



Ecotopenkaart Waddenzee volgens de ZES.1 typologie

Auteurs: M.J. Baptist, J.T. van der Wal, A.V. de Groot, & T.J.W. Ysebaert

Wageningen University &
Research Rapport C103/16

Ecotopenkaart Waddenzee volgens de ZES.1 typologie

Auteurs: M.J. Baptist, J.T. van der Wal, A.V. de Groot, & T.J.W. Ysebaert

Publicatiedatum: 1 november 2016

Wageningen Marine Research, Den Helder, in opdracht van Programma naar een Rijke Waddenzee

Wageningen Marine Research rapport C103/16

Baptist, M.J., Van der Wal, J.T., De Groot, A.V., & Ysebaert, T.J.W., 2016. Ecotopenkaart Waddenzee volgens de ZES.1 typologie. Wageningen University & Research, Wageningen Marine Research rapport C103/16.

Keywords: Waddenzee, Ecotopen, Ecologie, ZES.1 typologie, habitats, beheeropgave.

Opdrachtgever: Programma naar een Rijke Waddenzee
Zuidersingel 3
8911 AV Leeuwarden

PROGRAMMA NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2016 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel
van Stichting Wageningen Research
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V24

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Ecotopenkaarten	6
1.3 Ecotopenkaarten voor de Waddenzee	7
1.4 Doel	9
1.5 Leeswijzer	9
2 Methoden	11
2.1 Zoutwater Ecotopen Stelsel (ZES.1)	11
2.2 Opstellen ecotopenkaart	11
2.3 Gebiedsafbakening	12
2.4 Beschikbare data en kaartbewerking	13
2.4.1 Zoutgehalte	14
2.4.2 Bodemhoogte en diepteklassen	14
2.4.3 Hydrodynamiek	16
2.4.4 Kwelders	16
2.4.5 Sediment en hard substraat	17
2.4.6 Eco-elementen	18
3 Resultaten	19
3.1 Introductie	19
3.2 Gebruikte kaartlagen	19
3.2.1 Zoutgehalte	19
3.2.2 Bodemhoogte en diepteklassen	20
3.2.3 Hydrodynamiek	21
3.2.4 Kwelders	21
3.2.5 Sediment	22
3.2.6 Eco-elementen	23
3.3 Ecotopenkaart en oppervlaktes ecotopen	23
3.3.1 Nieuwe ecotopenkaart	23
3.3.2 Oppervlaktes ecotopen	26
3.3.3 Vergelijking met de situatie omstreeks 2000	27
4 Discussie en aanbevelingen	30
4.1 Discussie	30
4.2 Aanbevelingen	30
5 Kwaliteitsborging	31
Literatuur	32
Verantwoording	34

Bijlage 1	Gebruikte brondata en bronbestanden	35
Bijlage 2	Vertaaltabel kweldertype TMAP naar ecotopen	36
Bijlage 3	Ecotopenkaarten (incl. eco-elementen) in deelgebieden	38
Bijlage 4	Vereenvoudigde ecotopenkaart	43
Bijlage 5	Oppervlaktes van ecotopen	44
Bijlage 6	GIS-bewerkingen	47

Samenvatting

Voor een goed beheer van gebieden zoals de Waddenzee is een consistent en eenduidig inzicht in de veranderingen van de diverse landschappelijke eenheden van groot belang. Eén van de manieren om veranderingen in ecosystemen en landschappen inzichtelijk te maken is met ecotopenkaarten.

Ecotopen zijn *"ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid."* (Bouma et al., 2005). Ecotopenkaarten worden afgeleid uit een aantal onderliggende kaarten van in hoofdzaak fysische factoren, die samen de kenmerken van een ecotoop bepalen. In Nederland wordt gebruik gemaakt van het door Rijkswaterstaat ontwikkelde RijksWateren-EcotopenStelsel (RWES) die voor de zoute wateren is uitgewerkt in het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1; Bouma et al., 2005).

Het Programma naar een Rijke Waddenzee heeft opdracht verleend aan Wageningen Marine Research om een ecotopenkaart Waddenzee te vervaardigen volgens de typologie van ZES.1, deze digitaal publiek beschikbaar te maken en een rapportage te leveren over de werkwijze en de resultaten over oppervlaktes per ecotoop per komberging.

In dit rapport is de werkwijze beschreven voor het maken van een actuele ecotopenkaart voor de Waddenzee, inclusief het Eems-Dollard estuarium, volgens de ZES.1 methodiek. De ecotopenkaart Waddenzee is publiek digitaal beschikbaar via ArcGIS online. Ga hiervoor naar <http://www.arcgis.com/> en typ in het zoekveld: EcotopenkaartWZED. De resultaten worden in dit rapport gepresenteerd in de vorm van oppervlaktes van ecotopen in de gehele Waddenzee (PKB-gebied) en per kombergingsgebied. Tot slot is een vergelijking gemaakt met de ecotopenkaart van de situatie rond 2000 (Wijsman & Verhage, 2004). Deze vergelijking bleek niet goed uitvoerbaar vanwege verschillen in classificaties, een andere gebiedsbegrenzing (PKB-gebied) en andere basisdata (modeluitvoer).

Voor toekomstige toepassingen van een ecotopenkaart is het van groot belang om aandacht te besteden aan eenduidige en consistente toepassingen van basiskaarten, ecotopenindelingen en gebiedsbegrenzings.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor een goed beheer van gebieden zoals de Waddenzee is een consistent en eenduidig inzicht in de veranderingen van de diverse landschappelijke eenheden van groot belang. De lopende monitoring van de Westerschelde heeft laten zien dat ecotopenkaarten hiervoor een onmisbaar instrument zijn (mond. med. Dick de Jong, Rijkswaterstaat). In het kader van de Samenwerkingsagenda Beheer Waddenzee hebben de beheerders van de Waddenzee behoefte aan een ecotopenkaart van de Waddenzee op basis van een consistente systematiek, waarmee de resultaten vergelijkbaar zijn met eerdere karteringen zodat veranderingen kunnen worden gesignaleerd.

Het Programma naar een Rijke Waddenzee heeft opdracht verleend aan Wageningen Marine Research om een ecotopenkaart Waddenzee te vervaardigen volgens de typologie van ZES.1, deze digitaal publiek beschikbaar te maken en een rapportage te leveren over de werkwijze en de resultaten over oppervlaktes per ecotoop per komberging.

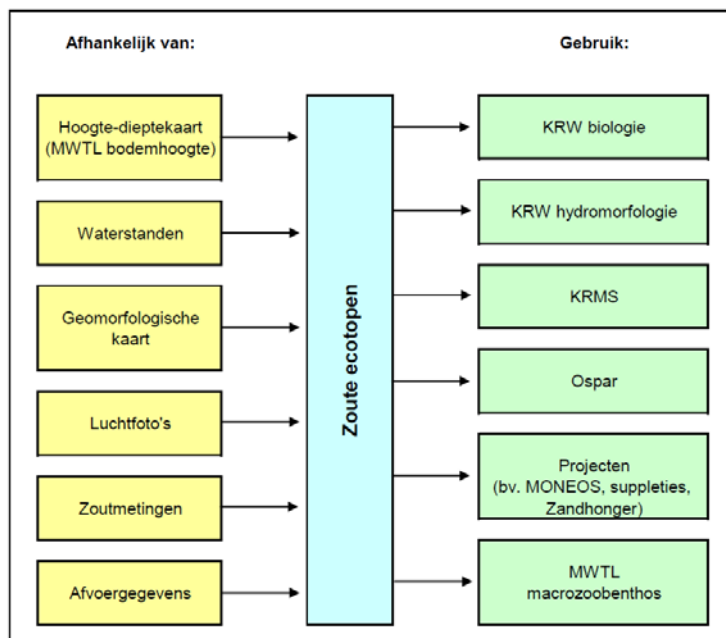
1.2 Ecotopenkaarten

Eén van de manieren om veranderingen van ecosystemen en landschappen inzichtelijk te maken is met ecotopenkaarten. Ecotopen zijn *"ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid."* (Bouma et al., 2005). Ecotopenkaarten worden afgeleid uit een aantal onderliggende kaarten van in hoofdzaak fysische factoren, die samen de kenmerken van een ecotoop bepalen (Figuur 1). In Nederland wordt gebruik gemaakt van het door Rijkswaterstaat ontwikkelde RijksWateren-EcotopenStelsel (RWES). *"Een ecotopenstelsel is een classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied (watersysteem) op overzichtelijke wijze gerangschikt zijn. Kenmerkend voor een ecotopenstelsel is dat de indelingskenmerken van het stelsel zijn gekoppeld aan beleids- en beheersmaatregelen"* (Bouma et al., 2005). Voor de zoute wateren is dit uitgewerkt in het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1; Bouma et al., 2005). Hiermee kan:

- het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in en vlak boven de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart worden gebracht (actuele situatie);
- voorspeld worden wat de veranderingen in het ecosysteem zouden kunnen zijn als de omgevingsfactoren veranderen als gevolg van inrichtings- en beheersmaatregelen;
- vergeleken worden met een situatie in het verleden, bijvoorbeeld bij evaluaties van de effecten van inrichtings- en beheersmaatregelen.

Het voordeel van het gebruik van een gestandaardiseerde methode is dat de kaarten door de tijd heen onderling vergelijkbaar zijn en dat veranderingen dus betrouwbaar gekwantificeerd kunnen worden. Daarmee is de kaart bruikbaar voor verschillende beleidsdoeleinden (Kers et al., 2013). De ZES.1 systematiek wordt al geruime tijd succesvol in de Westerschelde toegepast (voor 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011 en 2012; Depreiter et al., 2014, Arcadis 2014), is goed gedocumenteerd (Bouma et al., 2005; Kers et al., 2013) en is eerder in de Waddenzee gebruikt (Bouma et al., 2005; Wijsman & Verhage, 2004). Daarom is deze systematiek de eerste keus om voor een geactualiseerde ecotopenkaart van de Waddenzee te gebruiken.

Disclaimer: een ecotopenkaart geeft geen garantie voor de aanwezigheid van een bepaalde levensgemeenschap. Tevens is de validatie van de gekozen klassengrenzen t.b.v. het onderscheiden van levensgemeenschappen een punt van aandacht (zie bijv. Van Wesenbeeck 2007, Van Wesenbeeck et al., 2010, Ysebaert et al., 2009). Dit houdt in dat klassengrenzen in de toekomst mogelijk kunnen veranderen, of dat andere variabelen geselecteerd worden om ecotopen te onderscheiden.



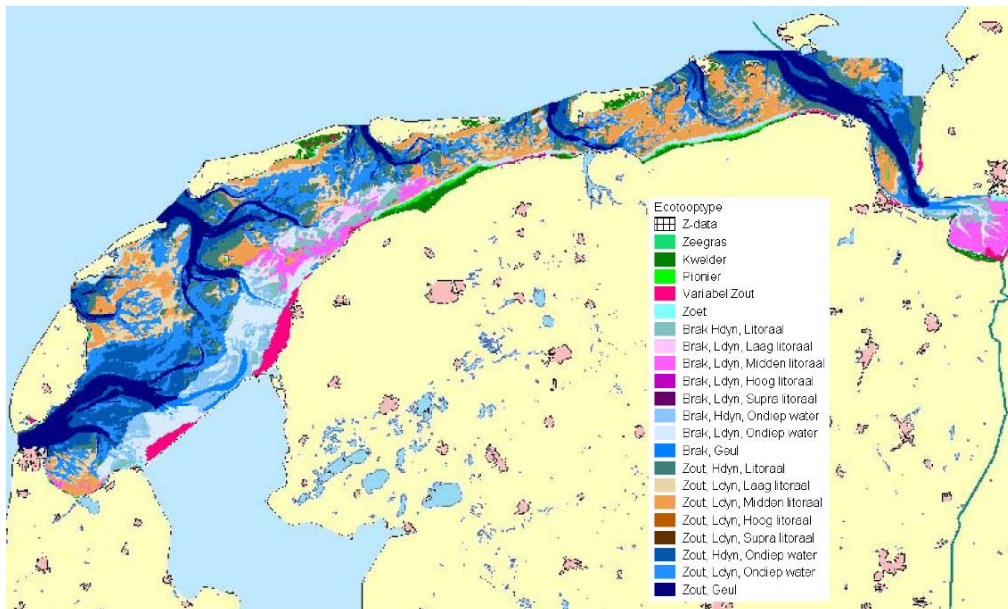
Figuur 1. Overzicht van de bronnen en het mogelijk gebruik van ecotopenkaarten in beleidsinstrumenten en projecten. Overgenomen uit Kers et al. (2013). KRW = Kaderrichtlijn Water, KRMS = Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Ospar = het verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), MONEOS = MONitoring Effecten Ontwikkeling-Schets van het Schelde-estuarium, MWTl = Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands.

1.3 Ecotopenkaarten voor de Waddenzee

In het verleden is al een aantal habitat- en ecotopenkaarten gemaakt voor de Waddenzee (in chronologische volgorde, Tabel 1 en Figuur 2):

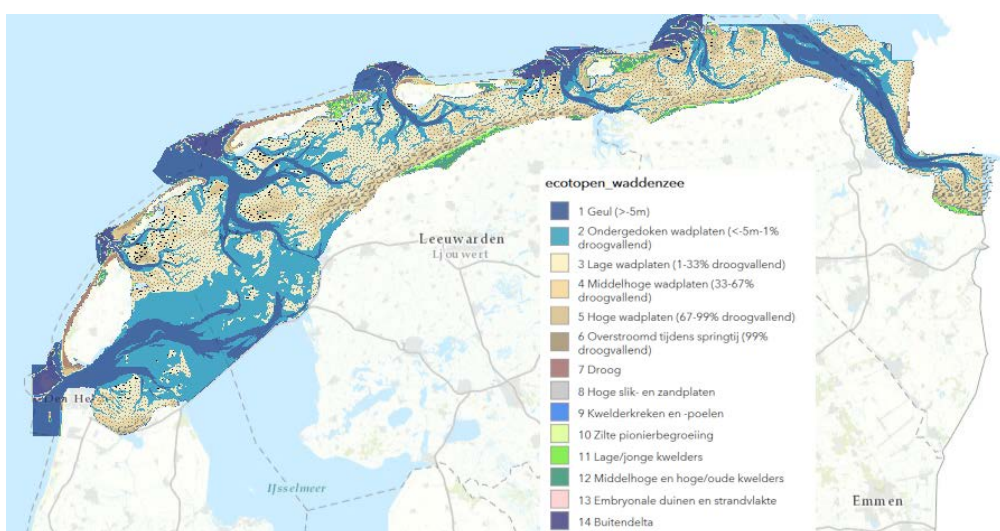
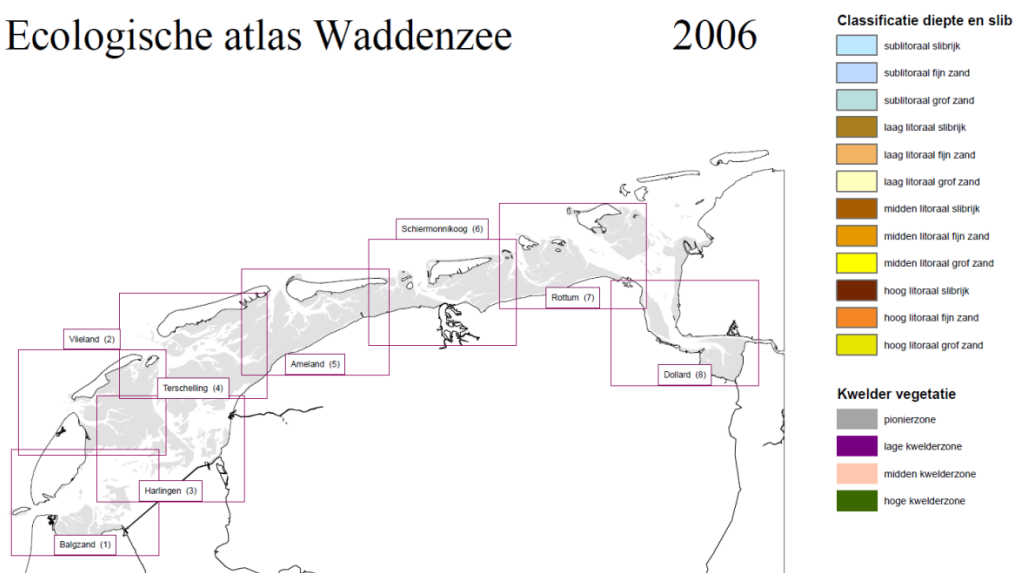
- Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT (Wijsman & Verhage, 2004; Bouma et al., 2005).
- Ecologische Atlas Waddenzee (Dankers et al., 2006): "De klassengrenzen (...) sluiten zoveel mogelijk aan bij deze indeling" (d.w.z. ZES.1).
- Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee – Project WaddenSleutels (Christianen et al., 2015; interactief op <http://www.waddensleutels.nl/>: "De ecotopenkaart, opgesteld binnen Waddensleutels, vertoont overeenkomsten met eerder opgestelde kaarten (o.a. Bouma et al., 2005; Dankers et al., 2006)").

Recentelijk is ook een ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium gemaakt (Ysebaert et al., 2016). Deze volgt de ZES.1-systematiek in de Eems-Dollard, inclusief het Duitse deel. Er bestaat dus een aantal Waddenzee-brede habitat- en ecotopenkaarten. Ze zijn echter allemaal net op een andere manier samengesteld of ze zijn gedateerd. De enige kaart die ook de ZES.1 systematiek volgt is die van Wijsman & Verhage (2004) en die laat de status van de Waddenzee anno 2000 zien (Tabel 1). De andere twee kaarten volgen niet de ZES.1 typologie. Ze nemen bijvoorbeeld niet de parameters zoutgehalte en hydrodynamiek mee in de ecotopenindeling. Beide parameters zijn echter belangrijk in het hiërarchisch classificatiesysteem van ZES.1 omdat ze mede bepalend zijn voor het voorkomen van bodemdieren.



Ecologische atlas Waddenzee

2006



Figuur 2. Screenshot van in het verleden gemaakte ecotopenkaarten van de Waddenzee. Boven: ecotopenkaart van Wijsman & Verhage (2004); midden: ecotopenkaart van Dankers et al. (2006); onder: ecotopenkaart van Christianen et al. (2015). Voor details en legenda wordt verwezen naar de originele rapporten.

Tabel 1. Overzicht van beschikbare ecotopenkaarten voor de Waddenzee

Kaart	Methodiek	Bathymetrie	Opmerkingen	Referentie
Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT	ZES	Bathymetrie 1997-2002	Kwelders niet verder opgedeeld in lage, middelhoge, hoge kwelder; geen sedimentsamenstelling meegenomen.	Wijsman & Verhage, 2004
Ecologische Atlas Waddenzee	Aangesloten op ZES.1	Bathymetrie 1997-2002	Geen zoutgehalte en hydrodynamiek meegenomen; wel onderverdeling in slibrijk, fijn zand en grof zand, ook voor sublitoraal.	Dankers et al., 2006
Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee	Overeenkomsten met ZES.1	Bathymetrie 2003-2008	Andere droogvalduurklassen (1-33%, 33-67%, 67-99%); geen zoutgehalte en hydrodynamiek meegenomen; onderscheid in slikkig, fijn zand, grof zand volgens eigen indeling; andere benamingen voor ecotopen.	Christianen et al., 2015

1.4 Doel

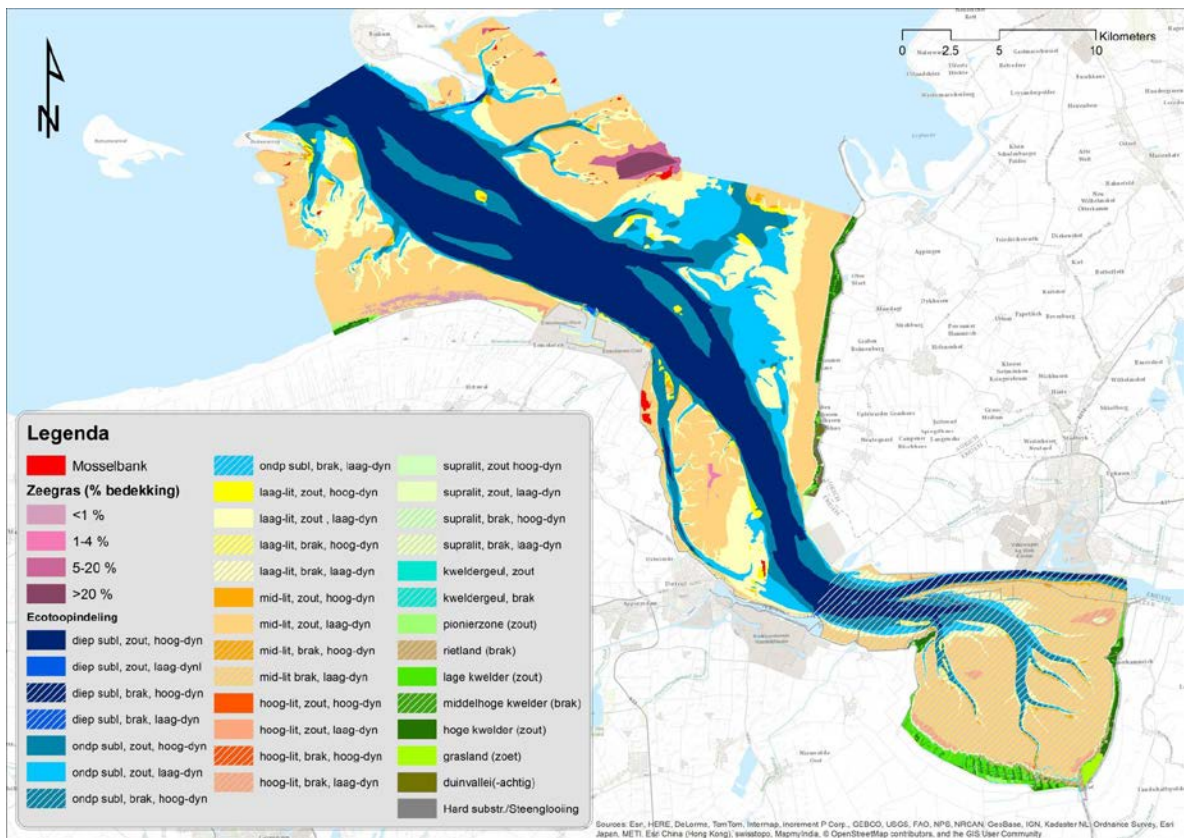
Dit rapport heeft de volgende doelen:

- Beschrijven van een actuele ecotopenkaart voor de Waddenzee inclusief het Eems-Dollard estuarium, volgens de ZES.1 methodiek.
- Beschrijven van de oppervlaktes aan ecotopen in de gehele Waddenzee en per kombergingsgebied.
- Vergelijken van deze kaart met die van de situatie rond 2000 (Wijsman & Verhage, 2004) en analyseren van veranderingen in de oppervlaktes ecotopen.

