



Leeswijzer

Voor de totstandkoming van de concretisering streefbeeld onderwaternatuur Waddenzee heeft Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) wetenschappers gevraagd op basis van een conceptueel model (zie verderop) bouwstenen uit te werken.

Deze powerpoint is een bundeling van essenties uit de aangeleverde bouwstenen en de vertaling daarvan door de projectgroep naar de beoogde concretisering voor beleid en beheer. Deze bundeling is niet opgewerkt tot een gestructureerde opbouw. Deze bundeling van informatie maakt als losse bijlage B onderdeel uit van het advies dat PRW voorjaar 2021 over de concretisering streefbeeld onderwaternatuur van de Nederlandse Waddenzee.

De losse bijlage A is de in 2020 uitgevoerde beleidsanalyse.

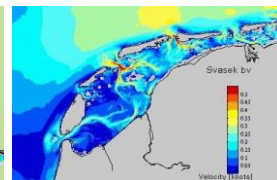
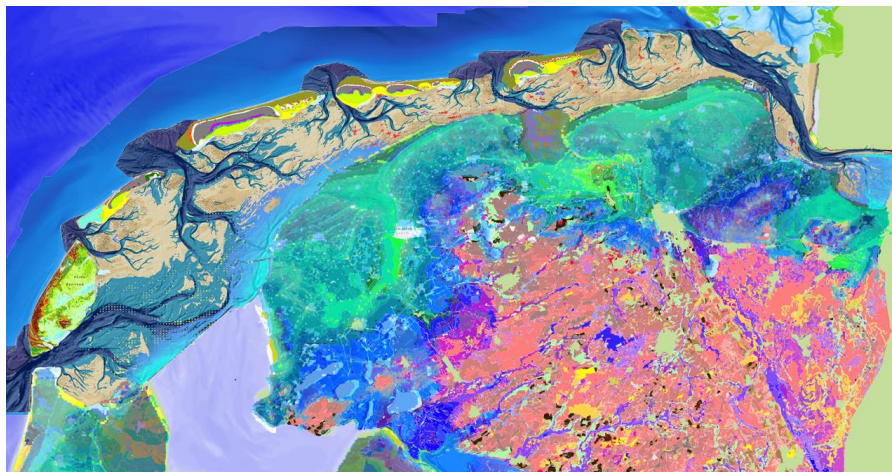
De losse bijlagen C en D zijn de aanvullende beleidsanalyses en adviezen.

Martha Buitenkamp
Ingrid van Beek
Michiel Firet

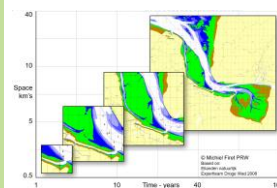
juni 2021

PROGRAMMA **NAAR EEN RIJKE WADDENZEE**

Landschap goed doorgronden



Getij gedreven systeem
Animatie getijdeweg (bron Svasek)



Tijd- en ruimteschalen

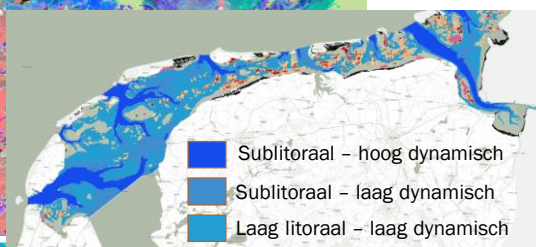
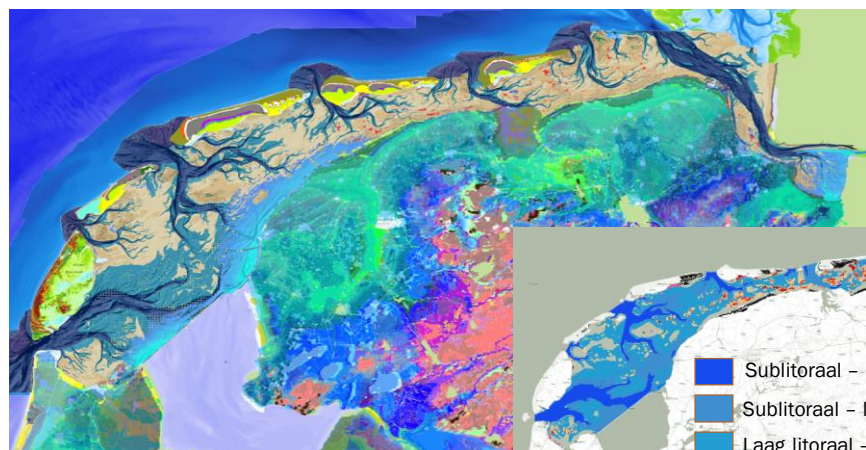
Inleiding



