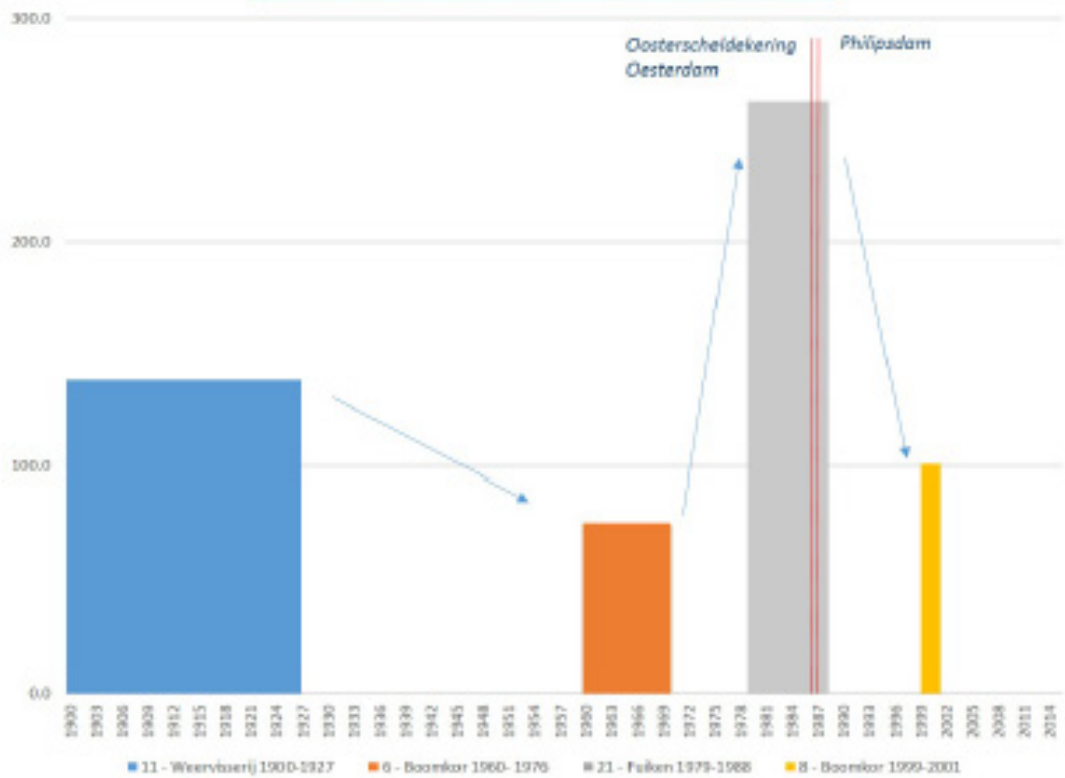


Soortenrijkdom Mariene seizoensgasten - Veerse meer

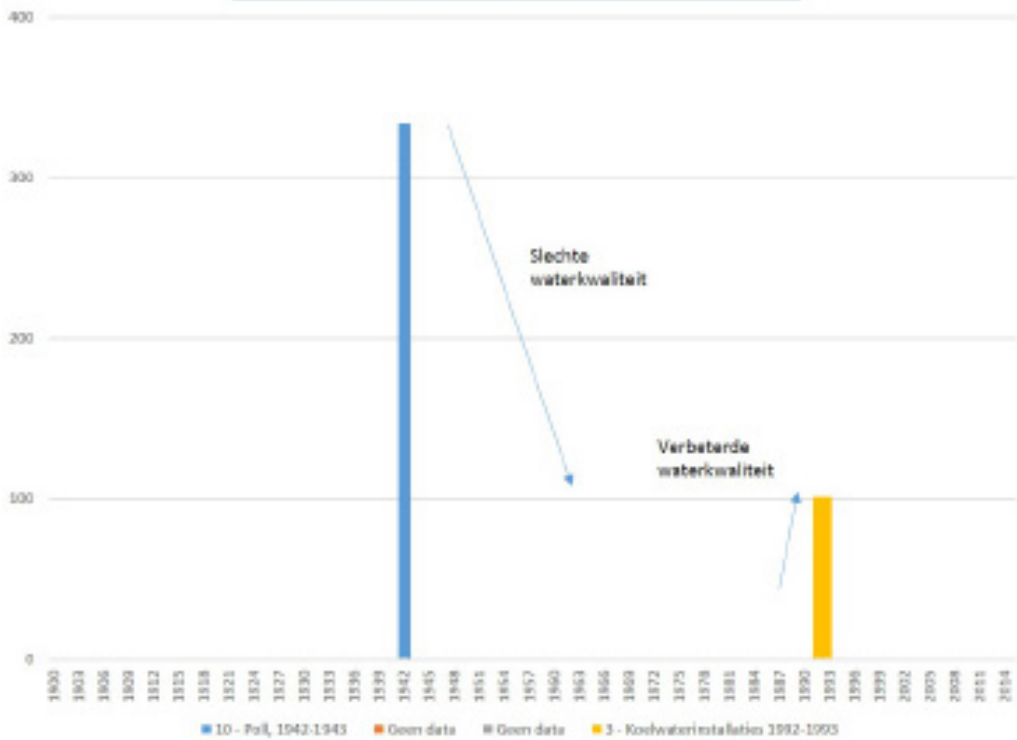


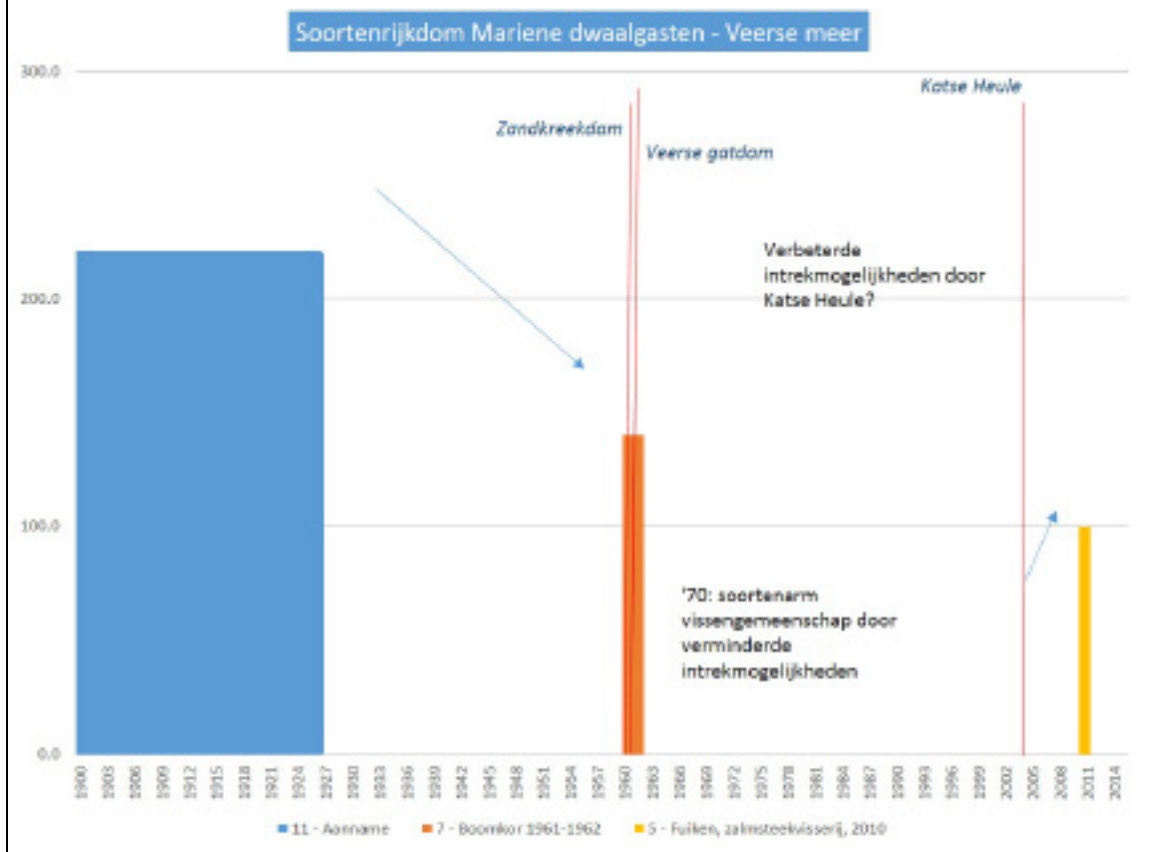
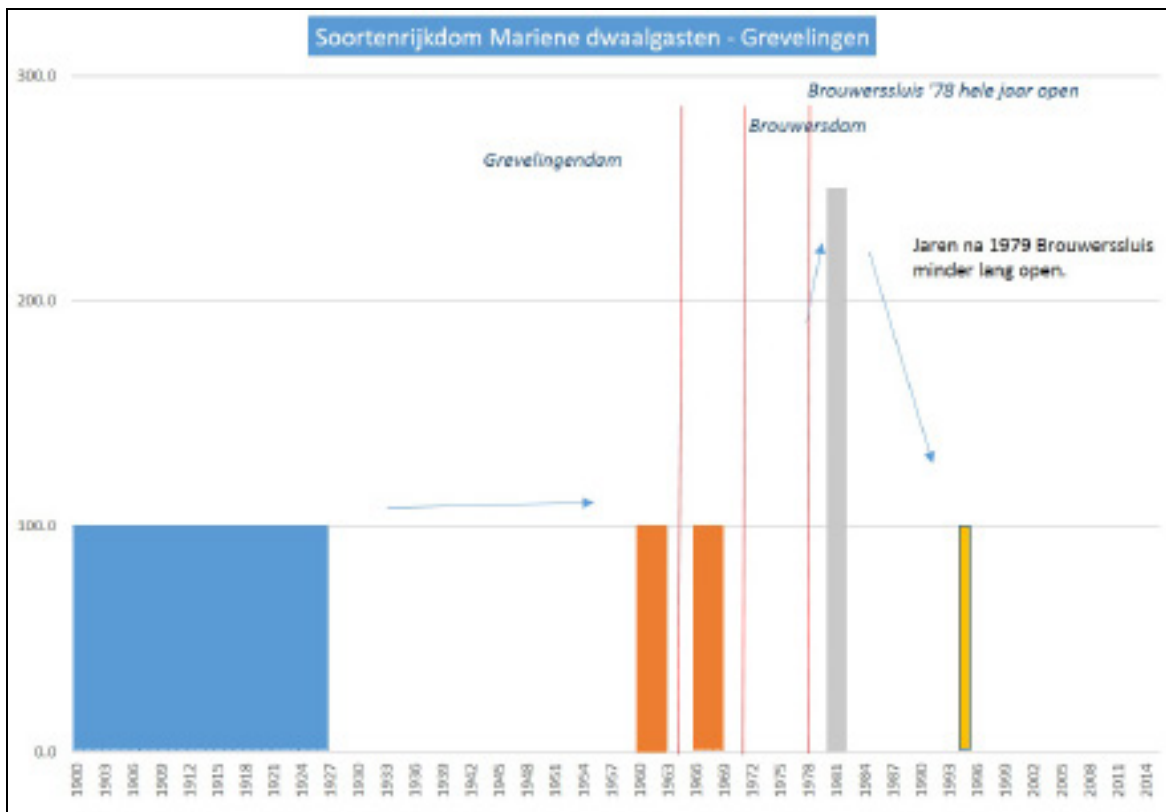
Mariene dwaalgasten

Soortenrijkdom Mariene dwaalgasten - Oosterschelde



Soortenrijkdom Mariene dwaalgasten - Westerschelde





Noten:

1. Bovenstaande grafieken zijn gebaseerd op data afkomstig van eerder uitgevoerde onderzoeken naar de visgemeenschap van de verschillende waterbekken in de Zuidwestelijke Delta. De grafieken zijn gebaseerd op gevonden rapporten en artikelen binnen de (tijds)mogelijkheden van het project. De mogelijkheid bestaat daardoor dat niet alle beschikbare data hierin zijn meegenomen.
2. Monitoring van de visgemeenschap voor de verschillende waterbekkens in de ZWD zijn uitgevoerd met verschillende methodes en monitoringsinspanningen. Hierdoor zijn de data niet één op één met elkaar te vergelijken. Verschillende methodes die zijn toegepast zijn o.a. weervisserij, boomkor, fuiken, zalmsteekvisserij en de aanwezigheid van vissen in koelwaterinstallaties. Visserijinspanning (trekduur, trekfrequentie) verschilt ook per uitgevoerd onderzoek. Welk vistuig en met welke intensiteit/inspanning het is toegepast zal van invloed zijn op de soorten en de aantallen die gevangen zullen worden. Bijvoorbeeld, zo heeft de boomkor een relatief lage snelheid (waardoor snelle zwemmers zich op tijd uit de voeten kunnen maken) en beperkt tot de diepere delen (> 2m) van het bemonsterd gebied. Wanneer een soort niet aanwezig is in de boomkorvangsten betekent dit niet per se dat de vis niet in dat gebied voorkomt. De mogelijkheid bestaat dat de soort moeilijk te vangen is met de betreffende vistuig of dat de frequentie van monitoring te laag is om de soort te treffen.
3. Voor historische gegevens van de visgemeenschap in de waterbekkens is gekeken naar de Jaarverslagen van de Visserij (bv. voor de Oosterschelde en de Grevelingen). De visserij gerelateerde Jaarverslagen betreffen over het algemeen informatie van vangsten van vissoorten met een commerciële waarde. Niet-commerciële vissoorten die wel aanwezig waren in het gebied zullen in deze bronnen niet genoemd worden. Verwacht kan worden dat bij het gebruik van deze gegevens er een onderschatting is van het aantal vissoorten dat in het gebied aanwezig was.