1.5 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de methode voor het maken van de kaart uitgelegd, inclusief waar eventuele keuzes gemaakt zijn die afwijken van ZES.1. In Hoofdstuk 3 worden de resulterende kaartlagen en de uiteindelijke ecotopenkaart gepresenteerd en worden kaart en methode vergeleken met de kaart van de situatie rond 2000 van Wijsman & Verhage (2004). In Hoofdstuk 4 volgen enkele aanbevelingen en conclusies.

De aanpak is zo veel mogelijk identiek aan die van de door Ysebaert et al. (2016) vervaardigde ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium, Figuur 3. De kaart van de Eems-Dollard wordt opgenomen in de ecotopenkaart van de gehele Waddenzee.



Figuur 3. Ecotopenkaart van het Eems-Dollard estuarium volgens de ZES.1 typologie. Bron: Ysebaert et al., 2016 (<http://edepot.wur.nl/368952>).

2 Methoden

2.1 Zoutwater Ecotopen Stelsel (ZES.1)

Achtergrondinformatie over ZES.1 en het opstellen van ecotopenkaarten is terug te vinden in Bouma et al. (2005) en Kers et al. (2013). Hier volgt een samenvatting:

Het ZES.1 ecotopenstelsel is een hiërarchisch classificatiesysteem, dat is opgebouwd uit een zestal structurerende abiotische indelingskenmerken (Bouma et al., 2005). In volgorde van toepassing zijn dat:

- zoutgehalte (gemiddelde en variatie);
- substraat 1 (hard, zacht);
- diepte 1 (sublitoraal, litoraal of supralitoraal);
- hydrodynamiek (lineaire stroomsnelheid);
- diepte 2 (diep/ondiep in het sublitoraal, droogvalduur in het litoraal);
- substraat 2 (sedimentsamenstelling).

De hiërarchische ordening van de abiotische indelingskenmerken is gebaseerd op het idee dat factoren die hoger in de hiërarchie staan sterker de ruimtelijke variatie in het voorkomen van bijvoorbeeld bodemfauna bepalen, dan factoren lager in de hiërarchie. Zo wordt verondersteld dat de mate van hydrodynamiek belangrijker is voor het voorkomen van bodemfauna dan de sedimentsamenstelling, mede omdat de sedimentsamenstelling voor een groot deel volgt uit de hydrodynamiek. Bij elk abiotisch indelingskenmerk is een variabele gekozen waarmee dat kenmerk in kaart kan worden gebracht. Per variabele zijn vervolgens klassengrenzen bepaald waar het ene ecotoop overgaat in het andere (Bouma et al., 2005).

2.2 Opstellen ecotopenkaart

Als uitgangspunt voor het opstellen van de ecotopenkaart worden zoveel mogelijk de stappen gevolgd zoals recent beschreven in de Dienstbeschrijving Zoute Ecotopenkartering, opgesteld voor de Westeren Oosterschelde (Kers et al., 2013). Soms moeten echter afwijkende keuzes gemaakt worden omdat de lokale omstandigheden anders zijn of andere gegevens beschikbaar zijn. Dit rapport volgt daarmee zo veel mogelijk de werkwijze van de Ecotopenkaart van het Eems-Dollard estuarium (Ysebaert et al., 2016), en wijkt alleen af waar dat op basis van beschikbare data (bijvoorbeeld zoutgehalte) of andere karakteristieken (bijvoorbeeld getijverschil) noodzakelijk is.

De ecotopen worden in kaart gebracht door in ArcGIS de basiskaarten (dat wil zeggen de kaarten van de bovengenoemde abiotische indelingskenmerken) te classificeren volgens de grenswaarden van de ecotopen en deze daarna te combineren. De beleids- of onderzoeksvraag en de gewenste kaartschaal bepalen vervolgens tot welk detailniveau de ecotopenklassen worden afgebeeld. Omdat de kaart als GIS-bestand beschikbaar is gemaakt, kan de gebruiker zelf de schaal bepalen. In dit rapport wordt de ecotopenkaart gedetailleerd gepresenteerd. Een minder gedetailleerde kaart (vereenvoudigde ZES.1 typologie) is als bijlage opgenomen.

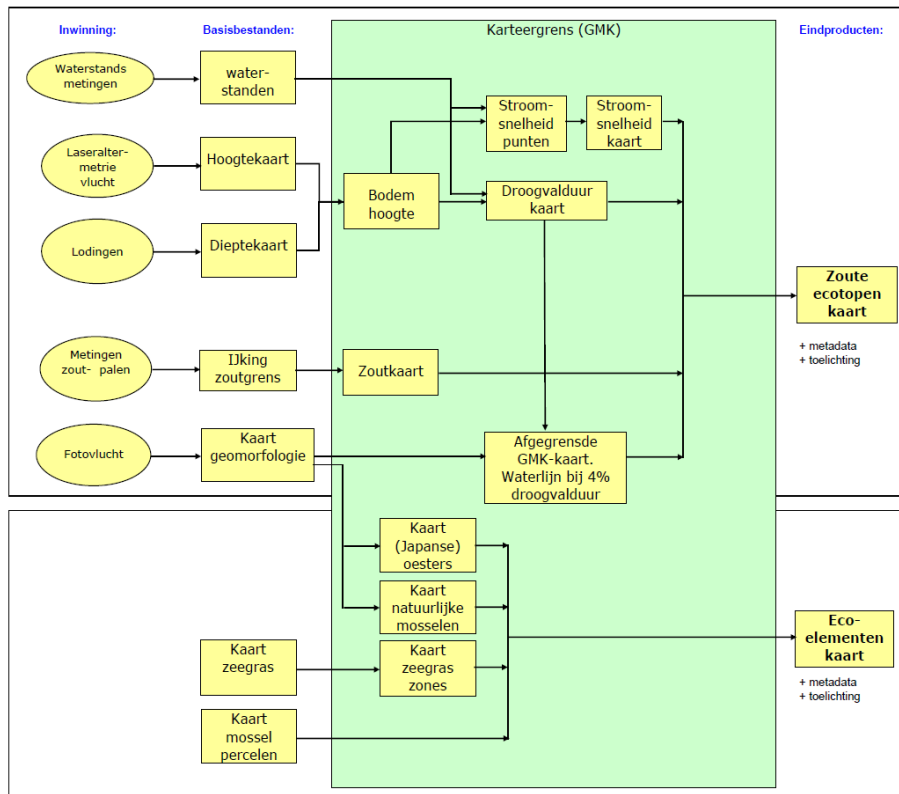
Sommige abiotische variabelen volgen direct uit een kaart, andere moeten afgeleid/berekend worden uit andere kaarten. In de praktijk worden de volgende kaarten van fysische parameters gebruikt (Kers et al., 2013):

- bodemhoogte:
 - diepte in het sublitoraal (op basis van (vak)lodingen);
 - hoogte in het litoraal (op basis van laseraltimetrie);
- waterstanden;
- droogvalduur (de combinatie van waterstanden en dieptekaart);
- zoutgehalte (uit modellen of interpolatie van metingen);
- stroomsnelheden (uit modellen of interpolatie van metingen);

- sedimentsamenstelling.

In de Westerschelde wordt gebruik gemaakt van een geomorfologische kaart (GMK genoemd in Figuur 4) op basis van luchtfoto's als indicatie voor de mate van (hydro)dynamiek in het litoraal. Een dergelijke kaart is voor de Waddenzee niet beschikbaar, zodat gebruik wordt gemaakt van modellering van de stroomsnelheden.

Op basis van de fysische parameters wordt een ecotopenkaart gemaakt. Vervolgens worden daaraan zogenaamde eco-elementen toegevoegd (Bouma et al., 2005). Dit zijn zeegrasvelden en banken van mosselen en oesters. Hoe al deze stappen in zijn werk gaan staat schematisch weergegeven in Figuur 4 (Kers et al., 2013).



Figuur 4. Werkschema ecotopenkaart (incl. eco-elementen) volgens ZES. 1. Overgenomen uit Kers et al. (2013).

2.3 Gebiedsafbakening

Het karteergebied voor het opmaken van de ecotopenkaart in dit rapport bestaat uit het PKB (planologische kernbeslissing)-gebied Waddenzee (Ministerie van VROM, 2007). Omdat de PKB-grens het Eems-Dollard estuarium splitst is het karteergebied aangevuld met het Duitse deel van de komberging van de Eems-Dollard, zoals gerapporteerd in Ysebaert et al. (2016). Ook is een aanvulling gemaakt voor delen op de Waddeneilanden die niet binnen de PKB vallen, maar wel ecotopen voor strand, duin of kwelder bevatten (bijvoorbeeld de Slufter op Texel en de Cupidopolder op Terschelling).

De begrenzing aan de zeezijde wordt gevormd door een rechte lijn tussen de zeegaten, volgens de PKB-grens. De begrenzing aan de oostzijde ligt op het wantij van Borkum. De begrenzing aan de zuidzijde volgt de PKB-grens.

Binnen het kaartgebied worden kombergingsgebieden onderscheiden, die min of meer unieke ruimtelijke eenheden binnen het Waddengebied representeren. Er zijn verscheidene kaarten van kombergingen in omloop (Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), intern Wageningen Marine Research (WMR, voorheen IMARES), aangepaste CWSS-kaart voor Quality Status Report Salt Marshes), die geen van alle het volledige PKB-gebied bestrijken, en bovendien niet allemaal dezelfde

grenzen (wantijen) hanteren. Er bestaat ook een kombergingsindeling gemaakt voor de WaddenNatuurkaart van Waddensleutels die tevens delen van de buitendelta's omvat.

Bij de vervaardiging van de ecotopenkaart volgens de ZES.1 typologie bleek dat er behoefte is aan een nieuwe, door de Beheerraad Wadden overeengekomen, kaart voor kombergingsgebieden. Een nadere keuze voor hierin op te nemen eenheden moet nog gemaakt worden en zal mede worden bepaald door de PKB-grens en de opname van supralitorale delen als kwelders en duingebieden. Omdat het genereren van een door de Beheerraad Wadden geaccepteerde, correcte, en actuele kombergingskaart niet binnen dit project was voorzien, is er in dit rapport voor gekozen de bestaande kaart van WMR te gebruiken, Figuur 5. Voor de grens tussen de kombergingsgebieden van Schild/Lauwers en de Eems-Dollard is het wantij van Rottumeroog gebruikt zoals dat in de Ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium is aangegeven (Ysebaert et al., 2016). Het verschil tussen de PKB-grens en de kombergingsgebieden in Figuur 5 is relevant voor de (totale) oppervlaktes aan ecotopen binnen deze deelgebieden.



Figuur 5. Gebiedsgrens voor het PKB-gebied Waddenzee en kombergingen gebruikt in deze studie.

2.4 Beschikbare data en kaartbewerking

Bij het vervaardigen van de ecotopenkaart Waddenzee maken we gebruik van reeds bestaande basiskaarten. Deze basiskaarten zijn niet allen even actueel. En omdat de Waddenzee sterk veranderlijk is, werkt het in de praktijk niet om van alle basisinformatie de meest recente kaart te gebruiken, omdat de tijd tussen de inwinmomenten van de kaarten dan te groot kan zijn. Sommige gegevens worden jaarlijks ingewonnen, terwijl andere een cyclus van 6 jaar of meer hebben. Het combineren van kaarten met te veel verschillende inwinmomenten zou leiden tot rare patronen op plaatsen waar de abiotische veranderingen snel verlopen, zoals bij geulen.

Doorslaggevend in een ecotopenkaart is de onderliggende bathymetrie. In deze kaart is deze gebaseerd op de vaklodingen van 2006-2012 (Waddenzee cyclus 5; Elias & Wang, 2013). De overige gebruikte basiskaarten vallen binnen deze periode (2006-2012) met uitzondering van kaarten voor het

Eems-Dollard estuarium, waarvoor ook hydrodynamische modelgegevens zijn gebruikt die betrekking hebben vóór deze periode. Het volledige overzicht van de bronnen van de kaarten is gegeven in Bijlage 1. De ecotopenkaart van de Eems-Dollard (Ysebaert et al., 2016) is één op één overgenomen in de huidige ecotopenkaart en is gebaseerd op dezelfde bathymetrie.

2.4.1 Zoutgehalte

In de ZES.1 systematiek is het zoutgehalte beschreven door twee parameters: het gemiddelde zoutgehalte en de zoutvariatie. Basisgegevens voor het zoutgehalte zijn bepaald uit modelresultaten van het driedimensionale GETM-GOTM model Dutch Wadden Sea. Dit model is vervaardigd door NIOZ, Deltares en IOW (Duran-Matute et al., 2014) en is gekalibreerd op basis van meteogegevens van modeljaar 2009. De gebruikte bathymetrie bestaat uit een compositie van vaklodingen uit diverse jaren, voornamelijk uit de jaren 2008 t/m 2012. Het komt daarmee overeen met de Waddenzee cyclus 5 bathymetrie (Elias & Wang, 2013). De modelresultaten bevatten de maximale stroomsnelheid en de minimale, maximale en gemiddelde saliniteit per maand in 2009.

Het jaargemiddelde zoutgehalte aan de bodem¹ is gebruikt om te bepalen of een gebied 'zoet' (saliniteit < 0,5 ‰), 'brak' (saliniteit 0,5 – 18 ‰) of 'zout' (> 18 ‰) is. In Bouma et al. (2005) is een grens voor zoetwater gelegd bij 5,4 ‰, de grens tussen het mesohalien (brak) en oligohalien (zwak brak). In dit rapport is dezelfde werkwijze gevolgd als in Ysebaert et al. (2016) en is ook het zwak brakke gebied tot de brakke zone gerekend hetgeen resulteert in een grens van 0,5 ‰ voor zoet water.

De zoutvariatie is bepaald uit de maandgemiddelde waarden. Er is berekend of het zoutgehalte 'stabiel' of 'variabel' is, waarbij voor 'variabel' geldt: $(4 \times \text{standaarddeviatie}) / \text{gemiddelde} > 1$. de combinatie van zout/brak en stabiel/variabel levert in de Waddenzee vier klassen op.

Het modeldomein van GETM reikt oostwaarts tot aan Rottumerplaat en bevat niet de Eems-Dollard, zelfs de kombergingsgebieden van Schild/Lauwers worden niet volledig gedekt. Voor deze kombergingsgebieden zijn dezelfde onderliggende dataset en grenswaarden gebruikt als voor de ecotopenkaart Eems-Dollard. Het zoutgehalte en de variatie daarin is gebaseerd op modelberekeningen gedaan in het GeoValley project Alkyon/Arcadis. Er is een kaart beschikbaar van een gemiddeld nat jaar (voor 1988) en een gemiddeld droog jaar (voor 1992), zie Ysebaert et al. (2016).

Het zoutgehalte van water is ook van invloed op kwelderecotopen. Dit is op twee manieren bepaald: via de zoutkaart (hydrodynamische modellering) en via de vegetatietypen zelf. De eerste geeft een schatting van het zoutgehalte van het overstromende water, het tweede representeert de condities op de standplaats zelf. Deze twee kunnen in schijnbare tegenspraak zijn, omdat de hoogte van de bodem en daarmee de overvloedingsfrequentie een belangrijke factor is voor hoeveel zoutstress de vegetatie werkelijk ondergaat. Een hooggelegen deel van de kwelder, dat af en toe met zout zeewater wordt overstroomd, ontwikkelt bijvoorbeeld een zoete vegetatie, terwijl een laaggelegen deel in een brakke omgeving een zoute (zouttolerante) vegetatie kan ontwikkelen.

2.4.2 Bodemhoogte en diepteklassen

Op basis van de bodemhoogte, waterstanden en kwelderkaarten wordt het gebied ingedeeld in diepte- en hoogteklassen. De bathymetriekaart is vervaardigd in 2012 door Deltares op basis van de vaklodingen Waddenzee van Rijkswaterstaat (cyclus 5, Elias & Wang 2013). De vaklodingen komen uit diverse jaren voor diverse deelgebieden en worden in een cyclus van zes jaar ingewonnen. Deze bathymetrie is representatief voor de periode 2006-2012 en is beschikbaar voor de gehele Waddenzee inclusief Eems-Dollard (vakloding 2008). Waterstandsgegevens zijn beschikbaar voor verscheidene

¹ De gebruikte data betreffen het zoutgehalte aan de bodem, en niet die aan het oppervlakte. Dit omdat het zoutgehalte aan de bodem zowel relevant is voor de bodemgemeenschap als voor de waterkolom.

Rijkswaterstaat meetstations van het Landelijk Meetnet Water in de Waddenzee. De kwelderkaarten worden in meer detail behandeld in het onderdeel Kwelders (paragraaf 2.4.4).

Voor de indeling in diepte- en hoogteklassen is eerst onderscheid gemaakt tussen de klassen sublitoraal, litoraal en supralitoraal. De grens tussen sublitoraal en litoraal is gekozen conform ZES.1 (Kers et al., 2013) op 4% droogvalduur, die tussen litoraal en supralitoraal (schorren, kwelders en duinen) op 85% droogvalduur. Hiervoor is gebruik gemaakt van de tool InterTides², waarin de werkelijke waterstanden over het jaar 2012 zijn geïnterpoleerd tussen de getijstations en gecombineerd met de bathymetrie. De drie klassen worden verder onderverdeeld op basis van respectievelijk diepte (binnen het sublitoraal), droogvalduur (binnen het litoraal) en vegetatiekarakteristieken (binnen het supralitoraal) (Tabel 2):

- Binnen het sublitoraal ligt de grens volgens ZES.1 tussen ondiep en diep sublitoraal 5 meter onder GLWS (Gemiddeld Laag Water Springtij) (Kers et al., 2013). GLWS varieert in de Waddenzee in de ruimte. Vanwege de eenvoud (op deze diepte maakt een decimeter meer of minder niet veel uit in een kaartbeeld) en consistentie met Wijsman & Verhage (2004), is een waarde van -6.3 m NAP aangehouden voor de Waddenzee. Voor de Eems-Dollard, met een duidelijk grotere getijslag, is de eerder gebruikte waarde van -7 m NAP aangehouden (Ysebaert et al., 2016).
- In het litoraal worden hoge, middelhoge en lage ecotopen nader onderscheiden op basis van hun droogvalduur (Tabel 2).
- In het supralitoraal, dat voornamelijk bestaat uit kwelders en opgebrachte grond, worden de zones gebaseerd op de vegetatietypen uit de kwelderkaart (zie het onderdeel Kwelders). Waar kwelders aanwezig zijn wordt ook de overgang tussen litoraal en supralitoraal in de praktijk op kwelderkaart gebaseerd, namelijk als de grens tussen de pre-pionierzone (< 5 % vegetatiebedekking) en de pionierzone (> 5 % vegetatiebedekking).

Tabel 2. Diepte- en hoogteklassen

Classificatie	Bepaald door	Grenswaarden	Opmerkingen
Supralitoraal	Droogvalduur en kwelderzones	Boven GHWD ¹ , in praktijk >85 % droogvalduur en conform kwelderkaart	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides ² en op kwelderkaart.
Hoog litoraal	Droogvalduur	75 tot 85 %	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides. Bovengrens in praktijk gebaseerd op kwelderkaart.
Midden litoraal	Droogvalduur	25 tot 75 %	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides.
Laag litoraal	Droogvalduur	GLWS ³ tot 25% droogvalduur, in praktijk 4-25 % droogvalduur	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides.
Ondiep sublitoraal	Bathymetrie	5 m onder GLWS tot GLWS (< 4 % droogvalduur)	Ondergrens komt op -6.3 m NAP (Waddenzee) en -7 m NAP (Eems-Dollard) Bovengrens ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides
Diep sublitoraal	Bathymetrie	Dieper dan 5 m onder GLWS	Ondergrens -6.3 m NAP (Waddenzee) en -7 m NAP (Eems-Dollard)

¹ Gemiddeld hoogwater doortij

² <http://www.walterwaddenmonitor.org/tools/intertides/>

³ Gemiddeld laagwater springtij

² <http://www.walterwaddenmonitor.org/tools/intertides/>

In de uiteindelijke kaart kwamen kleine stukken voor die niet waren gedekt door de WaLTER-tool Intertides. Het gaat hier met name om stukken in de zeegaten en langs het Noordzeestrand, die veelal ook buiten het PKB-gebied vallen. Voor deze gedeeltes is gebruikt gemaakt van een indeling op basis van Waddenzee-gemiddelde waarden voor GLWS van -1.17 m NAP en GHWD van 0.69 m NAP, berekend uit getijgegevens per meetstation uit de Getijtafels voor Nederland 2016 (RWS).

2.4.3 Hydrodynamiek

In de ZES.1 systematiek is hydrodynamiek beschreven door de maximale lineaire stroomsnelheid (dit betreft dus niet de orbitale snelheid door golven). Basisgegevens voor de hydrodynamiek (stroomsnelheid) zijn bepaald uit modelresultaten van het driedimensionale GETM-GOTM model Dutch Wadden Sea (Duran-Matute et al., 2014). Conform ZES.1 is een maximale lineaire stroomsnelheid aan de bodem groter dan 0,8 m/s 'hoogdynamisch', lager dan deze waarde is 'laagdynamisch' (Bouma et al., 2005).

Voor de gebieden buiten volledige dekking van GETM-GOTM (de Eems-Dollard en delen van de kombergingsgebieden van Schild/Lauwers) is opnieuw gebruik gemaakt van de stroomsnelheidskaart op basis van modelberekeningen door Alkyon/Arcadis die ook voor de Eems-Dollard ecotopenkaart gebruikt is (Ysebaert et al., 2016).

2.4.4 Kwelders

Binnen ZES.1 wordt onderscheid gemaakt tussen pionierzone, lage kwelder, middelhoge kwelder en hoge kwelder. Deze worden gedefinieerd op basis van overspoelingsfrequentie of vegetatiezonering. Voor de kwelders in de Waddenzee zijn vegetatiekaarten beschikbaar, zodat er voor is gekozen de vegetatiezonering te gebruiken. Alle Nederlandse kwelders worden roulerend, in een cyclus van zes jaar, gekarteerd (VEGWAD-programma van Rijkswaterstaat³). De kaarten van de Waddenzee kwelders bestrijken 2008 tot 2012 (Tabel 3.).

Dit betekent dat recent ontwikkelde kwelders, zoals bij Westhoek (Friesland), niet in de ecotopenkaart zijn opgenomen.