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA **NAAR EEN RIJKE WADDENZEE**

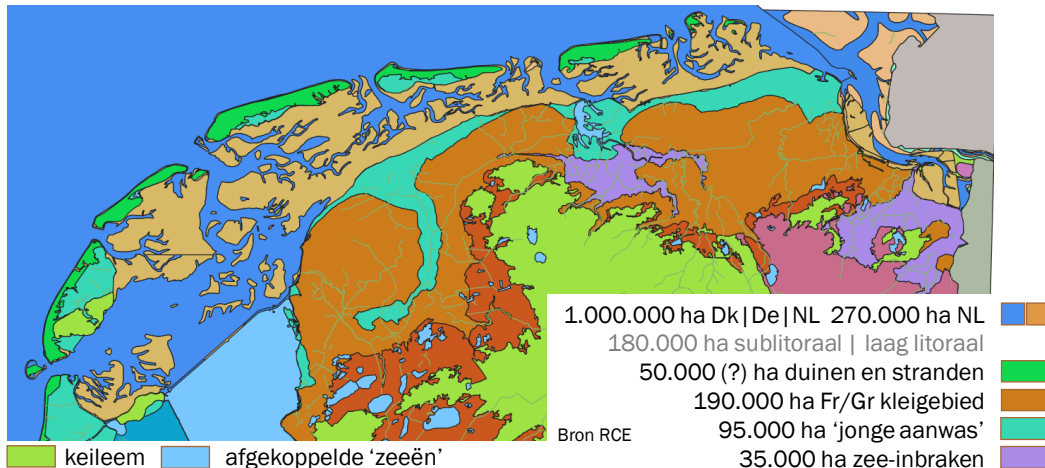
Onderwaternatuur – ca. 180.000 ha. sublitoraal en laag-litoraal



Inleiding



WAD VEERKRACHTIG!

Systeemgebied 'robuuste Waddenzee'

Inleiding

Op te leveren resultaat

Hoe maken we de kwalitatief verwoorde ambities voor de natuur onder water van de Waddenzee zodanig concreet dat het een inspirerende agenda kan worden voor onderzoek, beleidskeuzes en maatregelen waarmee de optimale ecologische kwaliteit van de Waddenzee kan worden bereikt. Waarbij het nadrukkelijk de wens is om het dynamische karakter van het mariene ecosysteem levend te laten zijn, ecologisch en beleidsmatig. En waarbij focus op processen, structuren, habitats en functionele groepen kan helpen.

De opdracht (van LNV):

Een advies – op inhoud – waar beleid en beheer mee verder kan

Een concreter perspectief 2050 voor onderwaternatuur dat op draagvlak kan rekenen van de stakeholders en dat als basis kan dienen voor onderzoek, beheer en uit te werken maatregelen.

Inleiding

Route en baken

voor beleid en beheer onderwaternatuur Waddenzee



Een streefbeeld is:
een kwaliteitsbeeld dat meetbaar is.

Concretisering streefbeeld suggereert:
een meetbaar eindbeeld van de
onderwaternatuur Waddenzee.

Een meetbaar eindbeeld 2050 voor de
dynamische Waddenzee kent zijn beperkingen
(door externe (klimaat) en interne dynamiek).

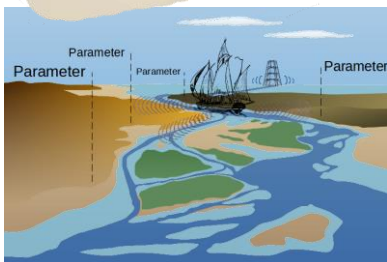
De algemeen verwoorde streefbeelden (zoals in
Agenda 2050) zijn wel te concretiseren
met een **baken** (*attractor*) en een **route**.

Inleiding



WAD VEERKRACHTIG!

Zelfredzaam ecosysteem – beheer en monitor de randen



Een meetbaar eindbeeld 2050 voor de
dynamische Waddenzee kent zijn beperkingen.

Concretisering ligt in een gezamenlijk bepaalde
route naar een baken.