Bijlage 14 Effecten van veranderingen in polderareaal, vaargeulonderhoud, havenwerken en deltawerken

Bronnen

Voor het verkrijgen van een overzicht van de belangrijkste civieltechnische ingrepen in de Zuidwestelijke Delta gedurende de laatste honderd jaar en voor het schetsen van een kader gevormd door de ingrepen in de 19de eeuw is literatuuronderzoek verricht.

Als belangrijkste bronnen is daarbij gebruik gemaakt van een serie 'Beschrijvingen behorende bij de waterstaatskaart' per provincie (zie Figuur 3.1, in navolgende tabel onder het kopje Bronnen aangeduid als Beschrijving_provincienaam_jaartal; bijvoorbeeld Beschrijving_Zd-Holland_1937)).

Voor de vroegste gegevens, in het bijzonder voor de Biesbosch, is de 'Statistiek tableau der polders in Noord-Brabant' van De Geus & Van Rappard (1843) een belangrijk document, naast de 'Kaart van den Verdrongen Zuid Hollandsche Waard', uitgegeven omstreeks 1840 en vervaardigd door H.V. van Gogh.

Veel detailinformatie over inpolderingen in met name Zeeuws-Vlaanderen is verkregen uit 'Tussen Afsluitdammen en Deltadijken' van Van Wilderom (1973), terwijl ook de overige publicaties uit deze reeks veel relevante data bevatten (De Bruin & Van Wilderom 1961; Van Wilderom 1964, 1968).

Een verdere bron van informatie vormden de verschillende edities van de zogenaamde Waterstaatskaarten, uitgegeven door Rijkswaterstaat.⁶⁰ (in onderstaande Tabel aangeduid met sectornaam_jaartal ; bijvoorbeeld Willemstad-Oost_1962).

Zeker voor de jongere ontwikkelingen zijn veelvuldig websites geraadpleegd. De desbetreffende sites zijn onder bronnen vermeld.

Resultaten

Bij de belangrijkste civieltechnische ingrepen is een onderscheid gemaakt in polderwerken (ontwikkelingen in het polderareaal), havenwerken (van Rotterdam), de deltawerken en vaargeulwerken (in de Westerschelde).

Het effect van deze werken op het areaal (ha) intergetijdegebied vormt de focus van onderstaande tabel.

Alleen de effecten van de aanleg van Maasvlakte-1, de Slufter en Maasvlakte-2 behelzen een ruimtebeslag op voornamelijk subtidaal gebied, naast een deel supratidaal (duingebied van De Beer).

Een positief getal komt overeen met een afname aan oppervlakte intergetijden; een negatief getal met een toename.

In overgrote meerderheid van de gevallen kon het effect eenduidig worden herleid tot één, duidelijke bron. Waar het effect bij benadering moest worden herleid uit een combinatie van meerdere bronnen, is dat toegelicht onder het hoofd 'Opmerkingen'.

Weergave

Een positief getal komt overeen met een toename van het polderareaal en vertegenwoordigt een afname aan oppervlakte intergetijden; evenzo vertegenwoordigt een negatief getal een afname van het polderoppervlak en een toename van het oppervlak intergetijden.

⁶⁰ www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/geodata/dmc/waterstaatskaart/geogegevens/raster

VOORDELTA									
jaar	werken				regio	naam	bron	opmerkingen	
	poeder	heven	dam	vaarwau					
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)					
1970		2709			Voordelta	Maasvlakte-1 (MV-1)	Ontwerpbestemmingsplan_Maasvlakte1 (2013) https://nl.wikipedia.org/wiki/De_Beer_(natuurgebied)	totaal oppervlak MV-1 is 3369 ha waarvan 900 ha De Beer (zie Maasmond) en 260 ha Suller; DUS: beslag op zeebodem door MV 1: 3369 - 1160 = 2209 ha	
1987		260			Voordelta	Suller	https://nl.wikipedia.org/wiki/Suller_(Maasvlakte)		
1970-98			-550		Voordelta	Haringvlietmond	RWS Zuid-Holland, 1998, MER beheer Haringvliet sluis	interget@dxppp. verduidelijk tot 1100 ha. DUS: toename 550ha	
2013		2000			Voordelta	Maasvlakte-2 (start 2008)	https://nl.wikipedia.org/wiki/Tweede_Maasvlakte		

RUN MAASMOND									
jaar	werken				oefn	naam	bron	opmerkingen	
	poelder	heven	sluis	vaarwater					
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)					
1800	185				Loozevonderde	Meesse- en Eilf en Zalmsplaat	Beschrijving Zd Holland 1937		
1806	471				Roozenburg	Gecombineerde Krabbe en Graspoel	"		
1806	49				Roozenburg	Nieuwe of Droes	"		
1806	60				Welplaat	Polder De Jagersplaat	"		
1829	100				Welplaat	Polder de Veertig Morgen	"		
1840	75				Welplaat	De Nieuwe Polder	"		
1853	60				Beeversplaat	Nieuwe Polder	"		
1870	45				Roozenburg	Nieuwe Krabbe	"		
1870	150				Roozenburg	Scheur	"		
1875	125				Roozenburg	Groote Krabbe	"		
1875	154				Roozenburg	Nieuw Roozenburg en Blankenburg	"		
1879	130				Roozenburg	Noordbank	"		
1885	50				Roozenburg	God zij dank	"		
1885	65				Roozenburg	Zeehondenplaat	"		
1898	65				Roozenburg	Jantjesplaat	"		
1835-'80	608				Briesche Maas	zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 1392 ha	 totaal verlies 1392, waarvan afgetrokken totaal van inpolderingen uit bovenstaande: 1392 - 784 ha = 608 ha	
1835-'80	450				Nieuwe Maas	zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 450 ha		
1835-'80	280				Scheur Nw Wv	zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 280 ha		
1881-'39	424				Briesche Maas	zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 424 ha groei		
1881-'39	63				Nieuwe Maas	zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 63 ha		
1881-'39	530				Scheur Nw Wv	zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 530 ha		
1943	385				De Beer	Pan- of Krimpolder	Rotterdam West_1955; http://www.natuurmonumentdebeer.nl		
1966-'70	900				De Beer	aanleg MV-1	http://www.natuurmonumentdebeer.nl/landschap/landschap_topn_188.htm https://nl.wikipedia.org/wiki/De_Beer_(natuurgebied) "De Beer in 1935: 1300 ha,		
1939-'08	915				Briesche Maas	aanleg Botlek en Europort	Paalkast (2014) fig. 5 : 2200 ha	na inpolderen Pan of Krimpolder (1943) restteert: 1300 - 400 = 900ha *Totaal 2200 ha incl. verlies door de Beer (1300ha) (zie boven): DUS: verlies door uitvoering Botlek en Europort : 2200 - 1300 = 900 ha	
1940-'08	70				Nieuwe Maas	verlies zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 70 ha	Botlek '54 - '60, Europort '58 -'64 - en Maasvlakte-1 '65 -'71	
1940-'08	162				Scheur Nw Wv	verlies zachte ecotopen	Paalkast (2014) Fig. 5 : 162 ha	[..]	
1962-'86	430				Oude Maas	dumping havens/b op grienen	Strucker (1992); Spreesman et al. (1986)		
1990-'16	40				Oude Maas	natuurherstel	Strucker (1992); Spreesman et al. (1986) http://www.natuurmonumenten.nl/gebieden/oude-maas	intergetijdengebied (1986) 351 ha; huidig natuurareaal is 399 ha. DUS: toename 40 ha]	