Om in lijn te blijven met de ecotopenkaart van de Eems-Dollard, waar ook de Duitse kwelders in zijn opgenomen, is ervoor gekozen om de internationale TMAP vegetatietypologie als basis te gebruiken (Trilateral Monitoring and Assessment Programme, Petersen et al., 2014, zie ook Ysebaert et al., 2016). De TMAP-klassen zijn vervolgens toegedeeld aan de klassen van ZES.1 volgens de tabel in Bijlage 2. In het zoute gebied is de middelhoge kwelder echter niet als aparte klasse opgenomen, omdat de TMAP-classificatie geen onderscheid meer maakt tussen middelhoge en hoge kwelder, maar alleen tussen lage en hoge kwelder. In het zoute gebied komen dus lage kwelder en middelhoge/hoge kwelder voor. In het brakke gedeelte wordt wel onderscheid gemaakt tussen laag, middelhoog en hoog, maar in dit gebied is in werkelijkheid enkel sprake van middelhoge kwelder. Daarnaast is rietland als aparte ecotoop meegenomen. Reden hiervoor is dat de sterk afwijkende structuur van het rietland ten opzichte van de andere kweldervegetaties tot een ander leefgebied voor bijvoorbeeld (broed)vogels leidt. De indeling van TMAP is verder niet altijd representatief voor het bepalen van hoogtezones, omdat bijvoorbeeld door *Elytrigia atherica* gedomineerde vegetatie tot de hoge kwelder wordt gerekend, ook als deze relatief laag in het veld groeit (pers. comm. Bas Kers, Rijkswaterstaat).

Een nieuw toegevoegde klasse is die van de duinen. Dit is gedaan omdat deze in de vegetatiekaarten meestal mee worden gekarteerd en ze de rand van het supragetijdegebied op de eilanden vormen. Ook liggen er soms duinen binnen kweldervegetaties. Waar bekend zijn ook duinvalleiachtige vegetaties benoemd.

³ <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/natuur-en-milieu/kwelders/inwinning-en-monitoring.aspx>

Tabel 3. Vegetatiekaarten van de kwelders van de Waddenzee en hun opnamejaar

Gebied	Opnamejaar
Noord-Holland	2011
Texel incl. Slufter	2011
Boschplaat (Terschelling Oost)	2012
Griend	2012
Kroonspolder, Westerveld (Vlieland)	2009
Noordvaarder, Groene Strand (Terschelling West)	2009
Friese en Groningse kwelders	2008
Ameland	2008
Schiermonnikoog	2010
Rottumeroog/-plaat, Zuiderduin	2010
Eems-Dollard	2012 (Nederland) en 2009 (Duitsland)

2.4.5 Sediment en hard substraat

In de ZES.1-systematiek bestaat een aanvullend fijnste niveau van de sublitorale en litorale habitats voor substraat, te weten: 'slibrijk', 'fijn zand', 'grof zand' of 'grind' (Bouma et al., 2005). Dit fijnste niveau is niet toegepast bij de ecotopenkaart van Wijsman en Verhage (2004) en ook niet bij de recente ecotopenkaart van de Eems-Dollard (Ysebaert et al., 2016). Voor de Waddenzee bestaan actuele sedimentmonsters uit het SIBES-project, waarin jaarlijks sedimentmonsters worden genomen in het litoraal (niet in het sublitoraal) op een regelmatig grid van 500 x 500 m. Met een sediment steekbuisje wordt per locatie één monster genomen tot een diepte van 4 cm⁴. Voor de voorliggende ecotopenkaart is de SIBES-dataset uit 2011 gebruikt zoals die door NIOZ is aangeleverd.

⁴<https://www.nioz.nl/files/afdelingen/MEE/SIBES/Publications%20and%20reports/Factsheet%20meetprogramma%20B27.pdf>

De sedimentsamenstelling is verdeeld in de klassen slibrijk, fijn zand, grof zand. Grind komt niet voor in de Waddenzee. De kaartlaag voor sedimentsamenstelling is als optionele overlay aan de kaart toegevoegd.

Hard substraat is gebaseerd op de kaart van steenglooiingen van Rijkswaterstaat (zie Figuur 48 in Jongbloed et al., 2011).

2.4.6 Eco-elementen

Aan de ecotopenkaart zijn de eco-elementen zeegras en mossel/oesterbanken toegevoegd. Zeegrasareaal voor Groot en Klein Zeegras is voor Nederland gebaseerd op Tolman & Van den Berg (2012, toestand 2011) en voor Duitsland op Küfog et al. (2014, toestand 2013).

Voor de arealen mosselbanken, gemengde mossel/oesterbanken en oesterbanken op Nederlands grondgebied is gekozen voor de toestand in 2012, gebaseerd op de bestandsopnames uit het WOT onderzoeksprogramma (Wettelijke Onderzoekstaken van het ministerie van EZ), uitgevoerd door Wageningen Marine Research. Voor de arealen mosselbanken op Duits grondgebied (toestand 2011) is gebruik gemaakt van data van het Nationalpark⁵. Kweekpercelen van mosselen zijn niet in de kaart opgenomen.

⁵ http://www.nationalpark-wattenmeer.de/nds/service/publikationen/1130_muschelwildb%C3%A4nke-von-borkum-bis-cuxhaven-gis-daten

3 Resultaten

3.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden eerst de onderliggende kaarten gepresenteerd zoals deze zijn gebruikt om de ecotopen te definiëren (hoofdstuk 3.2). In hoofdstuk 3.3 wordt vervolgens de complete ecotopenkaart met eco-elementen gegeven en wordt een vergelijking gemaakt met de situatie omstreeks het jaar 2000.

3.2 Gebruikte kaartlagen

3.2.1 Zoutgehalte

De classificatie van de zoutgehaltes resulteert in de kaartlagen van Figuur 6 en Figuur 7. Het grootste deel van het gebied is zout, maar er komen ook brakke gebieden voor in de Eems-Dollard, bij de spuisluizen van Kornwerderzand en Den Oever (Afsluitdijk) en langs een deel van de vastelandskwelders. Dit zijn ook de gebieden waar variabele zoutgehaltes (zowel in het brakke als zoute deel) voorkomen.



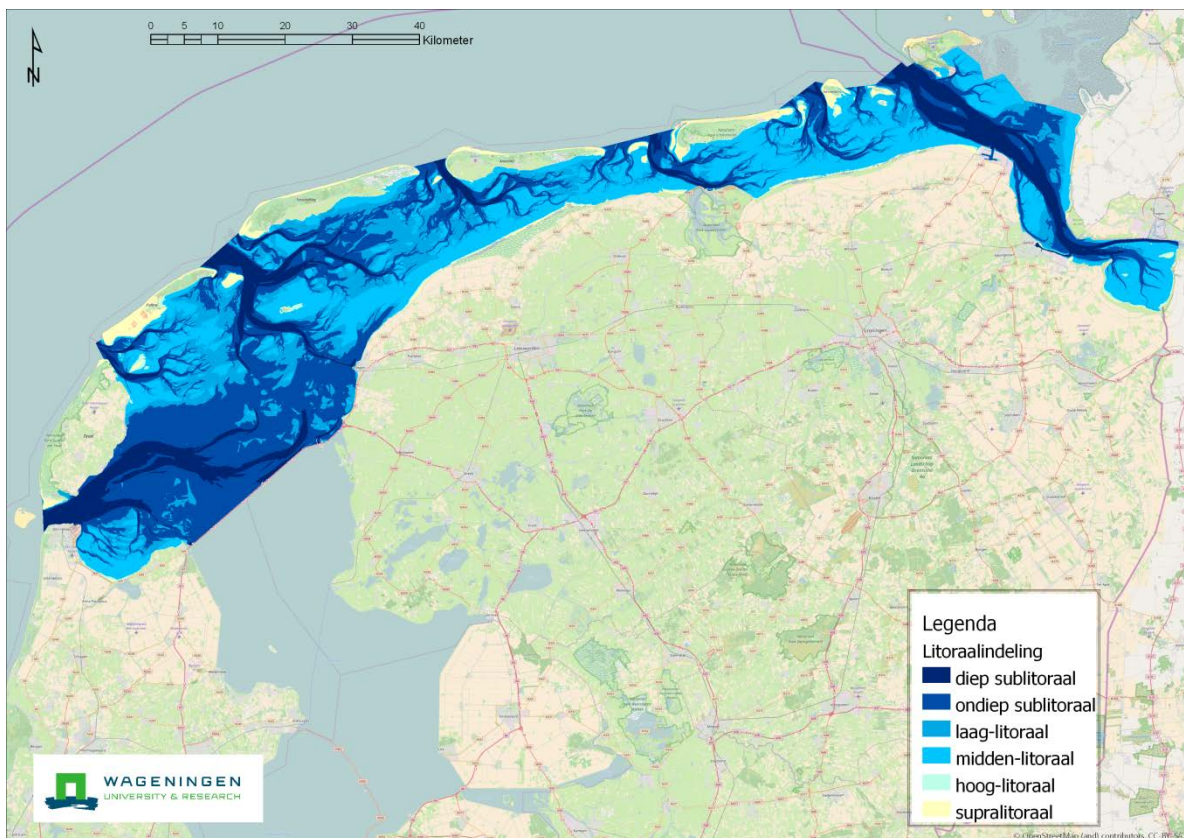
Figuur 6. Gemiddelde zoutgehalte in de Waddenzee. Databron: Duran-Matute et al. (2014).



Figuur 7. Zoutvariatie in de Waddenzee. Databron: Duran-Matute et al. (2014).

3.2.2 Bodemhoogte en diepteklassen

De indeling in bodemhoogtes en diepteklassen voor het (sub)litoraal, gebaseerd op bathymetrie en droogvalduur is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8. Diepteklassen van sublitoraal, litoraal en supralitoraal in de Waddenzee. Databron: RWS vaklodingen 2006-2012.

3.2.3 Hydrodynamiek

Hoog- en laagdynamische gebieden op basis van de maximale lineaire stroomsnelheid zijn weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9. Hydrodynamiek in de Waddenzee. Databron: Duran-Matute et al. (2014).

3.2.4 Kwelders

De kwelderkaart (Figuur 10) is toegevoegd aan de hoogtekaart volgens de classificatie van ecotopen zoals weergegeven in Bijlage 2. De aanduiding zoet, brak of zout heeft betrekking op het type vegetatie in de kwelder, niet op het zoutgehalte van het water.



Figuur 10. Kwelderindeling in de Waddenzee. Databron: RWS VEGWAD programma.

3.2.5 Sediment

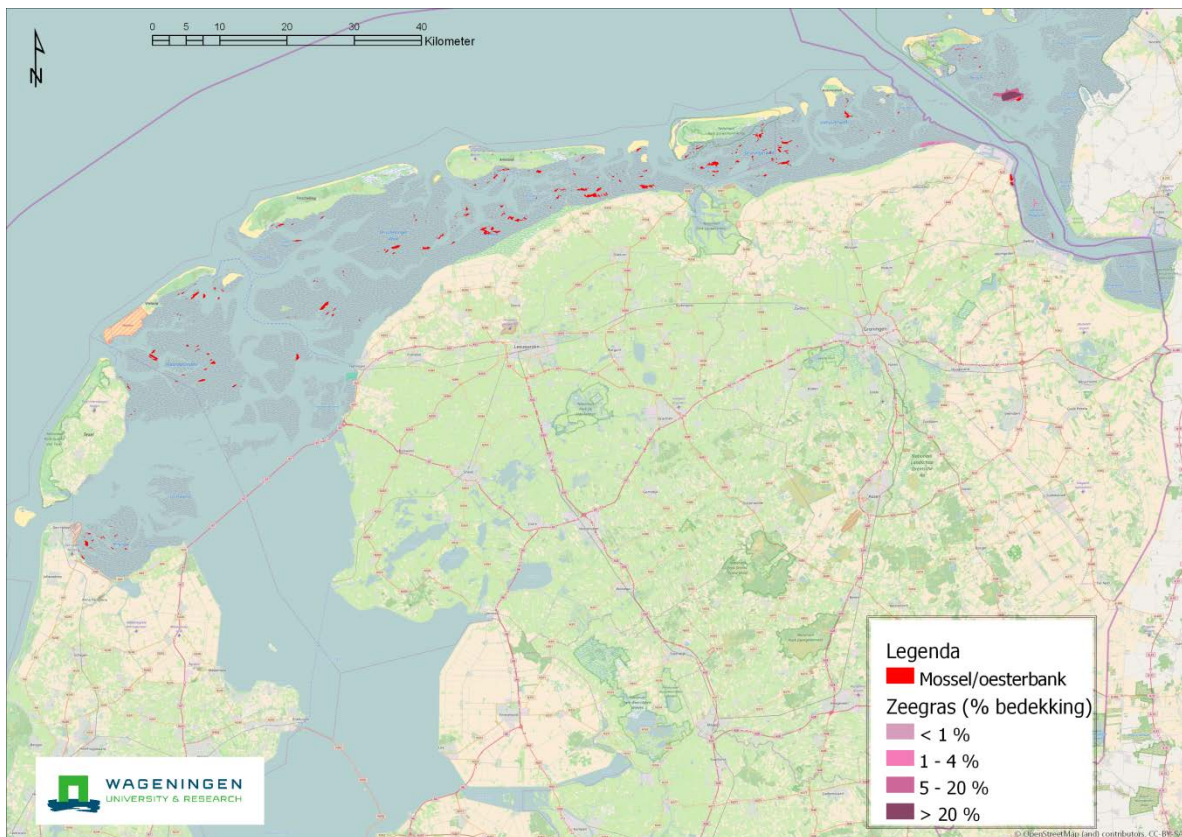
Het voorkomen van de drie sedimentklassen in het litoraal volgens de ZES.1 typologie is aangeleverd door NIOZ en is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11. Sedimentsamenstelling in het litoraal van de Waddenzee. Databron: NIOZ/SIBES.

3.2.6 Eco-elementen

Mosselbanken, gemengde mossel/oesterbanken en oesterbanken zijn samengevoegd tot mossel/oesterbank in Figuur 12. Zeegras is op de kaart aangegeven in percentage bedekking, ook waar het in lage dichtheden (rond 1%) voorkomt (of in 2011 nog voorkwam). Eco-elementen worden als extra laag op de ecotopen gelegd en maken geen onderdeel uit van de ecotopenclassificatie.



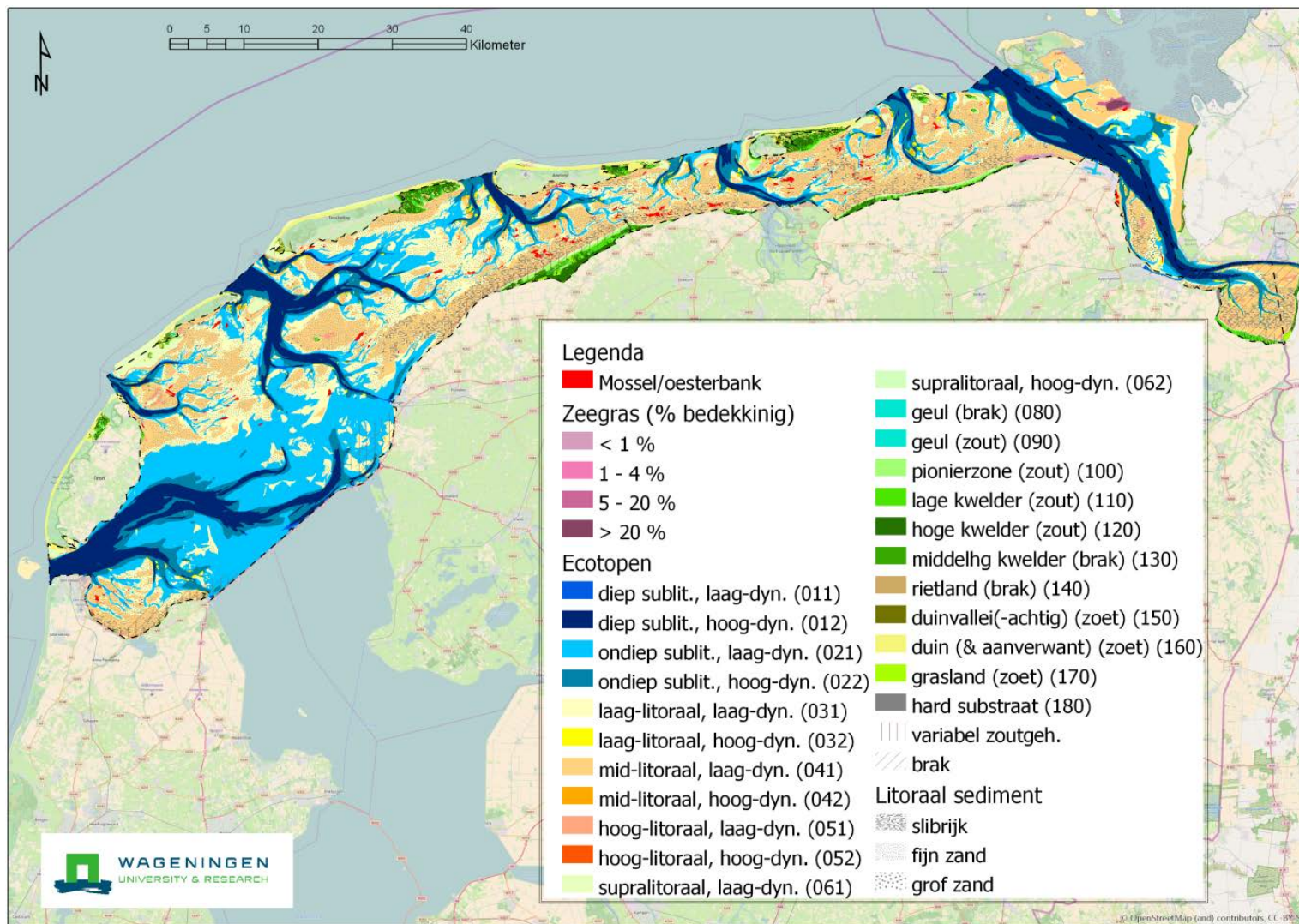
Figuur 12. Eco-elementen mossel/oesterbanken en zeegras in de Waddenzee. Databron mossel- en oesterbanken: Wageningen Marine Research, databron zeegrasvelden: RWS.

3.3 Ecotopenkaart en oppervlaktes ecotopen

3.3.1 Nieuwe ecotopenkaart

De hierboven beschreven GIS-kaarten zijn gecombineerd tot een nieuwe ecotopenkaart op basis van de ZES.1 typologie, inclusief eco-elementen, die is gepresenteerd in Figuur 13. Deze kaart laat de ecotopen zien in het PKB-gebied Waddenzee uitgebreid met het Duitse deel van de Eems-Dollard. In Bijlage 3 staan de ecotopenkaarten gepresenteerd per deelgebied en in Bijlage 4 is de ecotopenkaart volgens de vereenvoudigde ZES.1 typologie gepresenteerd. Bijhorende oppervlaktes van de onderscheiden ecotopen voor het PKB-gebied en per kombergingsgebied worden onderstaand gerapporteerd en staan verder uitgewerkt in Bijlage 5. In Bijlage 6 staan de GIS-bewerkingen beschreven.

De ecotopenkaart Waddenzee is publiek digitaal beschikbaar via ArcGIS online. Ga hiervoor naar <http://www.arcgis.com/> en typ in het zoekveld (bovenin met het vergrootglas): EcotopenkaartWZED.



Figuur 13. Ecotopenkaart van het PKB-gebied Waddenzee inclusief het Duitse deel van de Eems-Dollard.

De kaart laat zien hoe het oppervlakte sublitoraal afneemt en het oppervlakte litoraal toeneemt van west naar oost, en van de zeegaten richting de vastelandskust en de wantijen. Langs de Afsluitdijk komt in het geheel geen droogvallend wad voor. Ook het aandeel kwelders is in de oostelijke Waddenzee (ten oosten van het wantij van Terschelling) groter dan in het westelijke deel. Kwelders komen met name op de oostelijke 'staarten' van de eilanden voor en langs de Groningse en Friese vastelandskust. Al deze patronen zijn overigens te verklaren vanuit de historische ontwikkelingen en menselijke ingrepen zoals inpolderingen van de Waddenzee.

Er is een aantal verschillen met de WaddenNatuurkaart van het Waddensleutels project. De ecotopenkaart volgens de ZES.1 typologie bevat meer ecotopen omdat er onderscheid is gemaakt in hoog-dynamische en laag-dynamische ecotopen. Deze indeling levert potentieel belangrijke informatie op voor de bodemdiersamenstelling. Het is de moeite waard om de SIBES-dataset te analyseren voor de bodemdiersamenstelling in relatie tot deze ecotopen. Ook bevat de ZES.1 kaart een iets meer gedetailleerde indeling voor de kwelders en duinen dan de WaddenNatuurkaart. De WaddenNatuurkaart bevat een afwijkende indeling ten opzichte van ZES.1 voor de droogvalduur van litorale gebieden en de indeling voor de sedimenttypologie. In vergelijking met de WaddenNatuurkaart bevat de nieuwe ecotopenkaart bovendien de kwelders aan de Duitse zijde van de Eems-Dollard én is de ecotopenindeling voor de Eems-Dollard wel compleet weergegeven.

De ecotopen van de ecotopenkaart Waddenzee volgens de ZES.1 typologie worden onderstaand in meer detail beschreven aan de hand van de kaarten in Bijlage 3.

Langs de oevers van Balgzand in het kombergingsgebied van het Marsdiep is relatief veel brak water met een variabel zoutgehalte. De meeste wadplaten hebben hier een droogvalduur van 25-75% en zijn slikkig. Alleen bij Van Ewijksluis wordt hoog-litoraal (>75%) gevonden, overgaand in supralitoraal. Er liggen een paar zeer kleine kwelders. Vooral in het noordwesten is de stromingsdynamiek hoog; hier worden hoog-dynamische wadplaten aangetroffen. Een hoog-dynamische ondiep-sublitorale geul wordt gevonden langs het noordelijke deel van de Afsluitdijk.

In het Eierlandse Gat is een fijn vertakt netwerk van getijgeulen te vinden met aan het uiteinde vaak schelpdierbanken. Er is relatief weinig slikkig sediment te vinden, waarbij opvalt dat dit samenhangt met de aanwezigheid van grote schelpdierbanken. Langs de getijdegeulen zijn enkele middelhoge hoog-dynamische banken te vinden; veelal in gebruik als rustplaats voor Zeehonden.

In het Vlie is het eiland Griend als opvallende kwelder- en duinecotopen te vinden, inclusief een groot gebied hoog-litoraal met een noordoostelijke oriëntatie (stroomluwte). In het Vlie wordt grof zand gevonden, maar dat hangt in de ecotopenkaart niet samen met hoge stromingsdynamiek. De Richel bestaat uit een aanzienlijk gebied supralitoraal. De kust van Friesland bestaat uit middelhoge wadden met slikkig sediment, een smalle rand hoog-litoraal en supralitoraal. Het water is hier brak met een variabel zoutgehalte.

In het Borndiep is een brede kuststrook met brak water met een variabel zoutgehalte te vinden, die overlapt met de uitgebreide kwelder van Friesland Buitendijks. De kust bestaat uit slikkige middelhoge wadplaten. Langs de getijdegeulen komen op diverse plaatsen hoog-dynamische ecotopen voor.

In de Zoutkamperlaag / Eilanderbalg / Lauwers is er veel minder brak water op de wadplaten langs de kust. Het sediment wisselt tussen slikkig en fijn zandig. Opvallend is dat hoog-dynamische ecotopen vlak voor de kust worden aangetroffen, namelijk nabij de voormalige Lauwerszee. In de komberging Lauwers zijn hoog-dynamische platen te vinden.