Of en wanneer het ecosysteem bij dat baken komt
is minder te sturen, de richting wel
(door beheer 'systeemranden').

Doelbereikmonitoring dus meer in te vullen door de
systeemranden in de gaten te houden.

Is anders dan statusmonitoring; de actuele status
versus bereikte status volgen.

Statusmonitoring is wel nodig voor check bereiken
gemaakte (beleids- en beheer)afspraken.

Inleiding



WAD VEERKRACHTIG!

Het begrip streefbeeld

Gezond functionerend ecosysteem

Met alle kennis en inzichten die er zijn over de onderwaternatuur van de Waddenzee, weten we nu dat het streefbeeld in de kern gaat om een gezond functionerend dynamisch systeem. We kunnen het begrip “gezond functionerend” nader invullen, omdat we weten welke biotische en abiotische bouwstenen relevant zijn. We kunnen deze bouwstenen preciezer uitdrukken in (deel)doelstellingen en laden met parameters waarvoor bandbreedtes te geven zijn die relevant zijn in een dynamisch systeem. Daarbij hebben we rekening te houden met ruimtelijke differentiatie.

We hebben dan een raamwerk met randvoorwaarden en als daaraan voldaan kan worden, dan is er sprake van gezond functionerend dynamisch systeem, waar de natuur onder water en in relatie tot de natuur er naast en er boven goed kan gedijen.

Concretisering bestaat dan uit:

- Beschrijving van de relevante biotische en abiotische bouwstenen en hun samenhang
- Het definiëren van (deel)doelstellingen en parameters voor kenmerken met bandbreedtes

Programma van eisen aan het advies

- wetenschappelijk gedragen
- voor beleidsmakers, beheerders en gebruikers te begrijpen
- door beleidsmakers te vertalen

- duidelijk hoe het zich verhoudt tot bestaand beleid
- passend/aanvullend in te passen in bestaand beleid
- handelingsperspectief voor investeren en beheren bieden
- houvast bieden voor systematisch monitoren van trends (*early warning*)
- basis voor stroomlijnen verder onderzoek.
- aansprekend visueel te presenteren

Aanleiding

Het vigerende beleid en (internationale) juridische kaders omvatten te weinig concrete doelen om recht te doen aan de onderwaternatuur. En door het ontbreken van dergelijke concrete doelen is er ook geen garantie op succes om hetgeen wel concreet is afgesproken te realiseren. Bijvoorbeeld, als we niet weten welke ecosysteemelementen bijdragen aan het succes van een soort, of het uitblijven daarvan, welke signaalwaarde heeft een doelsoort dan? Zo kunnen ontbrekende of niet goed functionerende onderdelen van de onderwaternatuur (gaps) via ecosysteeminteracties doorwerken en leiden tot een suboptimaal ecosysteem, inclusief rol en positie menselijke belangen daarbij). Bron uitwerking bouwsteen C, beleidsanalyse Ingrid c.s.

Er is momentum om de onderwaternatuur een prominenter rol te geven, o.a. in de herzieningen van sturende documenten van Natura 2000 e.d. De ecologische samenhang sublitoraal-litoraal (mariene soorten, bijdrage primaire productie, belang vogels etc. moet niet worden vergeten.

Conceptuele benadering

De eerste gedachten over een conceptuele aanpak concretisering streefbeeld, juli 2020:

Iconische processen | habitats | soorten

*Wat zijn (los van voorgaande) iconische processen, habitats en/of soorten die 'doelwaardig' zijn?
Doelgericht formuleren.*

Ecologische interacties

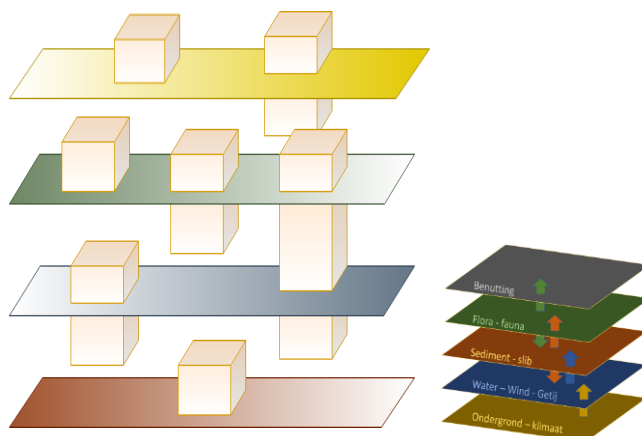
*Welke ecologische interacties zijn bepalend?
Ook in tijd en ruimte?
Doelgericht formuleren.*