HARINGVLIET HOLLANDSCH DIEP								
jaar	werken				o/b/h	naam	bron	opmerkingen
	polder	hvv	diep	vaarwater				
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)				
1802	34				Goeree	Bokkepolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1803	55				Goeree	Scharrezeepolder	Willemstad_1_1910	
1803	275				Goeree	Habpolder	Willemstad_1_1910	
1804	100				Tiengemeten	Uitgebreide Mariapolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1804	255				Tiengemeten	Briemerswaard	"	
1804	85				Tiengemeten	Benedepolder	"	
1804	180				Tiengemeten	Middelpolder	"	
1804	45				H'lsche Waan	Heuzelpolder	Beschrijving Zd Holland_1937 ; Willemstad_2_1910	
1806	379				Goeree	De Westplaat Flakkee	Beschrijving Zd Holland_1937	
1806	198				Goeree	De Oostplaat Flakkee	"	
1819	30				Goeree	Bezomer Kadegors	"	
1821	64				Goeree	Rooklaaplaak	"	
1826	95				Goeree	Bultengronden	"	
1828	180				Goeree	Van Pallandpolder	"	
1844	60				Goeree	Briemerspolder	"	
1845	40				H'lsche Waan	Johannapolder	Beschrijving Zd Holland_1937 ; Willemstad_2_1910	
1846	90				Goeree	Bozpolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1855	14				Goeree	Polder tje van Goedkoop	Rotterdam West_1955	
1877	30				Goeree	Nieuw Omslade Polder tje	Willemstad_1_1910	
1883	25				Goeree	Molengors	Willemstad_1_1910	
1897	68				Goeree	Kroningspolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1897	50				Goeree	Westplaat	"	
1910	80				N. Brabant	Schaansche Bultengorzen	Beschrijving Nrd Brabant 1946 ; Willemstad_4_1910	
1929	25				Goeree	Weeshuipolder	Rotterdam West_1955 ; Willemstad West_1962	
1940	40				H'lsche Waan	Albertpolder	Willemstad Oost_1962	
1954	80				H'lsche Waan	Pieters en Leenderspolder	Willemstad Oost_1_1970	
1968	343				Goeree	Plaak van Scheelhoek	https://nl.wikipedia.org/wiki/Scheelhoek	
1968	260				Goeree	Zuiderdieppolder	Willemstad 1962 en Willemstad 1970; https://nl.wikipedia.org/wiki/Stellendam	
1973	730				Holl. Diep	Moerdijk industrieterrein	44 Oosterhout West_1_1983 ; 44 Geertruidenberg 1 [oppervlaktebuiting uit waterstaatskaarten] 43 Willemstad Oost_1_1970 ; 43 Willemstad Oost_1_1979 https://www.moerdijk.nl/docs/2016/landschapswaardeplan.pdf	
1970		2300			H'vliet/H'diep	Haringvlietdam	intergetijdegebied vlg. RWS, 1998 ; Storm et al., 2006 * 1960: 3750 ha, 1990: 120 ha resterend.	
1970		3890			H'vliet/H'diep	Haringvlietdam	gorzen vlg. Storm et al., 2006 1968 - 1973: - 1333 ha door Pl. Scheelrik, Zuiderdieppol. en Moerdijk- OUS: verlies door afsluiting: 3750 - (1333+120) = -2300 ha * [1960: HV/HD 3990 ha, Biesl 3200 ha; 1997: totaal 300 ha aanname: 100 ha restteert in HV/HD; OUS verlies HV/HD 3890 ha.	
2004	-70				Goeree	Westplaat buitengronden (deltana	https://www.trouw.nl/home/een-dode-zeesarm-wordt-weer-tot-leven-gewekt-1ac1e207a/	
2007	-700				Tiengemeten	"deltanatuur"	https://nl.wikipedia.org/wiki/Tiengemeten ; http://www.biz-zuid-bejderland.nl/omg-tiengemeten.html ; http://www.natuurmet.nl/thema/artikel092.html ; 700 ha landbouwgrond ongereet; 400 ha deltanatuur	
2005	-28				H'lsche Waan	Tienigorzen	http://www.biz-zuid-bejderland.nl/omg-tienigorzen.html ; Storm et al., 2006	
2005	-17				Goeree	Van Pallandpolder (deltanatuur)	https://www.natuurmet.nl/thema/artikel092.html	
2006	-80				H'lsche Waan	Albert Pieters en Leenderspolder	http://static.waterschapshuis.hosting.onehippo.com/mer_hoelche_waad_zuid_20130918.pdf	
2010	-60				H'lsche Waan	Oosterse Bekade gorzen	http://vanboekschewaarde.blogspot.nl/2011/11/oosterse-bekade-gorzen.html	
2014	-135				Voorne Putten	Spulmonding west (Tiengerpolder	http://www.zuidland.net/natuur-en-recreatie/spulmonding-west/ http://www.amateurlimp.nl/wordpress/nieuw-natuurgebied-spulmonding-west-briemerswaard-zuidland-2014	
2017	-61				H'lsche Waan	Spulmonding Oost (Leenhergorz	http://www.sgrawendeel.net/nieuw/2016-09-20-3120-natuurmet-wilkeing-spulmonding-oost-van-start.html https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/gorzen/2016-09-20-3120-natuurmet-wilkeing-spulmonding-oost-van-start.html	
2017	-343				Goeree	Noordland Goeree (Scheelhoek)		
2018	-6				Haringvliet	vogel en viseland Blik	https://www.wnl.nl/nieuws/bericht/wnl-start-met-bouw-vogel-en-viseland-in-haringvliet-.htm	