De ectopen van de Eems-Dollard zijn ook beschreven in Ysebaert et al. (2016). De Eems-Dollard is een estuarium met een relatief groot aandeel brak water, waarvan slechts weinig een variabel zoutgehalte heeft. Er is een behoorlijk aandeel ondiep sublitoraal in het Duitse gedeelte van de komberging. Ook in de Dollard worden hoog-dynamische litorale delen gevonden.

3.3.2 Oppervlaktes ecotopen

3.3.2.1 PKB-gebied

Ten behoeve van de interpretatie van de ecotopenkaart voor beheer van de Waddenzee wordt het PKB-gebied als beheereenheid gekozen. In Tabel 4 worden de oppervlaktes per ecotoop binnen het PKB-gebied gepresenteerd. In Bijlage 5 is een tabel opgenomen met een nadere onderverdeling voor het (sub)litoraal naar zoutgehalte.

Tabel 4. Totale oppervlaktes per ecotoop binnen het PKB-gebied Waddenzee. De indeling genoemd tussen haakjes voor zout, zoet en brak bij de kwelderecotopen volgt uit de vegetatietypen, niet uit het zoutgehalte van het water; het sublitoraal en litoraal is in deze tabel niet verdeeld naar zoutgehalte (zie Bijlage 5 voor meer tabellen). Duingebieden zijn niet gegeven, omdat deze als kaartranden fungeren en geen accurate oppervlaktes weergeven.

Ecotoop	Oppervlakte (ha)	Als percentage
(011) diep sublit., laag-dyn.	1132	0,4
(012) diep sublit., hoog-dyn.	35255	13,0
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	62412	23,1
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	26068	9,6
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	52006	19,2
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	2559	0,9
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	72005	26,6
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	1079	0,4
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	2859	1,1
(052) hoog-litoraal, hoog-dyn.	43	0,0
(061) supralitoraal, laag-dyn.	5647	2,1
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	118	0,0
(080) kweldergeul (brak)	120	0,0
(090) kweldergeul (zout)	41	0,0
(100) pionierzone (zout)	1794	0,7
(110) lage kwelder (zout)	1995	0,7
(120) hoge kwelder (zout)	4315	1,6
(130) middelhoge kwelder (brak)	628	0,2
(140) rietland (brak)	262	0,1
(170) grasland (zoet)	207	0,1
(180) hard substraat	101	0,0
Totaal	270646	100

De op basis van oppervlakte belangrijkste ecotopen behandelen we van hoog naar laag:

Mid-litoraal

Meer dan een kwart (26,6%) van het oppervlakte van de Waddenzee wordt gevormd door het mid-litoraal, laag-dynamisch ecotoop. Hiernaast is slechts een heel klein aandeel mid-litoraal, hoog-dynamisch ecotoop (0,4%).

Laag-litoraal

Ook is er een groot aandeel (19,2%) van het laag-litoraal, laag-dynamisch ecotoop. Aan laag-litoraal, hoog-dynamisch ecotoop is er relatief weinig (0,9%)

Ondiep sublitoraal

Iets minder dan een kwart (23,1%) bestaat uit het ondiep sublitoraal, laag-dynamische ecotoop. Daarnaast is er een aanzienlijk areaal ondiep sublitoraal, hoog-dynamisch ecotoop (9,6%).

Diep sublitoraal

Het diepe sublitoraal bestaat voornamelijk uit hoog-dynamisch ecotoop (13,0%), met slechts heel weinig (0,4%) laag-dynamisch.

Met deze natte ecotopen wordt het merendeel (93,3%) van het PKB-gebied Waddenzee beschreven. De rest van de Waddenzee is hoog-litoraal of hoger. Opvallend is dat er slechts een klein aandeel hoog-litoraal (1,1%) is, zelfs minder dan (onbegroeid) supralitoraal (2,1%).

3.3.2.2 Kombergingsgebieden

Naast het oppervlakte aan ecotopen voor het PKB-gebied wordt ook een oppervlakte gegeven per kombergingsgebied, Tabel 5. Zoals aangegeven in Hoofdstuk 2 gebruiken we hiervoor een bestaande kaart van WMR, Figuur 5. In deze kaart vallen de kombergingen in het PKB-gebied zonder er precies op aan te sluiten en ten opzichte van het PKB-gebied is er een uitbreiding met het Duitse deel van het kombergingsgebied van de Eems-Dollard. Het totaal van de arealen van ecotopen in de kombergingsgebieden komt dus niet overeen met het totaal de arealen binnen het PKB-gebied. Bovendien zijn in Tabel 5 kwelderecotopen niet weergegeven omdat de grenzen van de kombergingskaart daar niet geschikt voor zijn.

Tabel 5. Oppervlakte per ecotoop voor het sublitoraal, litoraal en onbegroeid supralitoraal voor elk kombergingsgebied. Kwelderecotopen zijn niet weergegeven omdat de grenzen van de kombergingskaart daar niet geschikt voor zijn. Bovenaan staan de kombergingsgebieden van de westelijke Waddenzee, onderaan van de Oostelijke Waddenzee en Eems-Dollard

Ecotoop	Marsdiep	Eierlandse Gat	Vlie
(011) diep sublit., laag-dyn.	231	105	414
(012) diep sublit., hoog-dyn.	12989	1012	7456
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	31932	2249	18364
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	9007	1010	4818
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	8043	5131	20134
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	210	101	423
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	5406	6601	16306
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	31	83	200
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	235	405	504
(052) hoog-litoraal, hoog-dyn.	0.0	3	5
(061) supralitoraal, laag-dyn.	143	1275	735
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	0.2	11	30
<i>Totaal</i>	<i>68229</i>	<i>17987</i>	<i>69388</i>

Ecotoop	Borndiep	Pinkegat	Zoutkamperlaag	Eilanderbalg	Lauwers	Schild	Eems-Dollard
(011) diep sublit., laag-dyn.	118	7	60	29	137	2	14
(012) diep sublit., hoog-dyn.	1818	102	1213	52	585	67	12455
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	4186	528	1347	350	1106	249	5193
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	2516	565	1419	159	1682	217	6635
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	8671	1386	2250	563	2104	419	6737
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	457	129	201	122	257	68	687
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	10569	3506	7345	2433	7256	1761	20500
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	264	41	63	61	60	38	338
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	396	68	296	65	344	127	471
(052) hoog-litoraal, hoog-dyn.	6	0.5	1.0	5	0.1	1.1	5
(061) supralitoraal, laag-dyn.	631	208	532	243	396	440	849
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	18	1.8	4	4	0.1	0.5	4
<i>Totaal</i>	<i>29650</i>	<i>6543</i>	<i>14730</i>	<i>4088</i>	<i>13927</i>	<i>3391</i>	<i>53888</i>

3.3.3 Vergelijking met de situatie omstreeks 2000

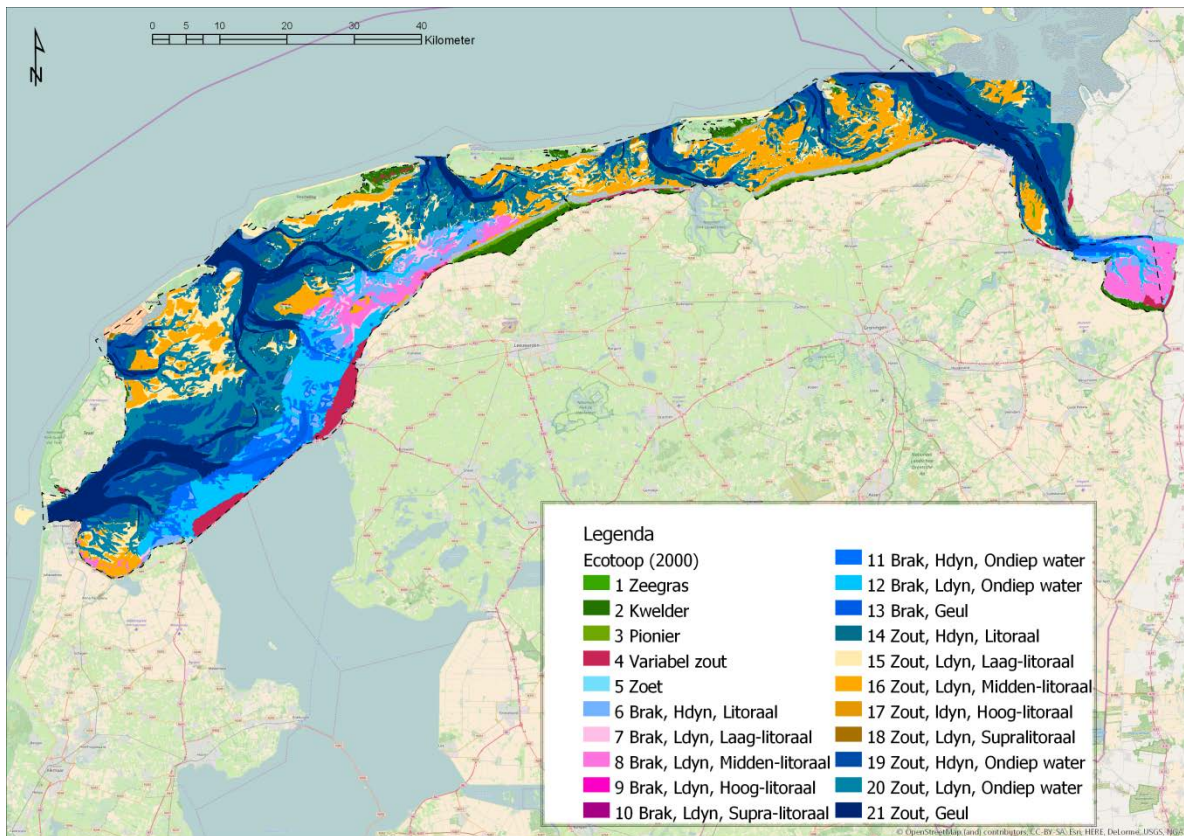
Een vergelijking wordt gemaakt met de ecotopenkaart volgens de ZES.1 typologie van de situatie omstreeks 2000 van Wijsman & Verhage (2004), Figuur 14. De nieuwe kaart heeft als basis de bathymetrie van 2006-2012 en wordt vanwege de hydrodynamische modellering (afvoeren van 2009) de kaart met status 2009 genoemd. De kaart van Wijsman en Verhage (2004) heeft als basis de bathymetrie van 1997-2002 en wordt de kaart met status 2000 genoemd.

De nieuwe kaart onderscheidt meer ecotopen dan de versie van Wijsman en Verhage (2004), dit geldt met name voor de onderverdeling in hoog-dynamische ecotopen. De huidige ecotopenkaart kent ook een uitbreiding van het aantal onderverdelingen in de kweldervegetaties ten opzichte van de kaart van

Wijsman en Verhage (2004). Aangezien de kwelders niet nader zijn gespecificeerd in de ecotopenkaart van Wijsman en Verhage zullen deze niet in detailniveau vergeleken worden. Overigens bestaan hiervoor gedetailleerde VEGWAD kaarten en komt er binnenkort een QSR (Quality Status Report) rapportage over kwelders uit.

In vergelijking met de eerdere kaart van Wijsman & Verhage (2004) is er voor de berekening van het zoutgehalte gebruik gemaakt van een drie-dimensionaal model waarbij het zoutgehalte aan de bodem is gekozen. De ecotopenkaart van Wijsman & Verhage (2004) maakte gebruik van dieptegemiddelde zoutgehalten en dit leverde een veel groter brak gebied op in de westelijke Waddenzee. In de nieuwe kaart beslaan de (sub)litorale gebieden met brakke omstandigheden aan de bodem - buiten de Eems-Dollard - slechts 4,5% (9.757 ha) van het totaal. Deze gebieden zijn vooral te vinden aan weerszijden van de Afsluitdijk en voorlangs de Friese kwelders (zie ook Figuur 6). Het is de moeite waard om in de SIBES-dataset te zoeken naar de invloed van het zoutgehalte aan de bodem op de bodemdiersamenstelling in deze gebieden. In de Eems-Dollard is overigens 28% van het oppervlakte brak waarbij het opvallend is dat dit gaat om 11.732 ha, dus het absolute oppervlakte is redelijk vergelijkbaar met de rest van de Waddenzee.

Opvallend is de keuze van Wijsman & Verhage om het areaal zeegras als apart ecotoop te karteren en niet als een element dat over een ecotoop heen ligt. Deze keuze is ook gemaakt voor het ecotoop "variabel zout", dat verder niet is onderverdeeld in bijvoorbeeld sublitoraal en litoraal. Verder geven ze zelf aan dat een groot gedeelte van de Waddenzee niet kon worden ingedeeld in ecotopen: "Voor een deel van de Waddenzee (o.a. smalle strook langs de kwelders van de Groninger kust, Friese Kwelders, Rottumeroog en Griend) ontbreken gegevens voor de ecotopenclassificatie. In deze gebieden ontbreken gegevens over diepte en/of droogvalduur waardoor er geen ecotoop kan worden toegekend. Voor een deel betreft dit supralitoraal (met name Griend en Rottumeroog) en voor een deel hoog litoraal laagdynamisch (met name de kwelders / kwelderwerken)." Omdat in deze gebieden in de nieuwe kaart (status 2009) wél ecotopen zijn toegekend zijn oppervlaktes niet goed vergelijkbaar. Tot slot is het problematisch dat de 2000-kaart niet de grens van het PKB-gebied volgt. Al deze verschillen maken een één op één vergelijking tussen de toestanden van 2000 en 2009 niet mogelijk, terwijl dit juist het voordeel van het gebruik van de ZES.1 typologie had moeten zijn.



Figuur 14. Ecotopenkaart van de Waddenzee status 2000 afkomstig van Wijsman & Verhage (2004), en de grens van het PKB-gebied.

In Tabel 6 is zo goed als mogelijk een vergelijking gemaakt tussen de ecotopenkaarten status 2000 en status 2009 voor de ecotopen binnen het PKB-gebied Waddenzee. Sommige ecotopen zijn bij elkaar genomen om de overeenkomst tussen de kaarten te vergroten. Een vereenvoudigde ecotopenindeling is voor de 2000-kaart niet beschikbaar.

Er zijn aanzienlijke verschillen, Tabel 6, maar die hebben meer te maken met verschillen in classificaties, een andere gebiedsbegrenzing (PKB-gebied) en andere basisdata (modeluitvoer) dan daadwerkelijke veranderingen in de landschapseenheden van de Waddenzee. Het areaal diep sublitoraal lijkt te zijn toegenomen. Echter, de zeegaten in beide kaarten hebben niet dezelfde buitengrens, dus dit kan verschillen verklaren. Het areaal ondiep sublitoraal laag-dynamisch lijkt nagenoeg hetzelfde gebleven. Het areaal ondiep sublitoraal hoog-dynamisch lijkt behoorlijk te zijn afgenomen. Maar de modellering voor hydrodynamiek waarop Wijsman & Verhage (2004) hun indeling baseerden was minder geavanceerd dan het drie-dimensionale GETM/GOTM model dat nu is gebruikt. Dit leidt tot een grote vermindering aan hoog-dynamische ecotopen ten gunste van laag-dynamische ecotopen. Dit is goed te zien aan het samengestelde areaal aan litorale hoog-dynamische ecotopen (032+042+052+062) dat bijna lijkt te zijn verdwenen ten gunste van de litorale laag-dynamische ecotopen (031, 041, 051 en 061). Tot slot is er een flink areaal in de 2000-kaart 'niet toegekend' en daarnaast vult de ecotopenkaart status 2000 niet het hele PKB-gebied. Een goede vergelijking is dus helaas niet te maken. Er is daarom ook geen vergelijking op het niveau van kombergingen gemaakt, maar de tabellen zijn weergegeven in Bijlage 5.

Tabel 6. Totale oppervlakte per ecotoop status 2000 (Wijsman & Verhage, 2004) en status 2009 (dit rapport) binnen het PKB-gebied Waddenzee

Ecotoop	Opp. '2000' (ha)	Opp. '2009' (ha)
(011+012) diep sublit.	34833	36378
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	62233	62412
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	42554	26068
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	23454	52006
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	46013	72005
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	266	2859
(061) supralitoraal, laag-dyn.	330	5647
(032+042+052+062) litoraal, hoog-dyn.	32296	3799
(080+090) kweldergeul		161
(100) pionierzone	2074	1794
(110+120+130+140) kwelder	6578	7200
(170) grasland (zoet)	113	207
(180) hard substraat		101
Zeegras	130	
Variabel zout	5728	
Niet toegekend	14144	
Totaal	270646	270646

4 Discussie en aanbevelingen

4.1 Discussie

In dit rapport is beschreven hoe een nieuwe ecotopenkaart gebaseerd op de ZES.1 typologie voor de Waddenzee inclusief Eems-Dollard is vervaardigd. De ecotopenkaart geeft een aanvulling op bestaande ecotopenkaarten, is een update van vorige kaarten en is publiek digitaal beschikbaar gemaakt.

Er is gekozen voor een geaccepteerde, landelijke systematiek om vergelijking met andere gebieden en voorgaande jaren mogelijk te maken. Helaas bleek een vergelijking met de toestand van de Waddenzee in 2000 niet te maken. Een belangrijk verschil is ontstaan door de gebruikte modelgegevens. Voor de ecotopenkaart-status-2000 is een dieptegemiddeld hydrodynamisch model toegepast, terwijl voor de ecotopenkaart-status-2009 een drie-dimensionaal hydrodynamisch model is toegepast. De gebruikte basiskaarten voor stroomsnelheid en zoutgehalte zijn hierdoor afwijkend van elkaar. Een ander verschil betreft de gebiedsbegrenzing. Voor de ecotopenkaart-status-2009 is het PKB-gebied gekozen terwijl de ecotopenkaart-status-2000 een kleiner gebied beslaat. Daarnaast waren er in de 2000-kaart grote delen van de Wadden niet-karteerbaar. Ook is er sprake van andere ecotoopindelingen (zoals een ecotoop 'zeegras' en 'variabel zout' in de 2000-kaart). Dit levert té grote verschillen op om een zinvolle vergelijking te kunnen maken.

4.2 Aanbevelingen

Voor toekomstige toepassingen van een ecotopenkaart is het van groot belang om aandacht te besteden aan eenduidige en consistente toepassingen van basiskaarten, ecotopenindelingen en gebiedsbegrenzingsen. Dit is echter geen sinecure. Zowel methoden van inwinning van data als modellen zijn aan verandering onderhevig. Daarnaast veranderen ook aspecten van beheer zoals beheergebieden en interesses van beheerders. Aangezien er voor de Waddenzee, onder de lopende monitoring van de bathymetrie en kweldervegetatie, niet vaker dan iedere 6 jaar ecotopenkaarten kunnen worden gemaakt, is het goed mogelijk dat ontwikkelingen en inzichten tussentijds wijzigen.

Bij de vervaardiging van deze ecotopenkaart bleek de ruimtelijke begrenzing van de kombergingsgebieden een punt van aandacht. Er zijn verscheidene versies van kombergingsgebieden in omloop. Voor dit rapport is gebruik gemaakt van een eerder bij WMR gebruikte versie van een kombergingskaart. Voor de toekomst wordt aangeraden om nieuwe begrenzingen vast te leggen, in overleg met de relevante partijen (zoals Ministeries, Deltares, Wageningen Marine Research, lokale beheerders (werkgemeenschappen) en het Common Wadden Sea Secretariat), gebaseerd op de meest recente bathymetrie en het hele beheergebied (inclusief kwelders) omvattend. Ook bevelen we aan om een nadere indeling te maken voor de buitendelta's van het Waddengebied omdat de interesses van beheerders zich meer richten op de buitendelta's.

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Literatuur

- Arcadis, 2014. Ecotopen in de Westerschelde, LTV Veiligheid en Toegankelijkheid.C003041.002666, 53 pp.
- Bouma, H., De Jong, D.J., Twisk, F., Wolfstein, K., 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke Rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024, Middelburg.
- Christianen, M.J.A., Holthuijsen, S., Van der Zee, E.M., Van der Eijk, A., Govers, L.L., Van der Heide, T., de Paoli, H., Olf, H., 2015. Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee. Rapportnummer 2015.04.01, Waddenfondsproject Waddensleutels.
- Dankers, N., Cremer, J., Dijkman, E., Brasseur, S., Dijkema, K., Fey, F., De Jong, M., Smit, C. 2006. Ecologische atlas Waddenzee. IMARES Wageningen UR, Texel, 34 pp.
- Depreiter, D.; Cleveringa, J.; van der Laan, T.; Maris, T.; Ysebaert, T.; Wijnhoven, S. 2014. T2009-rapport Schelde-estuarium. IMDC/Arcadis/Universiteit Antwerpen/Imares/NIOZ: [s.l.]. 522 pp. + 2 bijlagen.
- Duran-Matute, M., Gerkema, T., De Boer, G. J., Nauw, J. J., & Gräwe, U., 2014. Residual circulation and fresh-water transport in the Dutch Wadden Sea: a numerical modeling study. Ocean Sci. Discuss, 11(1), 197-257.
- Elias, E. & Z.B. Wang, 2013. Abiotische gegevens voor monitoring effect bodemdaling. Deltares.
- Jongbloed, R.H., Van der Wal, J.T., Tamis, J.E., Jonker, S.I., Koolstra, B.J.H. & Schobben, J.H.M. 2011. Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone: deelrapport Niet Nb-wetvergund gebruik. IMARES Rapport C170/11.
- Kers, A.S., L. Walburg, J. Bakker, A.H. Daane, D.J. de Jong, M. Schrijver, P. Lieveense, L. Dekker & J. de Klerk, 2013. Dienstbeschrijving Zoute ecotopenkarteringen. Rijkswaterstaat CIV/ZD, Delft / Middelburg.
- Küfog, G.M.B.H., Steuer, J. & Tyedmers, S., 2014. Eulitorale Seegrassbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2013. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG Wasserrahmenrichtlinie. - NLWKN Küstengewässer und Ästuare Band 8, 64 S. (+ 6 S. Anhang) Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden.
http://www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/kg_aest_8_seegras_2013.pdf
- Ministerie van VROM, 2007. Deel 4 van de planologische kernbeslissing Derde Nota Waddenzee, tekst na parlementaire instemming. Januari 2007.
- Petersen, J., Kers, B., Stock, M., 2014. TMAP-Typology of Coastal Vegetation in the Wadden Sea Area. (Version 1.0) WADDEN SEA ECOSYSTEM Report No. 32. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven Germany. (Possible updates can be downloaded at www.waddensea-secretariat.org/saltmarsh).
- Pranger, D.P., Tolman, M.E., 2014. Toelichting bij de Vegetatiekartering Dollard en Punt van Reide 2012; Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000/1:5.000, EGG consult in opdracht van Rijkswaterstaat, Waterdienst (RWS, WD) en CIV, Delft.
- Reitsma, J.M., Hoefsloot, G., Anema, L.S.A., 2010. Toelichting bij de vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2008 : op basis van false colour-luchtfoto's 1: 10.000. Rapportnr: 10-102 (BW), Bureau Waardenburg, RWS-DID, Delft.
- Tolman, M.E. & G. van den Berg, 2012. Zeegraskartering 2011 Waddenzee. EFTAS Fernerkundung GmbH en Pranger & Tolman ecologen.
- Van Wesenbeeck, B.K. 2007. Verkenning naar evaluatiemethoden voor het Zoute wateren Ecotopenstelsel (ZWS.1) in de Westerschelde. WL | Delft Hydraulics, Report Z4383.00.
- Van Wesenbeeck, B.K., Holzhauser, H., Troost, T., 2010. Using habitat classification systems to assess impacts on ecosystems: Validation of the ZES.1 for the Westerschelde. Deltares: The Netherlands, 45 pp.
- Wijsman J. & L. Verhage, 2004. Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT. Verslag Z3891. WL | Delft Hydraulics.