Functionele groepen

*Wat zijn functionele groepen in het streefbeeld?
Doelgericht formuleren.*

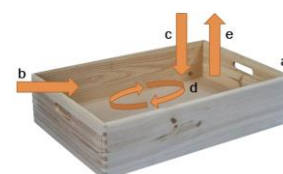
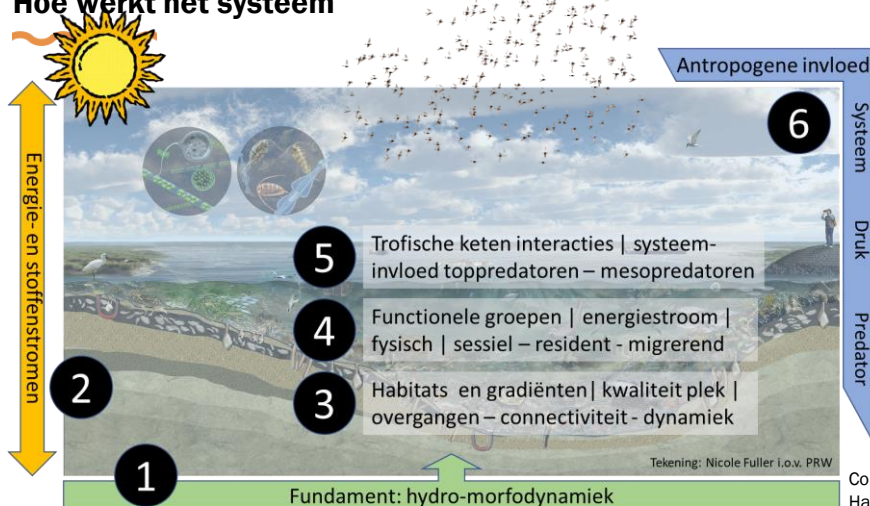
Fundament op orde

*Hoe ziet dat (abiotische) fundament er uit?
Doelgericht formuleren.*



PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Hoe werkt het systeem



Menselijke invloed:

- Invloed op de fysieke randen
- Input naar Waddenzee – water
- Input naar Waddenzee – lucht
- Interne invloeden
- Output uit het systeem

Conceptuele model



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Conceptueel model: hoe draait de motor



De geologische ondergrond bepaalt de vorm van de Waddenzee. Er is sprake van een pleistocene basis, onveranderbaar. En een holoceen waddenlandschap maar de mens tot op vandaag invloed op uitoefent met dijken, afsluitingen en landaanwinning. Voor de Waddenzee is het getij een belangrijke driver. Eb en vloed zorgen voor stromingspatronen, opbouw en erosie van sediment en aanvoer en afvoer van nutriënten en organismen. Wind is een van minder betekenis maar kan opbouw en erosie versterken.

Het ecosysteem, de motor, draait op de energie die naar de Waddenzee komt, rechtstreeks via het zonlicht, via het water uit de Noordzee en de stroomgebieden en via de atmosfeer. Een deel van de energie wordt in het gebied zelf gemaakt of omgezet (remineralisatie).

Het samenspel van abiotische processen (zie fundament), aangevuld met biotische landschapsvormende processen, en beïnvloed door de mens, bepaalt de aanwezigheid, de geografische spreiding en kwaliteit habitats (deelsystemen) die in de Waddenzee en daarbuiten (stroomgebieden, Noordzee) liggen. Ongestoorde verbindingen bepalen mede de kwaliteit.

De onderwaternatuur van de Waddenzee is rijk aan soorten. Van bacterie tot de zeehond als toppredator. Voor het mariene ecosysteem zijn planten en dieren naast hun intrinsieke waarde (er gewoon mogen zijn) voor elkaar belangrijk. Ze geleiden de energie- en stoffenstromen, ze vormen (mede) het landschap en de habitats en ze zijn voedsel voor elkaar. Voor een weerbaar ecosysteem is niet de soort, maar de groep van soorten met dezelfde eigenschappen bepalend. Voor het (natuur)beleid zijn soorten van planten (bv zeegras) en dieren (bv mossel) belangrijk.