1830	29	NB Biesbosch	Spieling of Bloemplaat en Donkere Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
1830	30	NB Biesbosch	de Nieuwe Dood	"
1831	39	NB Biesbosch	Den Draayer	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1831	20	NB Biesbosch	Nieuw Jannezaand	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1832	12	NB Biesbosch	Jantjes of Catherinaplaat	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1833	10	NB Biesbosch	Nieuw Happerhennip	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1835	3	NB Biesbosch	Nieuw Stroomenhoek	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1836	9	NB Biesbosch	Hawermans Griend	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1836	216	NB Biesbosch	Zonnezaand	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1837	5	NB Biesbosch	Bregtpolder	"
1837	15	NB Biesbosch	de Zalm of Appelboomgaard	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1837	4	NB Biesbosch	de Benedenste Kil	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1837	8	NB Biesbosch	de Hooge Hof	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1837	25	NB Biesbosch	de Alkers	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1838	34	NB Biesbosch	Nieuwe Achterste Kieswaard	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1838	18	NB Biesbosch	Nieuw Steenen Muur	"
1838	7	NB Biesbosch	Boven Hennip	"
1838	31	NB Biesbosch	Hoge Hof in Catherinaplaat	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1839	11	NB Biesbosch	Nieuwe Polder de 3 Morgen	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1839	7	NB Biesbosch	de Acht Morgen	"
1839	26	NB Biesbosch	de Deemterplaat	"
1839	35	NB Biesbosch	de Vischplaat	"
1839	69	NB Biesbosch	de Amerplaat	"
1839	34	NB Biesbosch	de Bol	"
1841	18	NB Biesbosch	Weigelegen	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Statistiek tableau 1844
1841	10	NB Biesbosch	de Almeting (Werkendam)	"
1853	36	NB Biesbosch	Middelste Kieswaard	Beschrijving Nrd Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844
1853	87	NB Biesbosch	Maltha	Beschrijving Nrd Brabant 1946; ; Geertruidenberg 1909
1838-78	66	ZH Biesbosch	Polder Stedelijk	Beschr. Zd Holland 1937: 44 Geertruidenberg 1_1878 [partiel niet aanwezig op kaart 1838, wel op kaart 1878]
1838-78	18	ZH Biesbosch	De Bekraming	" [..]
1838-78	87	ZH Biesbosch	Graajerstein	" [..]
1838-78	56	ZH Biesbosch	Greepolder	" [..]
1838-78	39	ZH Biesbosch	De Grote Rug	" [..]
1838-78	42	ZH Biesbosch	Helpolder	" [..]
1838-78	64	ZH Biesbosch	Huiswaard	" [..]
1838-78	144	ZH Biesbosch	Kikversch of Otterpolder	" [..]
1838-78	18	ZH Biesbosch	De Kleine Rug	" [..]
1838-78	100	ZH Biesbosch	Kort en lang Ambacht	" [..]
1838-78	62	ZH Biesbosch	Meerkotennest	" [..]
1838-78	4	ZH Biesbosch	Nieuwe Kat	" [..]
1838-78	66	ZH Biesbosch	Otterpolder	" [..]
1838-78	71	ZH Biesbosch	Oude Kat en Huiswaard	" [..]
1838-78	18	ZH Biesbosch	De Platte Hoek	" [..]
1838-78	14	ZH Biesbosch	De Rondat	" [..]
1838-78	92	ZH Biesbosch	Staat of West-Merwedepolder	" [..]
1838-78	6	ZH Biesbosch	Zuidwaartsche Hennip	" [..]
1838-78	67	ZH Biesbosch	De Zakespolder	" [..]