-
- Ysebaert, T., Plancke, Y., Bolle, L., De Mesel, I., Vos, G., Wielemaker, A., Van der Wal, D., Herman, P.M.J., 2009. Habitatmapping Westerschelde – Deelrapport 2: Ecologie en ecotopen in het subtidaal van de Westerschelde. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.
- Ysebaert, T.J.W., Van der Wal, J.T., Tangelder, M., De Groot, A.V. & Baptist, M.J., 2016. Ecopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium. IMARES Rapport C059/15, IMARES, Den Helder. <http://edepot.wur.nl/368952>.

Verantwoording

Rapport C103/16

Projectnummer: 4312100047

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

Akkoord: J.E. Tamis
onderzoeker

Handtekening:

Handwritten signature of J.E. Tamis in black ink.

Datum: 1 november 2016

Akkoord: J. Asjes
Manager Integratie

Handtekening:

Handwritten signature of J. Asjes in blue ink.

Datum: 1 november 2016

Bijlage 1 Gebruikte brondata en bronbestanden

Kaart	Jaar	Bron	Opmerkingen/actie
Bathymetrie	2012	Deltares, WaLTER project, Wadsea Cycle 5 op basis van NAP	Aangeleverde kaart (via WaLTER project) is Wadsea Cycle 5. Deze kaart is geproduceerd door Deltares (Elias & Wang, 2013) op basis van vaklodingen, JARKUS en LIDAR (laseraltimetrie) data uitgevoerd door RWS in de periode 2006-2012.
Droogvalduur	2012	RWS, WaLTER project	Gegenereerd op basis van de gemeten waterstanden van 2012 (LMW-RWS) en de Wadsea Cycle 5 bathymetry met de "Intertides" tool van WaLTER (http://www.walterwaddenmonitor.org/tools/intertides/).
Zoutgehalte	2009	NIOZ, Deltares en IOW	Modelresultaten GETM-GOTM model Dutch Wadden Sea (Duran-Matute et al. 2014)
	Voor ED: 1988 en 1992	GeoValley project, Alkyon/Arcadis (1998)	Nat en droog jaar beschikbaar
Stroomsnelheid	2009	NIOZ, Deltares en IOW	Modelresultaten GETM-GOTM model Dutch Wadden Sea (Duran-Matute et al., 2014)
	Voor ED: 2003-2005	GeoValley project, Alkyon/Arcadis	Opmerking: Stroomsnelheden verouderd t.o.v. bathymetrie/droogvalduur; overlays aan de randen kloppen niet.
Kwelders	2006-2008-2012	Nederland: VEGWAD Duitsland: NUMIS	Nederland: data via VEGWAD-programma van RWS (http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/kwelders/inwinning_en_monitoring/). Kaarten met gedetailleerde TMAP-classificatie via Servicedesk Data RWS. <ul style="list-style-type: none"> - Dollard en de Punt van Reide 2012 (Pranger en Tolman, 2014); - Kwelderwerken Friesland en Groningen, 2008 (Reitsma et al., 2010). Duitsland: NUMIS-website Niedersachsen, Lebensraumtypen: http://numis.niedersachsen.de . Alle publicatiejaren 2006, opnamejaren niet bekend. <ul style="list-style-type: none"> - Dollart - Leybucht - Rysum
Sediment	2011	NIOZ SIBES project	Geclassificeerd en aangeleverd door Sander Holthuijsen (NIOZ)
Zeegras	2011 (NL) en 2013 (D)	NL: Tolman & Van den Berg (2012) D: Küfog et al. (2014)	Zeegrasareaal, toestand 2011 (Nederland) en 2013 (Duitsland), is gebaseerd voor Nederland op Tolman & van den Berg (2012) en voor Duitsland op Küfog et al. (2014).
Schelpdierbanken	2012 (NL) en 2011 (D)	NL: IMARES D: National Park Wattenmeer	Mosselbanken Nederlands deel (toestand 2012): IMARES WOT surveys. Mosselbanken in het Duitse deel (toestand 2011): http://www.nationalpark-wattenmeer.de/nds/service/publikationen/1130_muschelwildb%C3%A4nke-von-borkum-bis-cuxhaven-gis-daten .

Bijlage 2 Vertaaltabel kweldertype TMAP naar ecotopen

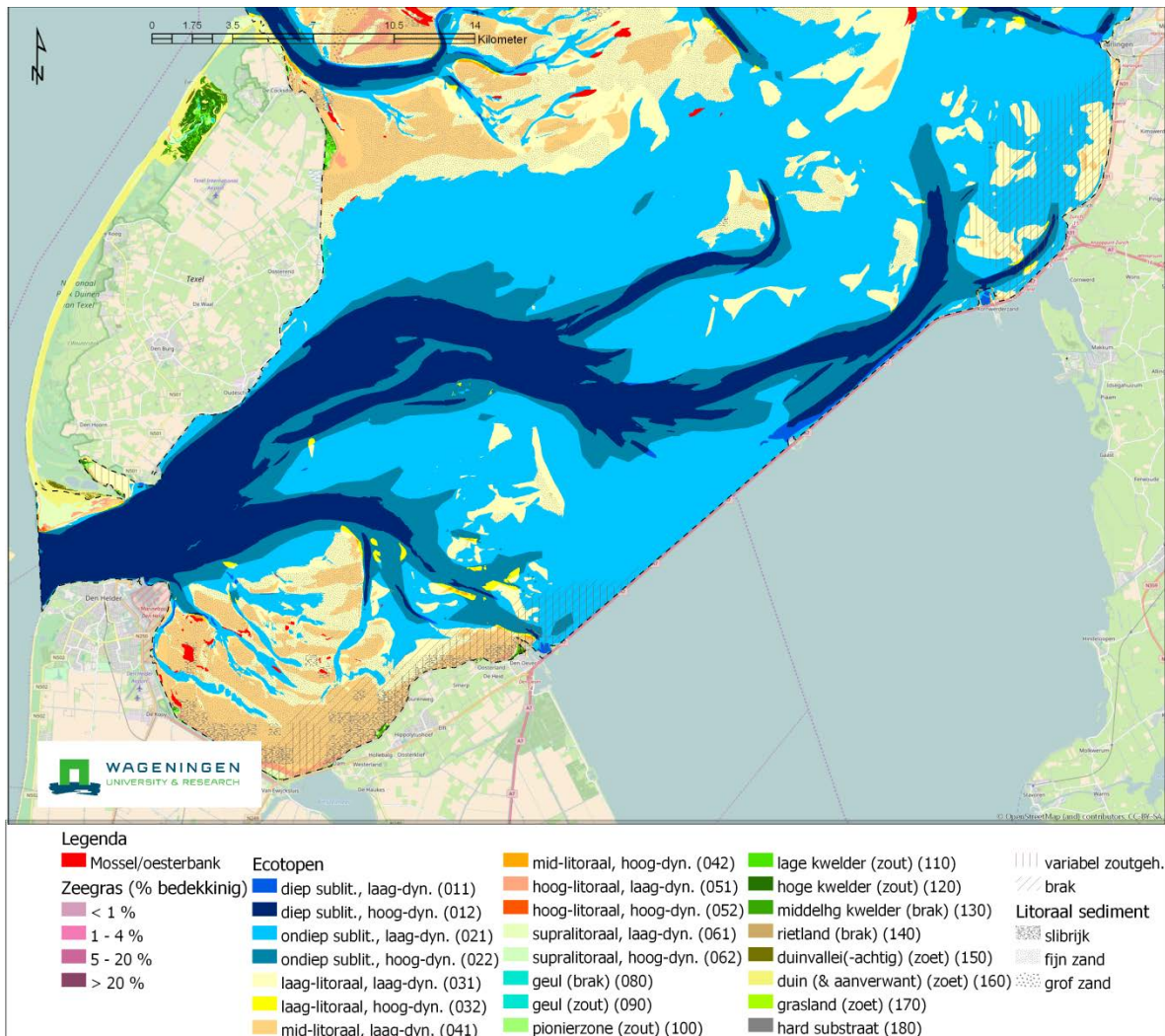
TMAPcode	TMAP omschrijving	ZES.1	Ecotoop omschrijving	MapCodeNL (SALT2008)
H.0			<i>zie # (als S.6.1 naar G.0)</i>	
H.2	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	HS
H.2.0	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.2.1	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.2.2	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	HSc
H.2.3	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.3	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.3.0	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.4.1	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.5.1	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.6	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
X.0	<i>dunes</i>	D.2	<i>duin (en aanverwant)</i>	XE, XEd, Xef
S.0.2	no veg	Z3.320	wad, kaal (zout)	Ss
S.0.3	no veg	Z3.320	wad, kaal (zout)	Sm
S.1	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SP
S.1.0	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SP*
S.1.1	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SPs
S.1.2	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SPq
S.2	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SL
S.2.0	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SL*
S.2.1	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLp
S.2.2	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLl
S.2.3	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLa
S.2.4	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLh
S.3	high marsh	Z3.324	lage kwelder (zout)	SH
S.3.0	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SH*
S.3.3	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHf
S.3.4	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHh
S.3.5	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHz
S.3.6	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHm
S.3.7	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHy
S.3.8	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHe
S.3.9	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHx
S.3.10	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHg
S.3.11	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHc
S.3.12	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHo
S.3.13	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHr
S.3.14	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHu
S.5	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SB
S.5.0	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SB*
S.5.1	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SBb
S.5.2	brackish marsh	B2.325	rietland (brak)	SBp
S.5.3	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SBg
S.5.4	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SBm
S.6	fresh grasslands	G.0	grasland (zoet)	SF
S.6.0	fresh grasslands	G.0	grasland (zoet)	SF*
S.6.1	fresh grasslands	G.0	grasland (zoet)	SFl
S.7	brackish reed beds	B2.325	rietland (brak)	

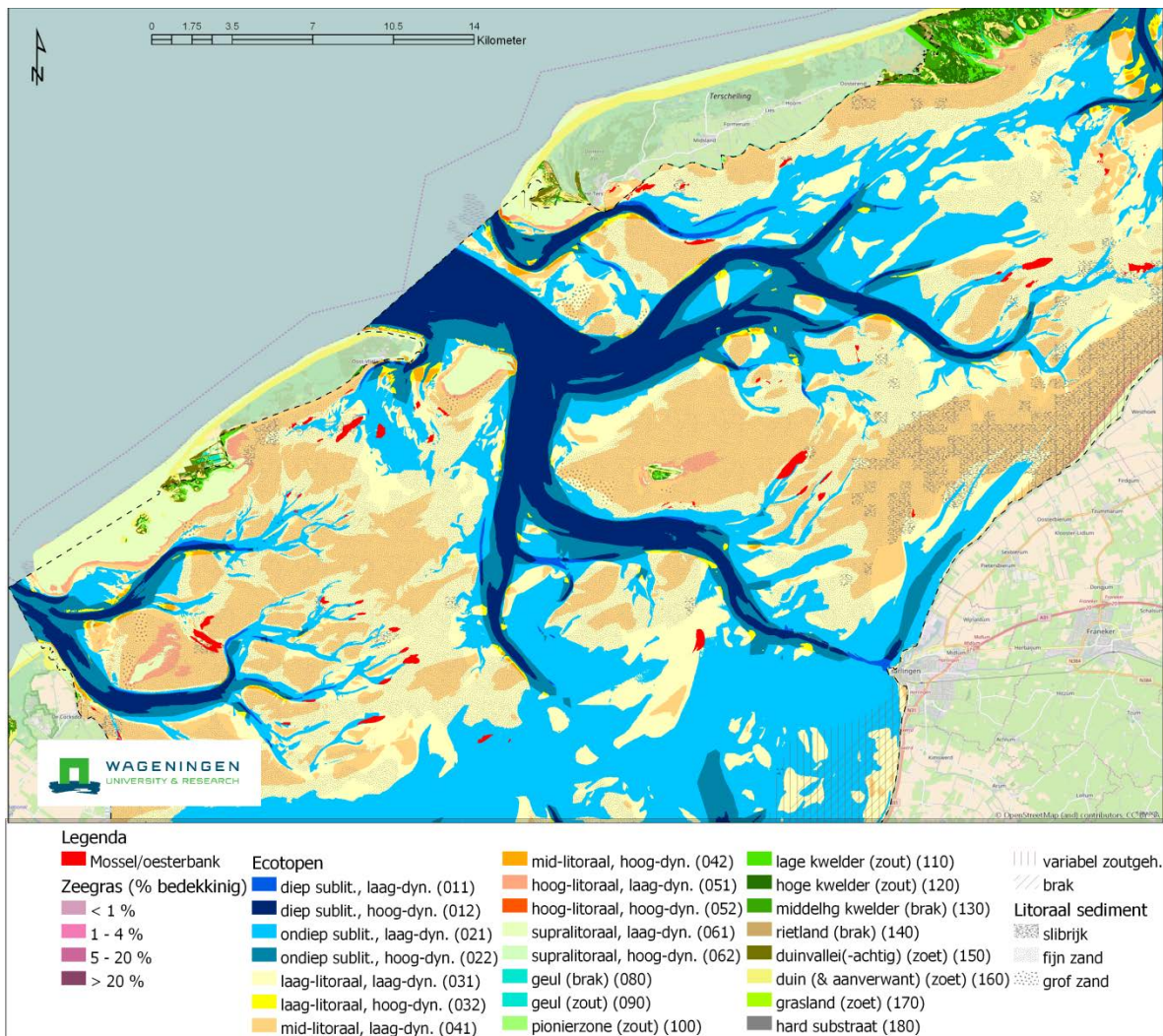
A	B.1.3	hard substraat, supralit.(brak)
S.13	Z3.324	
S.12	Z3.324	
MOS	Z3.324	
S.3.2	B2.323	
S2.3	Z3.322	
S.9	water	Wb resp. Wz ^s geul (brak of zout) ^s

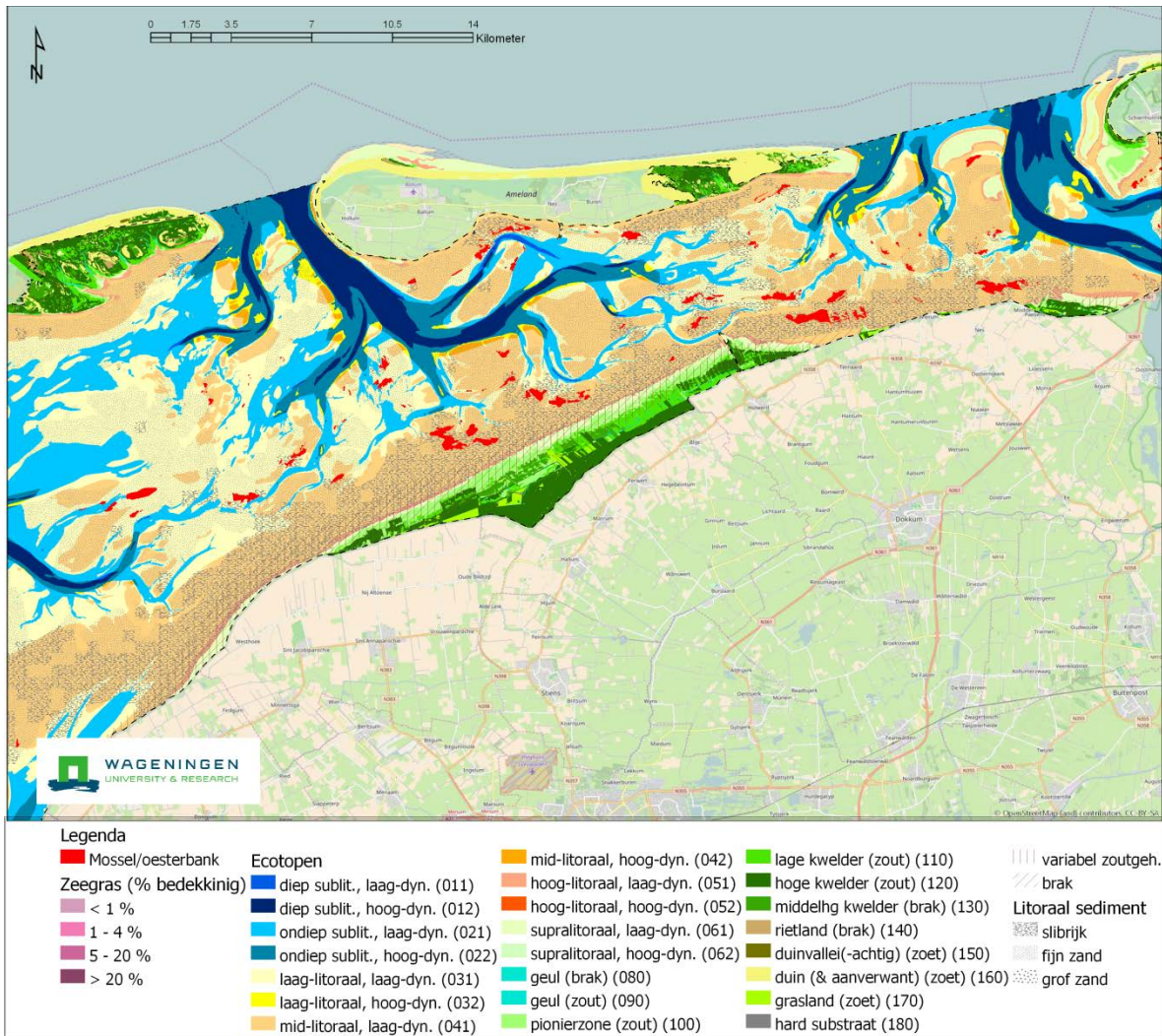
H.0 classificatie van flinke delen van de Friese+Groningse kwelder is fout. In eerdere versie van de bestanden Fr+GR (2008) is de toewijzing consequent GST_DV=100 , met Salt97 = 41 (hoge kwelder) of 51 (landbouwgrond). TMAP S.6.1 is een meer correcte weergave van dit type hoge kwelder/landbouwgrond daar voor ZES dat dan Z3.324 (hoge kwelder) wordt.

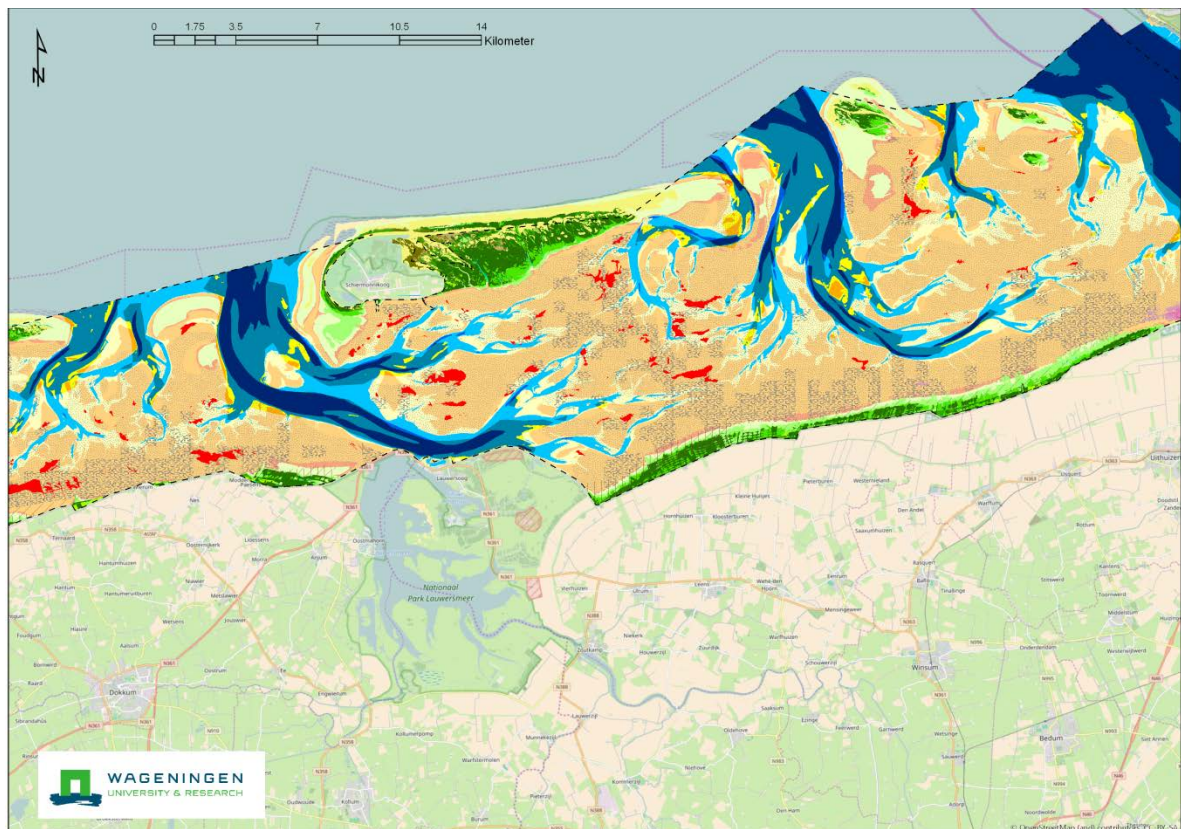
\$ Achteraf bepaald op basis van positie in het systeem. Geulen grenzend aan brak gebied in de litoraal-indeling zijn eveneens als brak geclassificeerd, grenzend aan zout gebied zijn de geulen als zout geclassificeerd.

Bijlage 3 Ecotopenkaarten (incl. eco-elementen) in deelgebieden



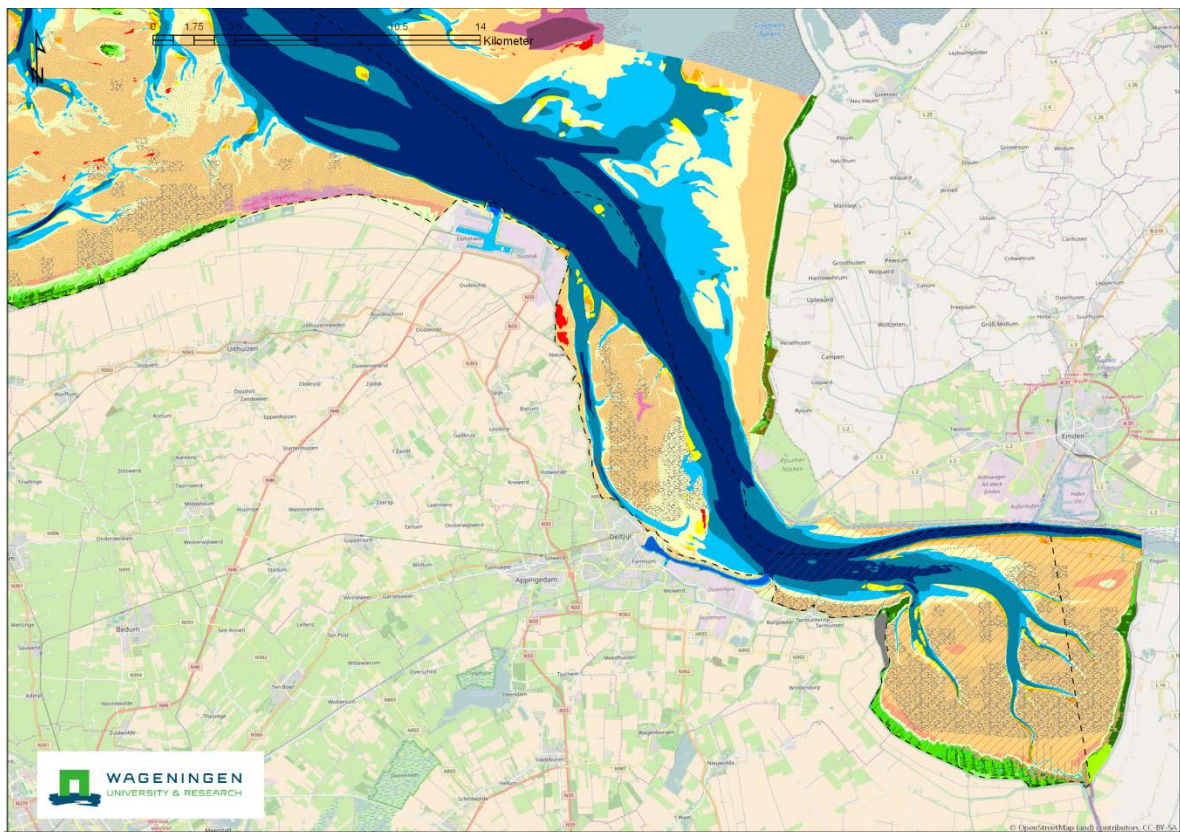






Legenda

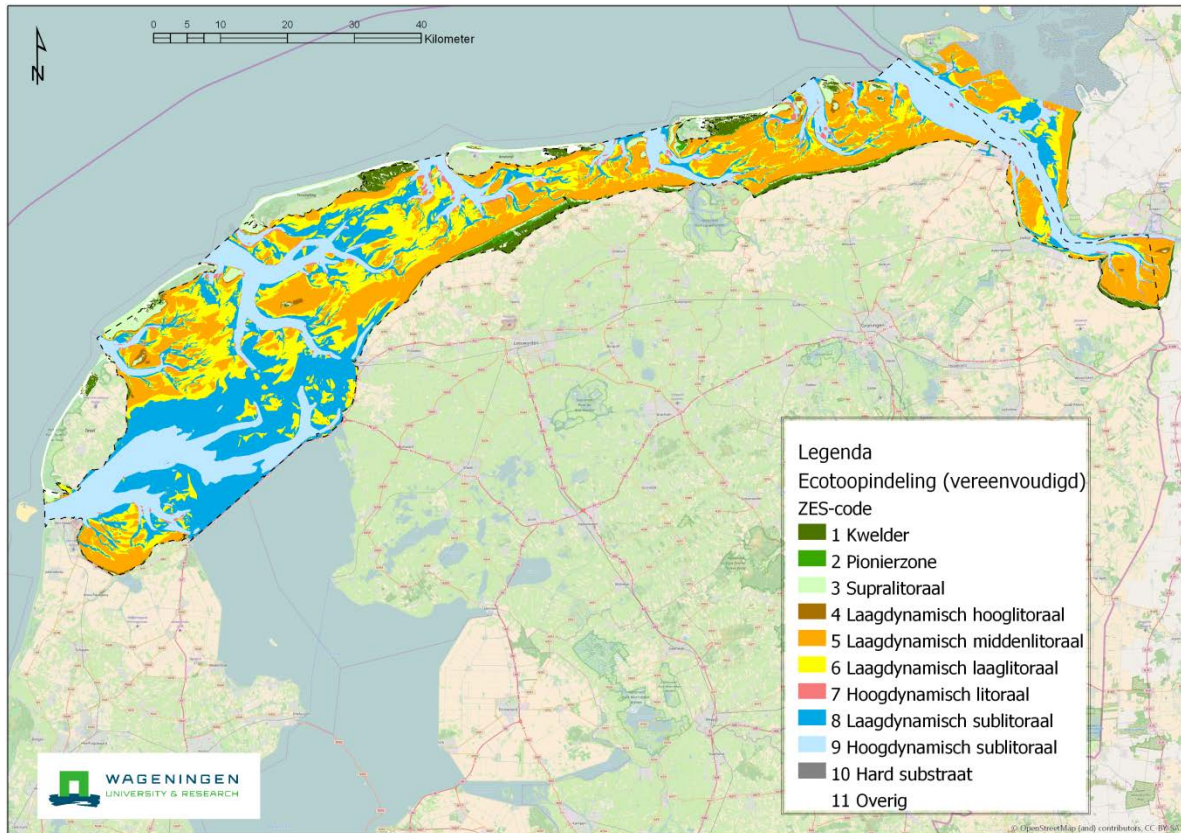
Mossel/oesterbank	diep sublit., laag-dyn. (011)	mid-litoraal, hoog-dyn. (042)	lage kwelder (zout) (110)	variabel zoutgeh.
Zeegras (% bedekking)	diep sublit., hoog-dyn. (012)	hoog-litoraal, laag-dyn. (051)	hoge kwelder (zout) (120)	brak
< 1 %	ondiep sublit., laag-dyn. (021)	hoog-litoraal, hoog-dyn. (052)	middelhg kwelder (brak) (130)	Litoraal sediment
1 - 4 %	ondiep sublit., hoog-dyn. (022)	supralitoraal, laag-dyn. (061)	rietland (brak) (140)	slibrijk
5 - 20 %	laag-litoraal, laag-dyn. (031)	supralitoraal, hoog-dyn. (062)	duinvallei(-achtig) (zoet) (150)	fijn zand
> 20 %	laag-litoraal, hoog-dyn. (032)	geul (brak) (080)	duin (& aanverwant) (zoet) (160)	grof zand
	mid-litoraal, laag-dyn. (041)	pionierzone (zout) (100)	grasland (zoet) (170)	
			hard substraat (180)	



Legenda

Mossel/oesterbank	Ecotopen	mid-litoraal, hoog-dyn. (042)	lage kwelder (zout) (110)	variabel zoutgeh.
Zeegras (% bedekking)	diep sublit., laag-dyn. (011)	hoog-litoraal, laag-dyn. (051)	hoge kwelder (zout) (120)	brak
< 1 %	diep sublit., hoog-dyn. (012)	hoog-litoraal, hoog-dyn. (052)	middelhg kwelder (brak) (130)	Litoraal sediment
1 - 4 %	ondiep sublit., laag-dyn. (021)	supralitoraal, laag-dyn. (061)	rietland (brak) (140)	slibrijk
5 - 20 %	ondiep sublit., hoog-dyn. (022)	supralitoraal, hoog-dyn. (062)	duinvallei(-achtig) (zoet) (150)	fijn zand
> 20 %	laag-litoraal, laag-dyn. (031)	duin (& aanverwant) (zoet) (160)	grasland (zoet) (170)	grof zand
	laag-litoraal, hoog-dyn. (032)	geul (brak) (080)	pionierzone (zout) (100)	hard substraat (180)
	mid-litoraal, laag-dyn. (041)			

Bijlage 4 Vereenvoudigde ecotopenkaart



Bijlage 5 Oppervlaktes van ecotopen

Tabel 7. Totale oppervlaktes per ecotoop binnen het PKB-gebied Waddenzee met verdeling naar zoutgehalte van het water. De indicaties voor zout, zoet en brak (tussen haakjes) voor de vegetatie volgen uit de vegetatietypen.

Ecotoop	zoutgehalte	Opp. (ha)	Als percentage
(011) diep sublit., laag-dyn.	brak	20	0,0
(012) diep sublit., hoog-dyn.	brak	936	0,3
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	brak	2996	1,1
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	brak	1537	0,6
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	brak	2081	0,8
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	brak	224	0,1
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	brak	8659	3,2
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	brak	130	0,0
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	brak	808	0,3
(052) hoog-litoraal, hoog-dyn.	brak	2	0,0
(061) supralitoraal, laag-dyn.	brak	1005	0,4
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	brak	0.02	0,0
(080) geul (brak)	brak	120	0,0
(100) pionierzone (zout)	brak	994	0,4
(110) lage kwelder (zout)	brak	483	0,2
(120) hoge kwelder (zout)	brak	787	0,3
(130) middelhg kwelder (brak)	brak	442	0,2
(140) rietland (brak)	brak	166	0,1
(180) hard substraat	brak	55	0,0
<hr/>			
(011) diep sublit., laag-dyn.	zout	1111	0,4
(012) diep sublit., hoog-dyn.	zout	34319	12,7
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	zout	59415	22,0
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	zout	24531	9,1
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	zout	49925	18,4
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	zout	2335	0,9
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	zout	63346	23,4
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	zout	949	0,4
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	zout	2051	0,8
(052) hoog-litoraal, hoog-dyn.	zout	41	0,0
(061) supralitoraal, laag-dyn.	zout	4642	1,7
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	zout	118	0,0
(090) geul (zout)	zout	41	0,0
(100) pionierzone (zout)	zout	800	0,3
(110) lage kwelder (zout)	zout	1512	0,6
(120) hoge kwelder (zout)	zout	3528	1,3
(130) middelhg kwelder (brak)	zout	186	0,1
(140) rietland (brak)	zout	96	0,0
(180) hard substraat	zout	46	0,0
(170) grasland (zoet)		207	0,1
Totaal		270646	100

Tabel 8. Totale oppervlakte per ecotoop voor het sublitoraal, litoraal en onbegroeid supralitoraal voor elk kombergingsgebied uitgesplitst voor het zoutgehalte. Kwelderecotopen zijn niet weergegeven omdat de grenzen van de kombergingskaart daar niet geschikt voor zijn.

legenda naam2	Zoutgehalte	Eierlandse							Eems-		
		Marsdiep	Gat	Vlie	Borndiep	Pinkegat	Zoutkamperlaag	Eilanderbalg	Lauwers	Schild	Dollard
(011) diep sublit., laag-dyn.	brak	18	0	0	0	0	0	0	0	0	14
(012) diep sublit., hoog-dyn.	brak	66	0	0	0	0	0	0	0	0	1171
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	brak	2384	0	138	0	0	0	0	0	0	611
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	brak	309	0	0	0	0	0	0	0	0	1468
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	brak	1303	0	33	0	0	0	0	0	0	912
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	brak	27	0	0	0	0	0	0	0	0	220
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	brak	1863	0	717	1359	54	6	0	9	0	6569
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	brak	5	0	0	0	0	0	0	0	0	190
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	brak	148	0	159	259	8	48	0	16	0	314
(061) supralitoraal, laag-dyn.	brak	54	0	156	442	4	108	0	60	0	262
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	brak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(011) diep sublit., laag-dyn.	zout	213	105	414	118	7	60	29	137	2	0
(012) diep sublit., hoog-dyn.	zout	12923	1012	7456	1818	102	1213	52	585	67	11284
(021) ondiep sublit., laag-dyn.	zout	29548	2249	18226	4186	528	1347	350	1106	249	4581
(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	zout	8698	1010	4818	2516	565	1419	159	1682	217	5167
(031) laag-litoraal, laag-dyn.	zout	6740	5131	20101	8671	1386	2250	563	2104	419	5825
(032) laag-litoraal, hoog-dyn.	zout	183	101	423	457	129	201	122	257	68	466
(041) mid-litoraal, laag-dyn.	zout	3543	6601	15589	9210	3452	7339	2433	7247	1761	13931
(042) mid-litoraal, hoog-dyn.	zout	26	83	200	264	41	63	61	60	38	148
(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	zout	87	405	345	137	60	248	65	327	127	157
(052) hoog-litoraal, hoog-dyn.	zout	0	3	5	6	0.5	1.0	5	0.1	1.1	3
(061) supralitoraal, laag-dyn.	zout	89	1275	579	188	204	424	243	335	440	588
(062) supralitoraal, hoog-dyn.	zout	0.2	11	30	18	2	4	4	0.1	0.5	4
<i>Totaal</i>		<i>68229</i>	<i>17987</i>	<i>69388</i>	<i>29650</i>	<i>6543</i>	<i>14730</i>	<i>4088</i>	<i>13927</i>	<i>3391</i>	<i>53886</i>

Tabel 9. Oppervlakte ecotopen per kombergingsgebied status 2000 (naar Wijsman & Verhage, 2004), vertaald naar dezelfde typologie als de 2009-kaart.

CODE	omschrijving2000	omschrijving2009	Zoutg.	Marsdiep	Eierl. Gat	Vlie	Borndiep	Pinkegat	Zoutk-laag	Eilanderbalg	Lauwers	Schild	Eems-Dollard
0	Niet toegekend	onbepaald	0	899	1829	1745	2060	763	1699	191	1312	461	6673
1	Zeegras	Zeegras	0			15							115
4	Variabel Zout	Variabel Zout	zout	3663	10	905	248	158	103		8	0,6	996
5	Zoet	Zoet	0	101									371
6	Brak, Hdyn, Litoraal	(032, 042, 052, 062) litoraal, hoog-dyn.	brak	1405		3483	1682						1455
7	Brak, Ldyn, Laag-litoraal	(031) laag-litoraal, laag-dyn.	brak	113		2102	642						334
8	Brak, Ldyn, Midden-litoraal	(041) mid-litoraal, laag-dyn.	brak	434		4151	1554						5462
9	Brak, Ldyn, Hoog-litoraal	(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	brak	7		9							9
10	Brak, Ldyn, Supra-litoraal	(061) supralitoraal, laag-dyn.	brak	8									0
11	Brak, Hdyn, Ondiep water	(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	brak	7363		1495	80						733
12	Brak, Ldyn, Ondiep water	(021) ondiep sublit., laag-dyn.	brak	8018		7142	661						1369
13	Brak, Geul	(012) diep sublit., hoog-dyn.	brak	2317		404							1062
14	Zout, Hdyn, Litoraal	(032, 042, 052, 062) litoraal, hoog-dyn.	zout	1846	1139	8000	4088	988	1720	741	2141	782	6355
15	Zout, Ldyn, Laag-litoraal	(031) laag-litoraal, laag-dyn.	zout	2527	4194	5612	3166	899	1188	265	1295	169	1337
16	Zout, Ldyn, Midden-litoraal	(041) mid-litoraal, laag-dyn.	zout	2557	4328	6055	4283	2228	4954	2016	4731	1330	5089
17	Zout, Ldyn, Hoog-litoraal	(051) hoog-litoraal, laag-dyn.	zout	4	36	11	4	4	13	37	38	64	30
18	Zout, Ldyn, Supra-litoraal	(061) supralitoraal, laag-dyn.	zout	4	52	6	6	21	0,6	32	32	66	22
19	Zout, Hdyn, Ondiep water	(022) ondiep sublit., hoog-dyn.	zout	14824	1881	6801	2407	387	1505	125	1027	219	6162
20	Zout, Ldyn, Ondiep water	(021) ondiep sublit., laag-dyn.	zout	11751	3867	14170	6971	994	2484	632	2499	458	4804
21	Zout, Geul	(012) diep sublit., hoog-dyn.	zout	10480	839	7321	1876	109	1157	94	766	26	11520
totaal				68321	18175	69429	29727	6552	14824	4133	13849	3577	53896

Bijlage 6 GIS-bewerkingen

De omschrijving van de GIS-bewerkingen is erop gericht houvast te bieden bij het maken van een update van de ecotopenkaart. Het gevolgde procedé is in essentie gelijk aan de wat gedaan is voor de eerdere Ecotopenkaart Eems-Dollard (Ysebaert et al. 2016). Aangeleverde bestanden zijn steeds ingelezen/geïmporteerd in dezelfde FileGeoDatabase. Dit bestandstype is standaard voor ArcGIS Pro. Een nieuwe versie van de ESRI software is gebruikt voor de productie van de Ecotopenkaart Waddenzee (inclusief Duitse deel Eems-Dollard): ArcGIS Pro 1.3.1. Deze biedt enkele technologische voordelen, maar de werkwijze is op een aantal punten afwijkend van die in ArcMap.

Stap 1a: Sublitoraal-indeling op basis van bathymetrie raster-dataset (verticale datum: NAP)

Horizontale resolutie: 20 x 20 meter.

- Classificatie:

	Waddenzee	Eems-Dollard
Diep sublitoraal	meer dan -6.30 m NAP	meer dan -7 m NAP
Ondiep sublitoraal	vanaf -6.30 m NAP	tot -7 m NAP
Laag litoraal@	vanaf -1.17 m NAP	-
Midden litoraal@	vanaf -0.71 m NAP	-
Hoog litoraal@	Vanaf +0.22 m NAP	-
Supralitoraal@	Van 0.68 tot 2.50 m NAP	-

@ Deze klassen op basis van de bathymetrie zijn uitsluitend gebruikt voor gebied waar geen data beschikbaar was op basis van stap 1b droogvalduur. Het gaat hier met name om stukken in de zeegaten en langs het Noordzeestrand, die veelal ook buiten het PKB-gebied vallen.

- Raster to Polygon

Stap 1b: Litoraal-indeling op basis van droogvalduur (raster)

Horizontale resolutie: 20 x 20 meter.

- Classificatie:

Laag litoraal	4-25% droogvalduur
Midden litoraal	25-75% droogvalduur
Hoog litoraal	75-85% droogvalduur
Supralitoraal	>85% droogvalduur

- Raster to Polygon

Stap 2: Stabiel of variabel en zout vs. brak

Voor de deelgebieden van de Waddenzee die geheel binnen het GETM-GOTM-modeldomein vallen (Marsdiep tot Zoutkamperlaag en Eilanderbalg) is gebruik gemaakt van GETM-resultaten.

De GETM-resultaten zijn als NetCDF-bestanden beschikbaar op een server van het NIOZ (via FTP benaderbaar) en op basis van de 12 maandbestanden van 2009 zijn zowel een gemiddeld zoutgehalte (aan de bodem: < 0.5 ‰ zoet (maar deze komt niet voor), 0.5-18‰ brak, > 18 ‰ zout) als de variabiliteit van het zoutgehalte berekend, waarbij als 'variabel' geldt: (4 x standaarddeviatie)/gemiddelde > 1. Meer informatie over het gebruik van de NetCDF bestanden en de bewerkingen volgt in deze bijlage.

Voor de Eems-Dollard is op basis van de voorgaande bewerking alsnog een gebied variabel zout (bij Nieuwe Statenzijl in de Dollard) bepaald. Dat gebied is toegevoegd aan het Eems-Dollard-deel van de

samengevoegde ecotopenkaart Waddenzee en Eems-Dollard. Voor de deelgebieden Lauwers, Schild en kleine restgebieden Eems die net buiten de Eems-Dollard kaart zijn gebleven maar niet zijn gedekt door GETM modelresultaten zijn de gegevens toegepast van de modelstudie die voor de Eems-Dollard kaart zijn gebruikt.

Stap 3: Dynamiek op basis van stroomsnelheid

Binnen het GETM-domein (zie ook stap 2) is gebruik gemaakt van de maximale stroomsnelheid aan de bodem (maximum over 12 maanden van 2009). De classificatie en verdere verwerking is conform de onderstaande tabel.

Voor het gedeelte tussen het GETM-domein en de bestaande Eems-Dollard ecotopenkaart is een GIS-bewerking gebruikt: Het aangeleverde XYZ-bestand (positie + waarde) is geconverteerd naar een rasterkaart van maximale stroomsnelheid met een celgrootte van 20 x 20 m (resolutie), gelijk aan de droogvalduur- en bathymetrie kaart. De dichtheid van de aangeleverde punten was daartoe afdoende.

- Classificatie:

max. stroomsnelheid >0.8 m/s	hoog-dynamisch
max. stroomsnelheid <=0.8 m/s	laag-dynamisch

- Raster to Polygon

Stap 4: Kwelder

De volgende bestanden zijn gebruikt:

Deelgebied	Jaar	Verwerkt voor
Punt van de Reide en Dollard	2012	Eems-Dollard
Fries Groningse kwelder	2008	Eems-Dollard en Waddenzee
Duitse kwelders		Eems-Dollard
- Rysum en Leybucht	2006	
- Dollard	2012	
Noord-Holland	2011	Waddenzee
Texel incl. Slufter	2011	Waddenzee
Boschplaat (Terschelling Oost)	2012	Waddenzee
Griend	2012	Waddenzee
Kroonspolder, Westerveld (Vlieland)	2009	Waddenzee
Noordvaarder, Groene Strand (Terschelling West)	2009	Waddenzee
Friese en Groningse kwelders	2008	Waddenzee
Ameland	2008	Waddenzee
Schiermonnikoog	2010	Waddenzee
Rottumeroog/-plaat, Zuiderduin	2010	Waddenzee

De TMAP codering is vereenvoudigd zodat codering toepasbaar is in zout ecotopenstelsel (zie Bijlage 2).

GIS-bewerking: De gegevensbestanden van de Nederlandse kwelders waren gecodeerd in de (bijna TMAP conforme) MapCode, en conform de vertaaltabel die voor de Eems-Dollard was opgesteld. Naast de niet-TMAP codes D.1. duinvallei(-achtig) en G.0 (zoet) grasland is een aanvullende niet-standaard code toegevoegd voor de verwerking van de Waddenzee: D.2 duin (en aanverwant). Daarnaast is op de Friese en Groningse kwelders een uitzondering gemaakt voor de H.0-delen die als incorrect ingedeeld worden beschouwd. Deze zijn als TMAP S.6.1 opgevat en als Z3.324 (hoge kwelder) verwerkt.

De volledige lijst van TMAP-naar-Ecotoop-codering is opgenomen als Bijlage 2.

Diverse selecties en bewerkingen zijn gemaakt om de samensmelting van de NL & DE TMAP-codering naar de Ecotoop-codering te realiseren o.a. met gebruikmaking van de tools Select by Attribute en Calculate Field

Stap 5: Sediment kaart en hard substraat

Op verzoek is door het NIOZ de SIBES-dataset voor 2011 beschikbaar gemaakt als polygoon-shapefile, deze is zonder verdere bewerking gebruikt.