1838-'78	30		NB Biesbosch	Plaats van Kloosteroord	Beschr. Nrd Brabant 1946; ; Geertruidenberg-1 1878	[...]
1838-'78	35		NB Biesbosch	Ganzewel	Beschr. Zld Holland 1937: 44 Geertruidenberg_1_1878	[...]
1838-'78	25		NB Biesbosch	Petrusplaat of Petruspolder	"	[...]
1838-'78	125		NB Biesbosch	Gijster en Heengplaat	"	[...]
1838-'78	28		NB Biesbosch	Kwestieus	"	[...]
1838-'78	49		NB Biesbosch	IBI	Beschrijving Zld Holland 1937: 44 Geertruidenberg_1_1	[...]
1863	70		NB Biesbosch	Steen van Kloosteroord	Beschrijving Nrd Brabant 1946	
1869	60		NB Biesbosch	Lepelaar	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Geertruidenberg 1878	
1926	1130		ZH Biesbosch	Polder de Biesbosch	Beschrijving Zld Holland 1937;	
1926	85		NB Biesbosch	Jaantjes en Leentjesplaat	Beschrijving Nrd Brabant 1946; ; Geertruidenberg 1969	
1958	200		NB Biesbosch	Gat van den Ham en Vloedgput	wikipedia	
1969	224		NB Biesbosch	Munikenlandse polder	RHOHV, van Hemmen, Heunis en bureau Strooming (2 * is inmiddels met Rwlit weer ongedaan gemaakt in 2016)	
1971		2600	Biesbosch	HV dam (intergetijdegebied)	RWS (1998)	* 1960: 2600ha, 1997: 200 ha. Verlies 1960 - 1997: ~ 2600 ha
1971		3000	Biesbosch	HV dam (gozen)	Storm et al. (2006), RWS (1998)	* 1960: Biedt 3200 ha; 1997: totaal HV/40 en Biedt 300 ha aanname: 200 ha rest eert in Biedt; DUS verlies Biedt ~ 3000 h
1973	0		NB Biesbosch	Spaarbekken Petrusplaat	44 Geertruidenberg-West_1963; -West-1_1969;	* 120 ha binnen polder van 150 ha → verlies 0 ha
1973	20		NB Biesbosch	Spaarbekken Hondend en Dertig	http://www.biesbosch.nu/biz/ontpoldering.php?code=20	* 220 ha in polders van totaal 200 ha → extra verlies 20 ha
1973	25		NB Biesbosch	Spaarbekken Gijster	"	* 320 ha in polders van totaal 295 ha → extra verlies 25 ha
1996	100		NB Biesbosch	Strulwaard	Strooming 1996 iow WNF en Wienerberger	
1994-'00			ZH Biesbosch	Marlapolder	http://www.watervoorzien.nl/ontpolderen/geef-de-biesbosch-worm/	
1995-'00	-144		ZH Biesbosch	Klovensch of Otterpolder	Gem. Dordrecht, (2012),Toelichting Bestemmingsplan Sliedrechtse Biesbosch;	
1995-'00	-71		ZH Biesbosch	Oude Kat en Huiswaard	"	
1995-'00	-45		ZH Biesbosch	Hengstpolder	"	
1995-'00	-18		ZH Biesbosch	De Platte Hoek	"	
2000	-150		NB Biesbosch	Aakvaal	Storm et al., 2006	
2003	-218		ZH Biesbosch	Polder Korte- en Lange Ambacht	Gem. Dordrecht, (2012),Toelichting Bestemmingsplan Sliedrechtse Biesbosch;	
				/ De Ruigten bezuiden de Peereboom		
2005	-113		ZH Biesbosch	Polder Aert Eloyenbosch/Jonge Jan	"	
2009	-224		NB Biesbosch	Munikenlandse polder	https://nl.wikipedia.org/wiki/Munikenland	
2011	-300		NB Biesbosch	Zuiderklip (Moordplaat, Turzakke Lepelaar, De Plomp en Kwestieus)	https://www.ruimtevoordevier.nl/project/ontpoldering-zuiderklip/	
2011	-45		ZH Biesbosch	Jongereede Ruigt	https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/groen/index/groenprojecten/dellana/taugebieden/	
2012	-400		NB Biesbosch	Noordwaard	https://www.deingecieur.nl/artikel/noordwaard-wordt-doorstrompolder https://www.ruimtevoordevier.nl/project/ontpoldering-noordwaard/	
2012	-101		ZH Biesbosch	Tongplaat	https://www.nieuwedordtsebiesbosch.nl/nieuwe-dordtse-biesbosch-out/tongplaat	
2011	-77		ZH Biesbosch	Sophiapolder	https://www.zuidhollandlandchap.nl/natuurland-sophiapolder https://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurland_Sophiapolder	
2016	-75		ZH Biesbosch	Crezrepolder	https://www.zuidhollandlandchap.nl/aankoop-creze * [52 ha exclusief ingelegd waterwingebied]	
jaarstal onbekend ? maar in ieder geval voor 1839 <1839			ZH Biesbosch	Zuid Hollandse Biesbosch	Beschrijving 1839 "van Gogh" kaart https://www.regionaalarchiefdordrecht.nl/achtergrond/historische-atlas-van-de-biesbosch/ Statistiek Tableau der polders in Noord-Brabant Door Arle Geus, E. C. B. van Rappard 1844 Gorinchem-3 1870; Geertruidenberg-1 1878	
? < 1839	49		ZH Biesbosch	Merwedepolder	Beschrijving Zld Holland 1937; "van Gogh" lrt. 1839; Statistiek tableau 1844	
? < 1839	58		ZH Biesbosch	Aert Eloyenbosch	"	
? < 1839	39		ZH Biesbosch	Engelbrechtplekde	"	
? < 1839	45		ZH Biesbosch	Hengstpolder	"	
? < 1839	32		ZH Biesbosch	Jonge Neele Ruigte	"	
? < 1839	60		ZH Biesbosch	Louw Simonwaard	"	
? < 1839	125		ZH Biesbosch	Oostmerwede en Smokerpolder	"	
? < 1839	99		ZH Biesbosch	Ruigten bezuiden den Peereboom	Beschrijving Zld Holland 1937	
? < 1839	26		NB Biesbosch	Kop van den Ouden Wiel	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
? < 1839	21		NB Biesbosch	Bredt weer van Floris vande Sempel	"	

? < 1839	20	NI Biesbosch	Jonge Jansenwaard	..	
? < 1839	59	NI Biesbosch	Kraaijnest	..	
? < 1839	43	NI Biesbosch	Thomas of Romboutwaard	..	
? < 1839	22	NI Biesbosch	Oostelijke Opraig	..	
? < 1839	13	NI Biesbosch	Achterste of beneden Geestwaard	..	
? < 1839	59	NI Biesbosch	Happen Henrip	..	
? < 1839	4	NI Biesbosch	Nieuwe Middelijke Geestwaard	..	
? < 1839	5	NI Biesbosch	Geestwaard of Bouwen Henrip	..	
? < 1839	36	NI Biesbosch	Geestwaard	..	
? < 1839	1	NI Biesbosch	Boerenhoek van de Geestwaan	..	
? < 1839	7	NI Biesbosch	2e Partij van de Japenwaard	..	
? < 1839	13	NI Biesbosch	1e Partij van de Japenwaard	..	
? < 1839	29	NI Biesbosch	Muggenwaard	Beschrijving Ned-Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
? < 1839	13	NI Biesbosch	Geleuwaard	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
? < 1839	10	NI Biesbosch	Westelijke Groeningwaard	..	
? < 1839	10	NI Biesbosch	Oostelijke Groeningwaard	..	
? < 1839	8	NI Biesbosch	Oude Kool- of Strooswaard	..	
? < 1839	13	NI Biesbosch	de Noord	..	
? < 1839	14	NI Biesbosch	Middewaard	..	
? < 1839	31	NI Biesbosch	Middewaard van Bink	..	
? < 1839	8	NI Biesbosch	Nieuw Polderije	..	
? < 1839	15	NI Biesbosch	Kein Koolke	..	
? < 1839	28	NI Biesbosch	Nelis-Mannenwaard of Krijtjeswe Beschrijving Ned-Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844		
? < 1839	55	NI Biesbosch	Oude Doornwaard	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
? < 1839	1	NI Biesbosch	de Bijsteraal	..	
? < 1839	42	NI Biesbosch	de Bijerwaard	..	
? < 1839	9	NI Biesbosch	Boeren Kleine Eijerwaard of Klein	..	
? < 1839	9	NI Biesbosch	Beneden Kleine Eijerwaard	..	
? < 1839	50	NI Biesbosch	Donderzand	..	
? < 1839	5	NI Biesbosch	Bekaad Eijerdje oft Gat van 2 eene	..	
? < 1839	35	NI Biesbosch	de Kroon	..	
? < 1839	6	NI Biesbosch	1e Partij van de Bloemplaat	..	
? < 1839	15	NI Biesbosch	het Ganzennest	..	
? < 1839	4	NI Biesbosch	de Steenplaat	..	
? < 1839	54	NI Biesbosch	Pouke Zand	..	
? < 1839	3	NI Biesbosch	Kleine Polder Z.W. Van Kijfhoek	Beschrijving Ned-Brabant 1946; "van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
? < 1839	2	NI Biesbosch	Domeinpolderije Z.O van Kijfhoek	"van Gogh" 1839; Statistiek Tableau 1844	
? < 1839	21	NI Biesbosch	den Henrip	..	
? < 1839	7	NI Biesbosch	Middelrand of Nieuw Zeezand	..	
? < 1839	8	NI Biesbosch	de Waarden of het Goes	..	
? < 1839	6	NI Biesbosch	de Zes Morgen	..	
? < 1839	128	NI Biesbosch	2e Polder of Nieuw Boeren Verdrie	..	
? < 1839	6	NI Biesbosch	Griendpolderije	..	
? < 1839	54	NI Biesbosch	Nathuis of 3e Polder	..	
? < 1839	18	NI Biesbosch	Schiethoek of 4e Polder	..	
? < 1839	7	NI Biesbosch	de Ruine Henrip	..	
? < 1839	44	NI Biesbosch	de Binnen en Buiten Rib	..	
? < 1839	26	NI Biesbosch	de Groote Polder van de Nollen	..	
? < 1839	4	NI Biesbosch	Klein Ablaspolderije	..	
? < 1839	39	NI Biesbosch	Eenwaard	Beschrijving Ned-Brabant 1946; ; Geertruidenberg 1879	
? < 1839	95	NI Biesbosch	Muggenwaard	Beschrijving Ned-Brabant 1946; ; Geertruidenberg 1880	
? < 1839	315	NI Biesbosch	Zalm	Beschrijving Ned-Brabant 1946; ; Geertruidenberg 1878	
? < 1839		NI Biesbosch	Oude Harderhoek		
? < 1839		NI Biesbosch	De Grienden		

GREVELINGEN								
jaar	werken				type	naam	bron	opmerkingen
	polder (ha)	heven (ha)	dike (ha)	vergeul (ha)				
1806	193				Goerree	Polder Anna Wilhelmina en Lodew	Beschrijving Zd Holland_1937	
1821	75				Goerree	Ayman Louispolder	"	
1832	17				Duveland	Suzannapolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1851	20				Goerree	Schaddelepolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1853	55				Goerree	Springerpolder	"	
1854	5				Duveland	Henriettepolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1985	
1860	56				Goerree	Gabrielispolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1865	47				Goerree	Nieuw Stellingdam	"	
1872	49				Duveland	Adriana Johanna polder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1986	
1892	4				Duveland	Nieuwe Veerpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1987	
1899	100				Goerree	Woutrispolder	Beschrijving Zd Holland_1937	
1899	60				Duveland	Dijkwaterpolder 1e deel	Beschrijving Zeeland 1971 en 1988	
1922	11				Goerree	Habgors	Willemstad West_1986	
1925	8				Goerree	Stellegors	"	
1926	40				Goerree	Polder van Struyk	"	
1954	180				Duveland	Dijkwaterpolder 2e deel	Beschrijving Zeeland 1971 en 1989	
1971			6300		Grevelingen	Brouwersdam	DMRD (1980)	

KRAMMER VOLKERAK									
jaar	werken				regio	naam	bron	opmerkingen	
	polder	heaven	delta	vaarwater					
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]					
1817	205				Noord Brabant	Driewielerpolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Willemstad 4_1910		
1844	21				Goeree	Kleine Adriana - Theodorapolder	Beschrijving Zd Holland_1937		
1847	719				Sint Philipsland	Anna Jacobapolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984		
1847	150				Sint Philipsland	Kramerspolder	"		
1853	90				Goeree	Groote Adriana - Theodorapolder	Beschrijving Zd Holland_1937		
1855	35				Goeree	Weipoldersche Gars	"		
1858	70				Noord Brabant	Prins Willem Frederik Karelspolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Willemstad 3_1911		
1859	30				Sint Philipsland	Willemspolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984		
1869	35				Noord Brabant	Becuspolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Bergen op Zoom 1_1911		
1883	75				Noord Brabant	Driebruederspolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Willemstad 3_1911		
1908	335				Noord Brabant	Prins Willem Frederik Karelspolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Willemstad 3_1911		
1908	335				Sint Philipsland	Prins Hendrikpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984; Willemstad 3_1911		
1986			3000		Volkerak	Philipsdam	DMBD 1976 en 1980, Withagen 2000, Smaaij & Wijman 2014, Kreeveld & van Winden 2007	*[schatting uit kaart op basis van aanname totaalverlies intergetijde-areal = orde 2x verlies areal droogte afgeleid uit DMBD (1976 en 1980) en Withagen (2000)] [Withagen, (2000): droogstal areal 1775 ha; Kreeveld v. W. (2007): 2250 ha schor en slik restereend]	

OOSTERSCHELDE, VEERSE GAT, MARKIEZAAT EN ZOOMMEER							
jaar	werken				naam	bron	opmerkingen
	polder	haven	dijk	vaarwater			
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)			
1808	42				Zuid Beveland Struodorpolder		
1809	1570				Zuid Beveland Wilhelminepolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1812	12				Theelen Houwerpolder	"	
1818	475				Nrd Beveland Soekelkenpolder	"	
1843	257				Theelen Hollarpolder	"	
1846	338				Nrd Beveland Onrustpolder	"	
1846	196				Nrd Beveland De Perchanderpolder	"	
1852	109				Theelen Van Haalterpolder	"	
1853	150				Nrd Beveland Leendert Abrahampolder	"	
1854	135				Zuid Beveland Broeder en Zusterpolder	"	
1856	165				Nrd Beveland Spieringpolder	"	
1856	44				Nrd Beveland Zuidrietpolder	"	
1856	60				Zuid Beveland Egbert Petruspolder	"	
1856	453				Zuid Beveland Eerste Bathpolder	"	
1857	75				Zuid Beveland Calandpolder	"	
1857	285				Zuid Beveland Tweede Bathpolder	"	
1860	113				Theelen Johanna Mariapolder	"	
1861	160				Noord Brabant Caterspolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Bergen op Zoom-3_1912	
1874	538				Zuid Beveland Scherrepolder		
1877	19				Theelen Sluipolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1878	85				Zuid Beveland Karelpolder		
1891	8				Walcheren Elisabethpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1900	0,2				Walcheren Christiaanpolder	"	
1908	7				Walcheren Oude Middelburgse Havenpolder	"	
1911	225				Noord Brabant Hougerwaardpolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Bergen op Zoom West-1_1972	
1936	55				Sint Philipsland Abraham Wisepolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1957	50				Theelen Pluimpot	"	
1960		2750			Veerse meer zandreek '60/ veerse gat '61	Wilderom en de Bruijn, 1961; OMBD, 1976	
1983		1830			Markiezaat aanleg Markiezaatskade	Baayens et al, 1980	* [werfles schuren 380 ha, intergetijde gebied 1450 ha]
1986		400			Zoommeer Oesterdam	Witlagen (2000)	*[schatting uit kaart op basis van aanname totaalwerfles intergetijde-arsaal = orde 2x werfles arsaaal droogte afgeleid uit: OMBD (1976 en 1980) en Witlagen (2000)] [Witlagen, (2000): droogval arsaaal 200 ha;
1986-'10		1300			Oosterscheldeplaatersie	De Ronde et al., 2012]	* [werfles door zandhonger sinds Oosterscheldekering 1986]