Voor het opnemen van hard substraat zoals dat in de vorm van steenglooiingen van dijken en dammen zowel om als in de Waddenzee voorkomt is een bestaande dataset Steenglooiingen.shp (herkomst RWS) gebruikt. Deze dataset is voor dit doeleinde ook toegepast in de ecotopenkaart Eems-Dollard.

Stap 6: Deelgebieden

Feitelijk is deze stap eerder in het proces uitgevoerd, om een naadloze aansluiting op de reeds beschikbare ecotopenkaart Eems-Dollard te bewerkstelligen. In deze vroege fase is ook opgemerkt dat het modeldomein van GETM-GOTM niet tot aan de bestaande kaart reikt en is besloten om de kombergingsgebieden die niet volledig gedekt worden vanuit GETM-GOTM (Lauwers, Schild en nog enkele kleine reststukjes ten oosten daarvan) met de voor de Eems-Dollard gebruikte gegevens te verwerken. Doel hiervan was op het wantij aan de westelijke zijde van de Lauwers een aansluiting te krijgen met zo min mogelijk vreemde overgangen.

De bestaande kombergingskaart van IMARES is als basis genomen. Vervolgens is een buitenrand (van 250 m) toegevoegd en opgesplitst per kombergingsgebied (of eiland). Het beoogde doel van deze rand was om een basispolygoon te hebben welke bij samenvoeging met de andere delen van de kaart eventuele gaten tussen droogvalduur en kweldervegetatiekaart zou kunnen invullen. Hiermee is een tijdrovende stap (Stap 5 van de GIS-bewerkingen voor de Eems-Dollard (Ysebaert et al., 2016) vermeden.

De begrenzing van het PKB-gebied Waddenzee is in deze kaart geïntegreerd (Union).
De samenvoeging met de Eems-Dollard-kaart is uitgevoerd (Union).

- Union met voorgaande stap

Een geomorfologische kaart is niet toegepast. De redenen daarvoor worden hierna per kaart kort behandeld.

Een geomorfologische kaart is voor de Waddenzee niet voorhanden. Een geomorfologische kaart wordt gemaakt door middel van het digitaliseren vanaf false-colour luchtfoto's genomen tijdens laagwater. Het digitaliseren van de kaart gebeurt aan de hand van vastgestelde fotokenmerken, welke beschreven worden in documenten bij de karteringen. Na het digitaliseren wordt de concept geomorfologische kaart gecontroleerd door experts met kennis van het betreffende gebied. De geomorfologische kaart bevat veel informatie over het litoraal, maar wordt vooral gebruikt om onderscheid te maken tussen hoog-dynamisch en laag-dynamisch intergetijdengebied in het litoraal in plaats van de gemodelleerde stroomsnelheden. Voor de Waddenzee zijn luchtfoto's aanwezig op basis waarvan waarschijnlijk een geomorfologische kaart, vergelijkbaar met de Westerschelde gemaakt kan worden. Dit vereist tijd, expertise en een uitgebreide veldcontrole.

Stap 7: Samenvoegen van de bestanddelen en opschoonslag

De diverse polygoonbestanden zijn in één UNION-bewerking samengevoegd tot een tussenproduct. Dit tussenproduct is gebruikt om op basis van de verzamelde kenmerken de GridCodeWZED toe te kennen. Hiervoor is steeds een (complexe) Select by Attributes uitgevoerd, gevolgd door een Calculate field om de juiste GridCodeWZED toe te kennen.

Veel aandacht is besteed aan het zorgvuldig toekennen van deze gridcodes. Dit is namelijk cruciaal voor het eindresultaat (zie stap 8).

Stap 8: Eenduidig maken

Een groot aantal overbodig geworden velden is verwijderd en op basis van een Join Fields-bewerking zijn op basis van het gedeelde veld GridCodeWZED de kenmerken conform de ecotopen-indeling ingedeeld. Omdat de gridcodes door uitbreiding van de systematiek met o.a. variabel zout en sedimentklassen niet meer logisch ordende is een nieuwe alternatieve codering GridString gemaakt. Deze groepeert op zonering van diep sublitoraal, via litoraal en supralitoraal en dan verder met de kwelderzones, vervolgens op dynamiek, zoutstatus- en variabiliteit en tot slot de litorale sedimentsamenstelling. De codering en samenhang van de velden in de GIS-bestanden kan nagezien worden in Tabel 10.

Stap 9: Bewerken t.b.v. digitaal beschikbaar maken

De gegevens van de het GIS-bestand zijn nabewerkt ten behoeve van het digitaal beschikbaar stellen. Hiervoor zijn in de basis nu twee bestanden beschikbaar:

1. EcotoopWZED_final_mp: dissolve op alle velden (m.u.v. Shape_Area en Shape_Length) met multi-part polygons.
2. EcotoopWZED_final_sp: dissolve op alle velden (m.u.v. Shape_Area en Shape_Length) met single-part polygons

De multi-part versie heeft betrekkelijk weinig records (ca. 1700) en geeft bij het aanklikken van een polygoon, alle kenmerken en het gehele oppervlak van dat specifieke ecotoop (unieke gridstring) binnen het deelgebied. In web-kaarten tekent een gegevensset met weinig records betrouwbaarder dan een met veel records. Dit is met name van belang bij een ruim blikveld.

De single-part versie heeft aanzienlijk meer records (bijna 50.000) en geeft bij het aanklikken van een polygoon alle kenmerken en het specifieke oppervlak van dat ene unieke vlak (b.v. een stuk pionierzone onderaan de kwelder van 145 m²).

Stap 10: Ecotopenkaart digitaal publiek toegankelijk

ArcGIS online

De ecotopenkaart Waddenzee is publiek digitaal beschikbaar via ArcGIS online. Ga hiervoor naar <http://www.arcgis.com/> en typ in het zoekveld (bovenin met het vergrootglas): EcotopenkaartWZED. Er zal een scherm verschijnen met daarin een kleine kaart afgebeeld. Klik op dit kaartje en de ecotopenkaart Waddenzee ZES.1 opent in de map viewer.

Voor gevorderde gebruikers zijn er ook andere opties. Middels het driehoekje achter 'open' onder de kleine kaart is het ook mogelijk om voor Open in ArcGis for Desktop te kiezen. Daarnaast is de kaart ook beschikbaar als ArcGIS WebApp. Dit is te vinden op <http://www.arcgis.com/> met zoeken naar EcotopenWZED.

Geoserver Wageningen Marine Research

De ecotopenkaart wordt ook aangeboden op de Wageningen Marine Research GeoServer via <http://scomp1184.wur.nl/geoserver>. Op de server is een DataStore aangemaakt waarin de benodigde shapefiles opgeslagen zijn, tevens zijn StyledLayerDescriptor-bestanden (SLD) aangemaakt die de gegevens op dezelfde wijze weergeven als in deze rapportage.

WaLTER kaartenportaal

De kaart is ook beschikbaar in het kaartenportaal van WaLTER (<http://www.walterwaddenmonitor.org>) onder Tools > Kaartenportaal.

Tabel 10 Ecotoop-indeling WaddenZee inclusief Eems-Dollard estuarium, verklaring en samenhang van de velden

Gridcode WZED	Zout Status	Dyna miek	LitoraalIndeling	Zout Variab	SedimentLit	ZES	EcotoopTekst	Litor Dynam string	Grid string	status
200	Brak	laag	diep sublitoraal	stab	onbepaald	DslBlos	diep subl, brak, laag-dyn, onbepaald, stab.	011	011210	
600	Brak	laag	diep sublitoraal	vari	onbepaald	DslBlov	diep subl, brak, laag-dyn, onbepaald, var.	011	011220	
100	Zout	laag	diep sublitoraal	stab	onbepaald	DslZlos	diep subl, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	011	011310	
500	Zout	laag	diep sublitoraal	vari	onbepaald	DslZlov	diep subl, zout, laag-dyn, onbepaald, var.	011	011320	
1200	Brak	hoog	diep sublitoraal	stab	onbepaald	DslBhos	diep subl, brak, hoog-dyn, onbepaald, stab.	012	012210	
1600	Brak	hoog	diep sublitoraal	vari	onbepaald	DslBhov	diep subl, brak, hoog-dyn, onbepaald, var.	012	012220	
1100	Zout	hoog	diep sublitoraal	stab	onbepaald	DslZhos	diep subl, zout, hoog-dyn, onbepaald, stab.	012	012310	
1500	Zout	hoog	diep sublitoraal	vari	onbepaald	DslZhov	diep subl, zout, hoog-dyn, onbepaald, var.	012	012320	
210	Brak	laag	ondiep sublitoraal	stab	onbepaald	OsIBlos	ondp subl, brak, laag-dyn, onbepaald, stab.	021	021210	
610	Brak	laag	ondiep sublitoraal	vari	onbepaald	OsIBlov	ondp subl, brak, laag-dyn, onbepaald, var.	021	021220	
110	Zout	Laag	ondiep sublitoraal	stab	onbepaald	OsIZlos	ondp subl, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	021	021310	
510	Zout	Laag	ondiep sublitoraal	vari	onbepaald	OsIZlov	ondp subl, zout, laag-dyn, onbepaald, var.	021	021320	
1210	Brak	hoog	ondiep sublitoraal	stab	onbepaald	OsIBhos	ondp subl, brak, hoog-dyn, onbepaald, stab.	022	022210	
1610	Brak	hoog	ondiep sublitoraal	vari	onbepaald	OsIBhov	ondp subl, brak, hoog-dyn, onbepaald, var.	022	022220	
1110	Zout	hoog	ondiep sublitoraal	stab	onbepaald	OsIZhos	ondp subl, zout, hoog-dyn, onbepaald, stab.	022	022310	
1510	Zout	hoog	ondiep sublitoraal	vari	onbepaald	OsIZhov	ondp subl, zout, hoog-dyn, onbepaald, var.	022	022320	
220	Brak	laag	laag-litoraal	stab	onbepaald	LglBlos	laag-lit, brak, laag-dyn, onbepaald, stab.	031	031210	
221	Brak	laag	laag-litoraal	stab	slibrijk	LglBlss	laag-lit, brak, laag-dyn, slibrijk, stab.	031	031211	
222	Brak	laag	laag-litoraal	stab	fijn zand	LglBlfs	laag-lit, brak, laag-dyn, fijn zand, stab.	031	031212	
223	Brak	laag	laag-litoraal	stab	grof zand	LglBlgs	laag-lit, brak, laag-dyn, grof zand, stab.	031	031213	Leeg
620	Brak	laag	laag-litoraal	vari	onbepaald	LglBlov	laag-lit, brak, laag-dyn, onbepaald, var.	031	031220	
621	Brak	laag	laag-litoraal	vari	slibrijk	LglBlsv	laag-lit, brak, laag-dyn, slibrijk, var.	031	031221	
622	Brak	laag	laag-litoraal	vari	fijn zand	LglBlfv	laag-lit, brak, laag-dyn, fijn zand, var.	031	031222	
623	Brak	laag	laag-litoraal	vari	grof zand	LglBlgv	laag-lit, brak, laag-dyn, grof zand, var.	031	031223	Leeg
120	Zout	laag	laag-litoraal	stab	onbepaald	LglZlos	laag-lit, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	031	031310	

Gridcode WZED	Zout Status	Dyna miek	LitoraalIndeling	Zout Variab	SedimentLit	ZES	EcotoopTekst	Litor Dynam string	Grid string	status
121	Zout	laag	laag-litoraal	stab	slibrijk	LglZlss	laag-lit, zout , laag-dyn, slibrijk, stab.	031	031311	
122	Zout	laag	laag-litoraal	stab	fijn zand	LglZlfs	laag-lit, zout , laag-dyn, fijn zand, stab.	031	031312	
123	Zout	laag	laag-litoraal	stab	grof zand	LglZlgs	laag-lit, zout , laag-dyn, grof zand, stab.	031	031313	
520	Zout	laag	laag-litoraal	vari	onbepaald	LglZlov	laag-lit, zout , laag-dyn, onbepaald, var.	031	031320	
521	Zout	laag	laag-litoraal	vari	slibrijk	LglZlsv	laag-lit, zout , laag-dyn, slibrijk, var.	031	031321	
522	Zout	laag	laag-litoraal	vari	fijn zand	LglZlfv	laag-lit, zout , laag-dyn, fijn zand, var.	031	031322	
523	Zout	laag	laag-litoraal	vari	grof zand	LglZlgv	laag-lit, zout , laag-dyn, grof zand, var.	031	031323	
1220	Brak	hoog	laag-litoraal	stab	onbepaald	LglBhos	laag-lit, brak, hoog-dyn, onbepaald, stab.	032	032210	
1221	Brak	hoog	laag-litoraal	stab	slibrijk	LglBhss	laag-lit, brak, hoog-dyn, slibrijk, stab.	032	032211	
1222	Brak	hoog	laag-litoraal	stab	fijn zand	LglBhfs	laag-lit, brak, hoog-dyn, fijn zand, stab.	032	032212	
1223	Brak	hoog	laag-litoraal	stab	grof zand	LglBhgs	laag-lit, brak, hoog-dyn, grof zand, stab.	032	032213	leeg
1620	Brak	hoog	laag-litoraal	vari	onbepaald	LglBhov	laag-lit, brak, hoog-dyn, var.	032	032220	
1621	Brak	hoog	laag-litoraal	vari	slibrijk	LglBhsv	laag-lit, brak, hoog-dyn, slibrijk, var.	032	032221	
1622	Brak	hoog	laag-litoraal	vari	fijn zand	LglBhfv	laag-lit, brak, hoog-dyn, fijn zand, var.	032	032222	leeg
1623	Brak	hoog	laag-litoraal	vari	grof zand	LglBhgv	laag-lit, brak, hoog-dyn, grof zand, var.	032	032223	leeg
1120	Zout	hoog	laag-litoraal	stab	onbepaald	LglZhos	laag-lit, zout, hoog-dyn, onbepaald, stab.	032	032310	
1121	Zout	hoog	laag-litoraal	stab	slibrijk	LglZhss	laag-lit, zout, hoog-dyn, slibrijk, stab.	032	032311	
1122	Zout	hoog	laag-litoraal	stab	fijn zand	LglZhfs	laag-lit, zout, hoog-dyn, fijn zand, stab.	032	032312	
1123	Zout	hoog	laag-litoraal	stab	grof zand	LglZhgs	laag-lit, zout, hoog-dyn, grof zand, stab.	032	032313	
1520	Zout	hoog	laag-litoraal	vari	onbepaald	LglZhov	laag-lit, zout, hoog-dyn, onbepaald, var.	032	032320	
1521	Zout	hoog	laag-litoraal	vari	slibrijk	LglZhsv	laag-lit, zout, hoog-dyn, slibrijk, var.	032	032321	leeg
1522	Zout	hoog	laag-litoraal	vari	fijn zand	LglZhfv	laag-lit, zout, hoog-dyn, fijn zand, var.	032	032322	leeg
1523	Zout	hoog	laag-litoraal	vari	grof zand	LglZhgv	laag-lit, zout, hoog-dyn, grof zand, var.	032	032323	
230	Brak	laag	midden-litoraal	stab	onbepaald	MnlBlos	mid-lit, brak, laag-dyn, onbepaald, stab.	041	041210	
231	Brak	laag	midden-litoraal	stab	slibrijk	MnlBlss	mid-lit, brak, laag-dyn, slibrijk, stab.	041	041211	
232	Brak	laag	midden-litoraal	stab	fijn zand	MnlBlfs	mid-lit, brak, laag-dyn, fijn zand, stab.	041	041212	
233	Brak	laag	midden-litoraal	stab	grof zand	MnlBlgs	mid-lit, brak, laag-dyn, grof zand, stab.	041	041213	leeg

Gridcode WZED	Zout Status	Dyna miek	LitoraalIndeling	Zout Variab	SedimentLit	ZES	EcotoopTekst	Litor Dynam string	Grid string	status
630	Brak	laag	midden-litoraal	vari	onbepaald	MnlBlbv	mid-lit, brak, laag-dyn, onbepaald, var.	041	041220	
631	Brak	laag	midden-litoraal	vari	slibrijk	MnlBlsv	mid-lit, brak, laag-dyn, slibrijk, var.	041	041221	
632	Brak	laag	midden-litoraal	vari	fijn zand	MnlBlfv	mid-lit, brak, laag-dyn, fijn zand, var.	041	041222	
633	Brak	laag	midden-litoraal	vari	grof zand	MnlBlgv	mid-lit, brak, laag-dyn, grof zand, var.	041	041223	leeg
130	Zout	laag	midden-litoraal	stab	onbepaald	MnlZlos	mid-lit, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	041	041310	
131	Zout	laag	midden-litoraal	stab	slibrijk	MnlZlss	mid-lit, zout, laag-dyn, slibrijk, stab.	041	041311	
132	Zout	laag	midden-litoraal	stab	fijn zand	MnlZlfs	mid-lit, zout, laag-dyn, fijn zand, stab.	041	041312	
133	Zout	laag	midden-litoraal	stab	grof zand	MnlZlgs	mid-lit, zout, laag-dyn, grof zand, stab.	041	041313	
530	Zout	laag	midden-litoraal	vari	onbepaald	MnlZlov	mid-lit, zout, laag-dyn, onbepaald, var.	041	041320	
531	Zout	laag	midden-litoraal	vari	slibrijk	MnlZlsv	mid-lit, zout, laag-dyn, slibrijk, var.	041	041321	
532	Zout	laag	midden-litoraal	vari	fijn zand	MnlZlfv	mid-lit, zout, laag-dyn, fijn zand, var.	041	041322	
533	Zout	laag	midden-litoraal	vari	grof zand	MnlZlgv	mid-lit, zout, laag-dyn, grof zand, var.	041	041323	
1230	Brak	hoog	midden-litoraal	stab	onbepaald	MnlBhos	mid-lit, brak, hoog-dyn, onbepaald, stab.	042	042210	
1231	Brak	hoog	midden-litoraal	stab	slibrijk	MnlBhss	mid-lit, brak, hoog-dyn, slibrijk, stab.	042	042211	
1232	Brak	hoog	midden-litoraal	stab	fijn zand	MnlBhfs	mid-lit, brak, hoog-dyn, fijn zand, stab.	042	042212	
1233	Brak	hoog	midden-litoraal	stab	grof zand	MnlBhgs	mid-lit, brak, hoog-dyn, grof zand, stab.	042	042213	leeg
1630	Brak	hoog	midden-litoraal	vari	onbepaald	MnlBov	mid-lit, brak, hoog-dyn, onbepaald, var.	042	042220	
1631	Brak	hoog	midden-litoraal	vari	slibrijk	MnlBhsv	mid-lit, brak, hoog-dyn, slibrijk, var.	042	042221	
1632	Brak	hoog	midden-litoraal	vari	fijn zand	MnlBhfv	mid-lit, brak, hoog-dyn, fijn zand, var.	042	042222	
1633	Brak	hoog	midden-litoraal	vari	grof zand	MnlBhgv	mid-lit, brak, hoog-dyn, grof zand, var.	042	042223	leeg
1130	Zout	hoog	midden-litoraal	stab	onbepaald	MnlZhos	mid-lit, zout, hoog-dyn, onbepaald, stab.	042	042310	
1131	Zout	hoog	midden-litoraal	stab	slibrijk	MnlZhss	mid-lit, zout, hoog-dyn, slibrijk, stab.	042	042311	
1132	Zout	hoog	midden-litoraal	stab	fijn zand	MnlZhfs	mid-lit, zout, hoog-dyn, fijn zand, stab.	042	042312	
1133	Zout	hoog	midden-litoraal	stab	grof zand	MnlZhgs	mid-lit, zout, hoog-dyn, grof zand, stab.	042	042313	
1530	Zout	hoog	midden-litoraal	vari	onbepaald	MnlZhov	mid-lit, zout, hoog-dyn, onbepaald, var.	042	042320	
1531	Zout	hoog	midden-litoraal	vari	slibrijk	MnlZhsv	mid-lit, zout, hoog-dyn, slibrijk, var.	042	042321	leeg
1532	Zout	hoog	midden-litoraal	vari	fijn zand	MnlZhfv	mid-lit, zout, hoog-dyn, fijn zand, var.	042	042322	leeg

Gridcode WZED	Zout Status	Dyna miek	LitoraalIndeling	Zout Variab	SedimentLit	ZES	EcotoopTekst	Litor Dynam string	Grid string	status
1533	Zout	hoog	midden-litoraal	vari	grof zand	MnlZhgv	mid-lit, zout, hoog-dyn, grof zand, var.	042	042323	leeg
240	Brak	laag	hoog-litoraal	stab	onbepaald	HgIBlos	hoog-lit, brak, laag-dyn, onbepaald, stab.	051	051210	
241	Brak	laag	hoog-litoraal	stab	slibrijk	HgIBlss	hoog-lit, brak, laag-dyn, slibrijk, stab.	051	051211	
242	Brak	laag	hoog-litoraal	stab	fijn zand	HgIBlfs	hoog-lit, brak, laag-dyn, fijn zand, stab.	051	051212	
243	Brak	laag	hoog-litoraal	stab	grof zand	HgIBlgs	hoog-lit, brak, laag-dyn, grof zand, stab.	051	051213	leeg
640	Brak	laag	hoog-litoraal	vari	onbepaald	HgIBlov	hoog-lit, brak, laag-dyn, onbepaald, var.	051	051220	
641	Brak	laag	hoog-litoraal	vari	slibrijk	HgIBlsv	hoog-lit, brak, laag-dyn, slibrijk, var.	051	051221	
642	Brak	laag	hoog-litoraal	vari	fijn zand	HgIBlfv	hoog-lit, brak, laag-dyn, fijn zand, var.	051	051222	
643	Brak	laag	hoog-litoraal	vari	grof zand	HgIBlgv	hoog-lit, brak, laag-dyn, grof zand, var.	051	051223	leeg
140	Zout	laag	hoog-litoraal	stab	onbepaald	HgIZlos	hoog-lit, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	051	051310	
141	Zout	laag	hoog-litoraal	stab	slibrijk	HgIZlss	hoog-lit, zout, laag-dyn, slibrijk, stab.	051	051311	
142	Zout	laag	hoog-litoraal	stab	fijn zand	HgIZlfs	hoog-lit, zout, laag-dyn, fijn zand, stab.	051	051312	
143	Zout	laag	hoog-litoraal	stab	grof zand	HgIZlgs	hoog-lit, zout, laag-dyn, grof zand, stab.	051	051313	
540	Zout	laag	hoog-litoraal	vari	onbepaald	HgIZlov	hoog-lit, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	051	051320	
541	Zout	laag	hoog-litoraal	vari	slibrijk	HgIZlsv	hoog-lit, zout, laag-dyn, slibrijk, var.	051	051321	
542	Zout	laag	hoog-litoraal	vari	fijn zand	HgIZlfv	hoog-lit, zout, laag-dyn, fijn zand, var.	051	051322	
543	Zout	laag	hoog-litoraal	vari	grof zand	HgIZlgv	hoog-lit, zout, laag-dyn, grof zand, var.	051	051323	
1240	Brak	hoog	hoog-litoraal	stab	onbepaald	HgIBhos	hoog-lit, brak, hoog-dyn, onbepaald, stab.	052	052210	
1241	Brak	hoog	hoog-litoraal	stab	slibrijk	HgIBhss	hoog-lit, brak, hoog-dyn, slibrijk, stab.	052	052211	leeg
1242	Brak	hoog	hoog-litoraal	stab	fijn zand	HgIBhfs	hoog-lit, brak, hoog-dyn, fijn zand, stab.	052	052212	leeg
1243	Brak	hoog	hoog-litoraal	stab	grof zand	HgIBhgs	hoog-lit, brak, hoog-dyn, grof zand, stab.	052	052213	leeg
1640	Brak	hoog	hoog-litoraal	vari	onbepaald	HgIBhov	hoog-lit, brak, hoog-dyn, onbepaald, var.	052	052220	
1641	Brak	hoog	hoog-litoraal	vari	slibrijk	HgIBhsv	hoog-lit, brak, hoog-dyn, slibrijk, var.	052	052221	leeg
1642	Brak	hoog	hoog-litoraal	vari	fijn zand	HgIBhfv	hoog-lit, brak, hoog-dyn, fijn zand, var.	052	052222	leeg
1643	Brak	hoog	hoog-litoraal	vari	grof zand	HgIBhgv	hoog-lit, brak, hoog-dyn, grof zand, var.	052	052223	leeg
1140	Zout	hoog	hoog-litoraal	stab	onbepaald	HgIZhos	hoog-lit, zout, hoog-dyn, onbepaald, stab.	052	052310	
1141	Zout	hoog	hoog-litoraal	stab	slibrijk	HgIZhss	hoog-lit, zout, hoog-dyn, slibrijk, stab.	052	052311	leeg