WESTERSCHELDE							opmerkingen
jaar	werken				naam	bron	
	polder	haven	dijk	vaargeul			
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)			
1801	310				Noord Brabant Nieuw Hinkelenoorderpolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946: Bergen op Zoom 3_1912	
1803	8				Z. Vlaanderen Zwarte polder	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1803	171				Z. Vlaanderen Oleslagerpolder	"	
1804	302				Z. Vlaanderen Beukepolder	"	
1805	90				Z. Vlaanderen Austerlitz	"	
1805	286				Z. Vlaanderen Saefingpolder	"	
1807	329				Z. Vlaanderen Sophiapolder	"	
1807	175				Z. Vlaanderen Nieuw Vogelschorpolder	"	
1809	140				Noord Brabant Nieuwe Zuidpolder van Oostendreef	Beschrijving Nrd Brabant 1946: Bergen op Zoom 3_1912	
1813	104				Z. Vlaanderen Aardenburgsche Havenpolder	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1816	474				Z. Vlaanderen Nieuw Nieuwepolder	"	
1825	108				Z. Vlaanderen Nieuw Papeschor	"	
1825	17				Z. Vlaanderen Struonderpolder	"	
1825	233				Z. Vlaanderen Smidshorne	"	
1826	72				Z. Vlaanderen Nieuwe polder bij Sas van Gent	"	
1826	46				Z. Vlaanderen Ghelinc	"	
1827	179				Z. Vlaanderen Diomedepolder	"	
1829	16				Walcheren Oude Havenpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1829	24				Z. Vlaanderen Herdijkte Zwarte Polder	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1840	30				Walcheren Langeralpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1844	27				Z. Vlaanderen Louisa	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1845	74				Z. Vlaanderen Thomaspolder	"	
1845	225				Z. Vlaanderen Paulina	"	
1845	22				Z. Vlaanderen Emma	"	
1846	50				Walcheren Mortierpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1846	413				Z. Vlaanderen Catherinepolder	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1846	80				Z. Vlaanderen Eugenia	"	
1847	247				Z. Vlaanderen Angelina	"	
1847	253				Z. Vlaanderen Louisa	"	
1847	1100				Z. Vlaanderen Prosper	"	
1848	54				Z. Vlaanderen Nieuw Othorpolder	"	
1851	319				Zuid Beveland Fredericapolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1852	434				Z. Vlaanderen Van Alstein	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1852	203				Z. Vlaanderen Van Remoutere	"	
1856	235				Sloe Jacobpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1856	107				Z. Vlaanderen Seydlitz	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1857	96				Walcheren Bijleveldpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1860	150				Noord Brabant Vijdtpolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946: Bergen op Zoom 3_1912	
1860					Noord Brabant Geertruidpolder		
1860	50				Walcheren Schorepolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1861	230				Noord Brabant Van der Duijtpolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946: Bergen op Zoom 3_1912	
1861	137				Sloe Van Gitterspolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1861	137				Zuid Beveland Van Gitterspolder	"	
1861	235				Z. Vlaanderen Willem III	Beschrijving Zeeland 1971 : Wilkerson (1973)	
1862	28				Z. Vlaanderen Kleine Molerpolder	"	
1864	104				Zuid Beveland Emmanuelpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	

1864	168		Z. Vlaanderen Piersons	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1866	242		Z. Vlaanderen Elisabeth	"	
1866	79		Z. Vlaanderen Kleine Stelle	"	
1869	60		Z. Vlaanderen Visart	"	
1873	629		Z. Vlaanderen Willem Leopoldpolder	"	
1876	174		Z. Vlaanderen Van Ljnden	"	
1882	238		Zuid Beveland Zimmermanpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1884	201		Z. Vlaanderen Vergaert	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1885	130		Noord Braban Damespolder	Beschrijving Nrd Brabant 1946; Bergen op Zoom-3_1912	
1887	101		Z. Vlaanderen Bonte	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1890			Noord Braban Grootpolder(je	Beschrijving Nrd Brabant 1946	
1893	295		Z. Vlaanderen Koning Inne	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1897	212		Noord Braban Anna Maria polder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984 ; Wldereom (1973)	
1897	599		Z. Vlaanderen Kon. Emma	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1899	86		Z. Vlaanderen Kanaal	"	
1900	141		Z. Vlaanderen Mossel	"	
1904	203		Noord Braban Volkerpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1906	85		Z. Vlaanderen Dekkers	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1906	140		Z. Vlaanderen Aulse Vliakte	"	
1907	51		Z. Vlaanderen Van Dunne	"	
1907	316		Z. Vlaanderen Hertogin Hedwig	"	
1912	214		Z. Vlaanderen Van Wajldhuise	"	
1920	344		Z. Vlaanderen Dijkmeester	"	
1923	257		Noord Braban Kreekrakpolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1926	132		Z. Vlaanderen Hellegatpolder	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	
1949	481		Stoe Quarlespolder	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1952	1525		Z. Vlaanderen Braelman	Beschrijving Zeeland 1971 ; Wldereom (1973)	[schor 910; zand410; water 205 ha]
1962	200		Stoe Zuid Stoe	Beschrijving Zeeland 1971 en 1984	
1976	640		Noord Braban 2e Kreekrakpolder	RIGZ-97.023; Bergen op Zoom-West_1_1972 en Bergen op Zoom-West_1965	
1960-'90		-470	Westerseheid plaatgroei 1960-1990	Vron et al., 1997	
1990	-100		Z. Vlaanderen Selenapolder / Superdascher	https://nl.wikipedia.org/wiki/Vierdeniken_Land_van_Saeflinge	
2018	-300		Z. Vlaanderen Hedwigepolder	https://www.zeeiland.nl/natuur-en-landschap/natuurparklet-westerseheid/hedwig-e-progr-project	

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2942
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2942
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