Gridcode WZED	Zout Status	Dyna miek	LitoraalIndeling	Zout Variab	SedimentLit	ZES	EcotoopTekst	Litor Dynam string	Grid string	status
1142	Zout	hoog	hoog-litoraal	stab	fijn zand	HglZhfs	hoog-lit, zout, hoog-dyn, fijn zand, stab.	052	052312	
1143	Zout	hoog	hoog-litoraal	stab	grof zand	HglZhgs	hoog-lit, zout, hoog-dyn, grof zand, stab.	052	052313	
1540	Zout	hoog	hoog-litoraal	vari	onbepaald	HglZhov	hoog-lit, zout, hoog-dyn, onbepaald, var.	052	052320	leeg
1541	Zout	hoog	hoog-litoraal	vari	slibrijk	HglZhsv	hoog-lit, zout, hoog-dyn, slibrijk, var.	052	052321	leeg
1542	Zout	hoog	hoog-litoraal	vari	fijn zand	HglZhfv	hoog-lit, zout, hoog-dyn, fijn zand, var.	052	052322	leeg
1543	Zout	hoog	hoog-litoraal	vari	grof zand	HglZhgv	hoog-lit, zout, hoog-dyn, grof zand, var.	052	052323	
1300	Zout	nvt	supralitoraal	stab	onbepaald	Z3.320	wad, kaal (zout), onbepaald, stab.	060	060310	leeg
1700	Zout	nvt	supralitoraal	vari	onbepaald	Z3.320	wad, kaal (zout), onbepaald, var.	060	060320	leeg
250	Brak	laag	supralitoraal	stab	onbepaald	SulBlos	supralit, brak, laag-dyn, onbepaald, stab.	061	061210	
650	Brak	laag	supralitoraal	vari	onbepaald	SulBlov	supralit, brak, laag-dyn, onbepaald, var.	061	061220	
150	Zout	laag	supralitoraal	stab	onbepaald	SulZlos	supralit, zout, laag-dyn, onbepaald, stab.	061	061310	
550	Zout	laag	supralitoraal	vari	onbepaald	SulZlov	supralit, zout, laag-dyn, onbepaald, var.	061	061320	
1250	Brak	hoog	supralitoraal	stab	onbepaald	SulBhos	supralit, brak, hoog-dyn, onbepaald, stab.	062	062210	
1650	Brak	hoog	supralitoraal	vari	onbepaald	SulBhov	supralit, brak, hoog-dyn, onbepaald, var.	062	062220	
1150	Zout	hoog	supralitoraal	stab	onbepaald	SulZhos	supralit, zout hoog-dyn, onbepaald, stab.	062	062310	
1550	Zout	hoog	supralitoraal	vari	onbepaald	SulZhov	supralit, zout hoog-dyn, onbepaald, var.	062	062320	
1400	Brak	nvt	geul, brak	stab	onbepaald	WbBos	geul (brak), brak, onbepaald, stab.	080	080210	
1800	Brak	nvt	geul, brak	vari	onbepaald	WbBov	geul (brak), brak, onbepaald, var.	080	080220	
1390	Zout	nvt	geul, zout	stab	onbepaald	WzZos	geul (zout), zout, onbepaald, stab.	090	090310	
1790	Zout	nvt	geul, zout	vari	onbepaald	WzZov	geul (zout), zout, onbepaald, var.	090	090320	
1315	Brak	nvt	pionierzone	stab	onbepaald	Z3.321	pionierzone (zout), brak, onbepaald, stab.	100	100210	
1715	Brak	nvt	pionierzone	vari	onbepaald	Z3.321	pionierzone (zout), brak, onbepaald, var.	100	100220	
1310	Zout	nvt	pionierzone	stab	onbepaald	Z3.321	pionierzone (zout), zout, onbepaald, stab.	100	100310	
1710	Zout	nvt	pionierzone	vari	onbepaald	Z3.321	pionierzone (zout), zout, onbepaald, var.	100	100320	
1325	Brak	nvt	lage kwelder	stab	onbepaald	Z3.322	lage kwelder (zout), brak, onbepaald, stab.	110	110210	
1725	Brak	nvt	lage kwelder	vari	onbepaald	Z3.322	lage kwelder (zout), brak, onbepaald, var.	110	110220	
1320	Zout	nvt	lage kwelder	stab	onbepaald	Z3.322	lage kwelder (zout), zout, onbepaald, stab.	110	110310	

Gridcode WZED	Zout Status	Dyna miek	Litoraallndeling	Zout Variab	SedimentLit	ZES	EcotoopTekst	Litor Dynam string	Grid string	status
1720	Zout	nvt	lage kwelder	vari	onbepaald	Z3.322	lage kwelder (zout), zout, onbepaald, var.	110	110320	
1335	Brak	nvt	hoge kwelder	stab	onbepaald	Z3.324	hoge kwelder (zout), brak, onbepaald, stab.	120	120210	
1735	Brak	nvt	hoge kwelder	vari	onbepaald	Z3.324	hoge kwelder (zout), brak, onbepaald, var.	120	120220	
1330	Zout	nvt	hoge kwelder	stab	onbepaald	Z3.324	hoge kwelder (zout), zout, onbepaald, stab.	120	120310	
1730	Zout	nvt	hoge kwelder	vari	onbepaald	Z3.324	hoge kwelder (zout), zout, onbepaald, var.	120	120320	
1340	Brak	nvt	middelhg kwelder	stab	onbepaald	B2.323	middelhoge kwelder (brak), brak, onbepaald, stab.	130	130210	
1740	Brak	nvt	middelhg kwelder	vari	onbepaald	B2.323	middelhoge kwelder (brak), brak, onbepaald, var.	130	130220	
1345	Zout	nvt	middelhg kwelder	stab	onbepaald	B2.323	middelhoge kwelder (brak), zout, onbepaald, stab.	130	130310	
1745	Zout	nvt	middelhg kwelder	vari	onbepaald	B2.323	middelhoge kwelder (brak), zout, onbepaald, var.	130	130320	
1350	Brak	nvt	rietland	stab	onbepaald	B2.325	rietland (brak), brak, onbepaald, stab.	140	140210	
1750	Brak	nvt	rietland	vari	onbepaald	B2.325	rietland (brak), brak, onbepaald, var.	140	140220	
1355	Zout	nvt	rietland	stab	onbepaald	B2.325	rietland (brak), zout, onbepaald, stab.	140	140310	
1755	Zout	nvt	rietland	vari	onbepaald	B2.325	rietland (brak), zout, onbepaald, var.	140	140320	
1360	Zoet	nvt	duinvallei	stab	onbepaald	D.1	duinvallei(-achtig) (zoet), onbepaald, stab.	150	150110	
1760	Zoet	nvt	duinvallei	vari	onbepaald	D.1	duinvallei(-achtig) (zoet), onbepaald, var.	150	150120	niet gebruikt
1361	Zoet	nvt	duin	stab	onbepaald	D.2	duin (& aanverwant) (zoet), onbepaald, stab.	160	160110	
1761	Zoet	nvt	duin	vari	onbepaald	D.2	duin (& aanverwant) (zoet), onbepaald, var.	160	160120	niet gebruikt
1370	Zoet	nvt	grasland	stab	onbepaald	G.0	grasland (zoet), onbepaald, stab.	170	170110	
1770	Zoet	nvt	grasland	vari	onbepaald	G.0	grasland (zoet), onbepaald, var.	170	170120	niet gebruikt
1380	Brak	nvt	hard substraat	stab	onbepaald	B.1.3	hard substraat, brak, stab.	180	180210	
1780	Brak	nvt	hard substraat	vari	onbepaald	B.1.3	hard substraat, brak, var.	180	180220	
1385	Zout	nvt	hard substraat	stab	onbepaald	B.1.3	hard substraat, zout, stab.	180	180310	
1785	Zout	nvt	hard substraat	vari	onbepaald	B.1.3	hard substraat, zout, var.	180	180320	

Tabel 11 Kleurgebruik voor elke van de onderdelen van de Ecotopenkaart Waddenzee inclusief Eems-Dollard. Colour is de naam van de kleur zoals die door ESRI gehanteerd wordt. RGB zijn de waarden voor een RGB-kleurspecificatie, en Hex is de hexadecimale weergave die o.a door GeoServer gebruikt wordt

Colour	R	G	B	Hex	Used for	Opmerking
Litoraalind+dynam.						
Dark Navy	0	38	115	002673	diep subl, hoog-dyn	
Lapis Lazuli	0	92	230	005CE6	diep subl, laag-dyn	
Delft Blue	0	132	168	0084A8	ondiep subl., hoog-dyn	
Big Sky Blue	0	197	255	00C5FF	ondiep subl., laag-dyn	
Solar Yellow	255	255	0	FFFF00	laag-lit, hoog-dyn	
Yucca Yellow	255	255	190	FFFFBE	laag-lit, laag-dyn	
Electron Gold	255	170	0	FFAA00	mid-lit, hoog-dyn	
Mango	255	211	127	FFD37F	mid-lit, laag-dyn	
Fire Red	255	85	0	FF5500	hoog-lit, hoog-dyn	
Cantaloupe	255	167	187	FFA7BB	hoog-lit, laag-dyn	
Tzavorite Green	211	255	190	D3FFBE	supralit, hoog-dyn	
Olivine Yellow	233	255	190	E9FFBE	supralit, laag-dyn	
without name	0	230	209	00E6D1	geul in kwelder	
Light Apple	163	255	115	A3FF73	pionierzone	
Light Sienna	205	170	102	CDAA66	rietland	
Quetzal Green	76	230	0	4CE600	lage kwelder	
Leaf Green	56	186	0	38BA00	middelhoge kwelder	
Fir Green	38	115	0	267300	hoge kwelder	
Peridot Green	170	255	0	AAFF00	grasland	
Dark Olevinite	115	115	0	737300	duinvallei(-achtig)	
Gray 50%	130	130	130	828282	hard substraat	
Medium Yellow	245	245	122	F5F57A	duinen	
Cocoa Brown	137	90	68	895A44	brak/variabel	arcering
Eco-elementen						
Mars Red	255	0	0	FF0000	mossel/oesterbank	
Tudor Rose Dust	214	157	188	D69DBC	zeegras NL	
Tudor Rose Dust	214	157	188	D69DBC	zeegras DE <1%	
Medium Fuchsia	245	122	182	F57AB6	zeegras DE 1-4%	
Protea Pink	205	102	153	CD6699	zeegras DE 5-20%	
Cabernet	137	68	101	894465	zeegras DE >20%	
ZES (vereenv.)						
Spruce Green	76	115	0	4C7300	1 kwelder	
Leaf Green	56	186	0	38BA00	2 pionierzone	
Tzavorite Green	211	255	190	D3FFBE	3 supralitoraal	
Raw Umber	168	112	0	A87000	4 laagdynamisch hooglitoraal	
Electron Gold	255	170	0	FFAA00	5 laagdynamisch middenlitoraal	
Solar Yellow	255	255	0	FFFF00	6 laagdynamisch laaglitoraal	
Medium Coral	245	122	122	F57A7A	7 hoogdynamisch litoraal	
Moorea Blue	0	160	230	00A0E6	8 Laagdynamisch sublitoraal	
Sodalite Blue	190	232	255	BEE8FF	9 Hoogdynamisch sublitoraal	
Gray 50%	130	130	130	828282	10 hard substraat	
Arctic White	255	255	255	FFFFFF	11 Overig	

					Litoraalindeling (element)	
Dark Navy	0	38	115	002673	diep sublitoraal	
Ultra Blue	0	77	168	004DA8	ondiep sublitoraal	
Moorea Blue	0	160	230	00A0E6	laag-litoraal	
Big Sky blue	0	197	255	00C5FF	midden-litoraal	
Indicolite Green	190	255	232	BEFFE8	hoog-litoraal	
Yucca Yellow	255	255	190	FFFFBE	supralitoraal	
					Hydrodynamiek (element)	
Yogo Blue	115	178	255	73B2FF	laag-dynamisch	
Mars Red	255	0	0	FF0000	hoog-dynamisch	
					Ecotopen2000 (Wijsman & Verhage, 2004)	
Leaf Green	56	186	0	38BA00	1 zee gras	
Fir Green	38	115	0	267300	2 kwelder	
Tarragon Green	112	168	0	70A800	3 pionierzone	
RGB1	201	36	84	C92454	4 variabel zout	
Apatite Blue	115	223	255	73DFFF	5 zoet	
Yogo Blue	115	178	255	73B2FF	6 brak, h dyn, litoraal	
Rhodolite Rose	255	190	232	FFBEE8	7 brak, l dyn, laag-litoraal	
Fuchsia Pink	255	115	223	FF73DF	8 brak, l dyn, mid-litoraal	
Ginger Pink	255	0	197	FF00C5	9 brak, l dyn, hoog-litoraal	
Cattleya Orchid	168	0	132	A80084	10 brak, l dyn, supralitoraal	
Cretan Blue	0	112	255	0070FF	11 brak, h dyn, ondiep sublit.	
Big Sky Blue	0	197	255	00C5FF	12 brak, l dyn, ondiep sublit.	
Lapis Lazuli	0	92	230	005CE6	13 brak, geul	= diep sublit.
RGB2	0	115	140	00738C	14 zout, h dyn, litoraal	
Topaz Sand	255	235	175	FFEBAF	15 zout, l dyn, laag-litoraal	
Electron Gold	255	170	0	FFAA00	16 zout, l dyn, mid-litoraal	
Seville Orange	230	152	0	E69800	17 zout, l dyn, hoog-litoraal	
Raw Umber	168	112	0	195	18 zout, l dyn, supralitoraal	
Ultra Blue	0	77	168	004DA8	19 zout, h dyn, ondiep sublit.	
Delft Blue	0	132	168	0084A8	20 zout, l dyn, ondiep sublit.	
Dark Navy	0	38	115	002673	21 zout, geul	= diep sublit.

NetCDF gebruiken en bewerken

NetCDF is een bestandsformaat dat o.a. voor modeluitvoer veel wordt toegepast. Het formaat is flexibel, 'zelf-beschrijvend' en daarmee in de praktijk toch gecompliceerd om te gebruiken.

In het geval van de NetCDF-bestanden die via het NIOZ beschikbaar zijn (FTP-server van het NIOZ (<ftp://dmgftp.nioz.nl/wadmodel/>), inloggen als: waddenuser/hydrowad) is er in combinatie met GIS het volgende aan de hand: voor weergave in XY-events (snelle methode) heeft ArcGIS Pro enkel toegang tot de dimensions van een NetCDF. Dat zijn voor de GETM-uitvoer een X/Y in een model-eigen systeem, niet geschikt voor weergave op een kaart samen met andere gegevens. Bij de variables zijn wel Lon en Lat beschikbaar.

Gebruik in ArcGis Pro is op de volgende wijze gedaan:

Stap 1: Inlezen in AGP middels tool Make NetCDF Table View

Stap 2: De variables Lon en Lat zijn nu beschikbaar als veld en met tool Make XY Event Layer kunnen de gegevens op de juiste positie (Lon, Lat / WGS84) worden weergegeven in GIS.

Het blijkt dat voor vier van de 12 NetCDF voor 2009 de variable Lat niet is gevuld (NULL): 200904; 200905, 200911 en 200912. Dit is gerepareerd middels de volgende work-around:
Haal de gegevens van de defecte NetCDF als table naar de FileGDB van AGP (200904; 200905; 200911; 200912) = c2009<mm>_NIOZeco
Idem voor één goede NetCDF (b.v. 200901)
Voor elk van deze vijf:
Maak extra veld 'RowCol' = y + '-' + x
Creër unieke index op RowCol
Join een lat-loze table met de bewerkte goede table op RowCol.
Calculate Field voor "lege" lat '= goed "lat"
(herhaal bovenstaande stappen voor de andere drie tables met defecte lat).
Ververs de XY Event Layers.

Stap 3: Jaarwaarden bepalen op basis van de 12 maandwaarden

Benodigd:

- 1) gemiddelde waarde zoutgehalte aan de bodem (Salt_bott)
- 2) standaarddeviatie zoutgehalte aan de bodem (Salt_bott) t.b.v. criterium variabiliteit.
- 3) maximumwaarde stroomsnelheid aan de bodem (VMax_bott)

Aanpak:

Uitvoer van de data uit de NetCDF table views naar DBF (Export table to table) voor elke maand.

Link aan deze tabellen met MS-Access.

Benut de queries van Access om de data te bewerken tot de benodigde tussenresultaten.

- i. enkel de benodigde velden en een unieke combinatie row/col:

```
SELECT [Y] & "-" & [X] AS RowCol, 1 AS [Month], [200901_View].SALT_BOTT,
[200901_View].VMAX_BOTT
FROM 200901_View
WHERE ((([200901_View].SALT_BOTT)>0));
```

Bovenstaande is voor Januari.
- ii. Voeg alle maanden samen in één lange lijst:

```
select * from qry_200901_p
UNION select * from qry_200902_p
UNION select * from qry_200903_p
UNION select * from qry_200904_p
UNION select * from qry_200905_p
UNION select * from qry_200906_p
UNION select * from qry_200907_p
UNION select * from qry_200908_p
UNION select * from qry_200909_p
UNION select * from qry_200910_p
UNION select * from qry_200911_p
UNION select * from qry_200912_p;
```
- iii. Schrijf het resultaat weg voor gebruik in GIS (in een eigen Access-database):

```
SELECT qry2_Union_2009mm_narrow.* INTO tbl1_Union_2009mm IN
'D:\GIS_data\EemsDollardEcotoop\GETMGOTM\EcoNIOZ_work2.accdb'
FROM qry2_Union_2009mm_narrow;
```
- iv. Bereken de diverse statistieken en enkele controlewaardes (steeds 12 maanden):

```
SELECT qry1_Union_2009mm.RowCol, Count(qry1_Union_2009mm.VMAX_BOTT) AS
CntVmaxBott, Count(qry1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS CntSaltBott,
Avg(qry1_Union_2009mm.VMAX_BOTT) AS AvgVmaxBott,
Max(qry1_Union_2009mm.VMAX_BOTT) AS MaxVmaxBott,
Min(qry1_Union_2009mm.VMAX_BOTT) AS MinVmaxBott, [maxvmaxbott]-[minvmaxbott] AS
RangeVmax, Avg(qry1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS AvgSaltBott,
Max(qry1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS MaxSaltBott,
```

```

Min(qry1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS MinSaltBott, [maxsaltbott]-[minsaltbott] AS
RangSaltBott
FROM qry1_Union_2009mm
GROUP BY qry1_Union_2009mm.RowCol;

```

Bovenstaande query berekent ook alternatieve waarden die uiteindelijk niet gebruikt zijn. De keuze is gevallen op MaxVmaxBott (maximale berekende maandelijkse stroomsnelheid) en AvgSaltBott (gemiddeld zoutgehalte).

v. Bereken voor AvgSaltBott ook de standaarddeviatie en doe de berekening voor variabiliteit:

```

SELECT tbl1_Union_2009mm.RowCol, Count(tbl1_Union_2009mm.VMAX_BOTT) AS
CntVmaxBott, Count(tbl1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS CntSaltBott,
Avg(tbl1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS AvgSaltBott,
StDev(tbl1_Union_2009mm.SALT_BOTT) AS StDSaltBott, 4*[StdSaltBott]/[AvgSaltBott] AS
VblSaltBott
FROM tbl1_Union_2009mm
GROUP BY tbl1_Union_2009mm.RowCol;

```

Stap 4: Access-resultaten weer inlezen in GIS:

Access-resultaten zijn uitgevoerd naar 2 tabellen:

- ECONIOZ2009.DBF (3.iv)
- EcoNioz2009SaltStDev.DBF

Doe het volgende voor beide tabellen.

Table to Table om weer in te lezen in ArcGis Pro fGDB

Join Field met één van de NetCDF table views op het gedeelde veld RowCol. De juiste Lon en Lat zijn zo weer beschikbaar.

Make XY Event Layer

Stap 5: IDW interpolatie

IDW settings: output cell size 100, power 2; search radius 'variable'; number of points 12. Geen barrier polyline. Environment: output coord.syst. RD New; Snap raster 'wadsea_intertides_2009_20m_waddensea_20m'; Mask 'Wad_komberging_Union_Buffer_SOLO (rest defaults).

IDW voor interpolatie gekozen: omdat deze de oorspronkelijke waarden van input respecteert ("gaat door de punten").

Met het gebruik van het Snap raster worden het grovere 100 x 100 raster van de IDW geplaatst op een manier dat die aansluit op het 20 x 20 raster van de 'droogvalduur' (dus eigenlijk op een blok van 25 hiervan). Beoogd doel is minimaliseren van 'slivers' later in het proces.

Stap 6: Maak polygonen van de IDW raster

Omdat Raster to Polygon enkel werkt voor integer-raster is een inleidende herclassificatie nodig van reals naar integer noodzakelijk. Hiervoor is het tool Reclassify by Table gebruikt.

N.B. Dit geldt overigens ook voor andere Raster to Polygon bewerkingen!

Voorbeeld van een reclassify-table voor zoutgehalte (AvgSaltbott) in Zoet/Brak/Zout:

FromLower	ToUpper	OutputValue
0	0.5	30
0.5	18	20
18	80	15

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 5, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.