Conceptuele model



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Conceptueel model: hoe draait de motor



Tussen soorten en tussen functionele groepen bestaan complexe relaties, eten en gegeten worden, beschutting, bescherming, bedreiging, transport. Soorten zijn van elkaar afhankelijk. Hoe meer alternatieve relaties er zijn, hoe veerkrachtiger en weerbaarder het ecosysteem (*link density**). De onderwaternatuur van de Waddenzee kan niet los worden gezien van het deel boven water (droogvallend, vogels etc.).

Een bijzonder kenmerk van het open, dynamische mariene ecosysteem van de Waddenzee is dat er soorten verdwijnen of vertrekken, en dat er bij voortdurend nieuwe soorten bij komen (exoten). Een deel van die nieuwkomers neemt de functionele plek van oorspronkelijke soorten in. En een deel van de nieuwkomers kan (in hun functionele groep) gaan domineren en tot verstoring van het biotische evenwicht leiden.

Het samenspel van fundament, energie- en stoffenstromen en de functionele relaties tussen soorten bepaalt hoe de energie en bouwstoffen door het mariene ecosysteem worden opgenomen en doorgegeven; het voedselweb. De dreiging van gegeten worden leidt tot aanpassingen. Predatoren binnen de verschillende trofische niveaus hebben invloed op het voorkomen en de massaliteit van soorten of functionele groepen.

De mens is voor de onderwaternatuur van de Waddenzee en voor het Waddeneecosysteem als geheel een factor van betekenis. De zelfredzaamheid van de Waddenzee wordt door de mens beperkt. In het fundament, en door het gebruik; als predator en als *modifier* habitats.

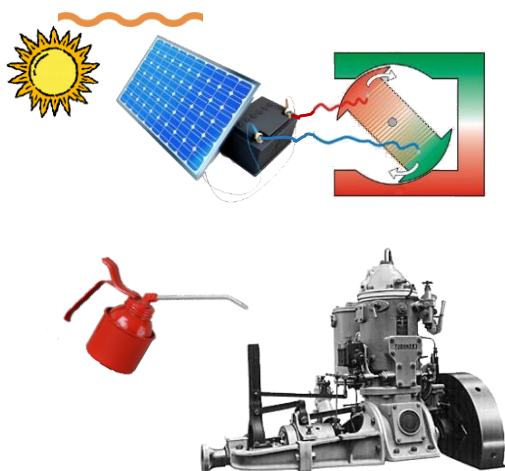
Conceptuele model



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Ultieme streefbeeld is: motor weer beter laten draaien op stevig fundament



Een zo zelfredzaam mogelijk dynamisch marien ecosysteem waarbij processen, interacties en habitats bepalend zijn. Dus:

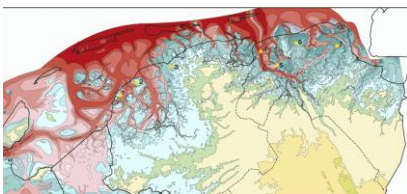
- ✓ Ongestoorde geologische processen
- ✓ Ongestoorde hydromorfologische processen
- ✓ Biobouwers factor van betekenis landschapsvorming
- ✓ Ongestoorde aanvoer, doorvoer en afvoer van nutriënten
- ✓ Interacties onderling hecht, veelvuldig en in balans
 - Tussen abiotiek en biotiek
 - Tussen functionele groepen onderling
 - Tussen deelsystemen
 - Balans interacties nutriënt gestuurd
- ✓ Functionele groepen vinden hun plek in ruimte en tijd
- ✓ Het ecosysteem is weerbaar (adaptief)
 - Herstelt zich in cycli
 - Of verandert door ecosysteem *drivers*

Conceptuele model



WAD VEERKRACHTIG!

Ontwikkeling verleden kijkrichting voor de toekomst?



Animatie ontwikkeling van het Waddengebied (bron o.a. artikel "het ontstaan van het terpen- en wierdenlandschap" Jeroen Wiersma en Annet Nieuwhof 2018, bron kaarten Deltares e.a.)

Gedachte-experiment: Stel we stoppen het onderhoud van dijken, dammen en geulen. Waar zal in een tijdpad van eeuwen de Waddenzee dan weer haar ruimte nemen?

Wat is er anders dan vroeger?

- De oppervlakte komberging
- De getijdeslag en – prisma's
- De sedimentbalans
- De rol biobouwers

- Niet de getij-cycli zelf (dagelijks, 18-jarig)
- Niet de cyclus zeespiegelniveau

Conceptuele model

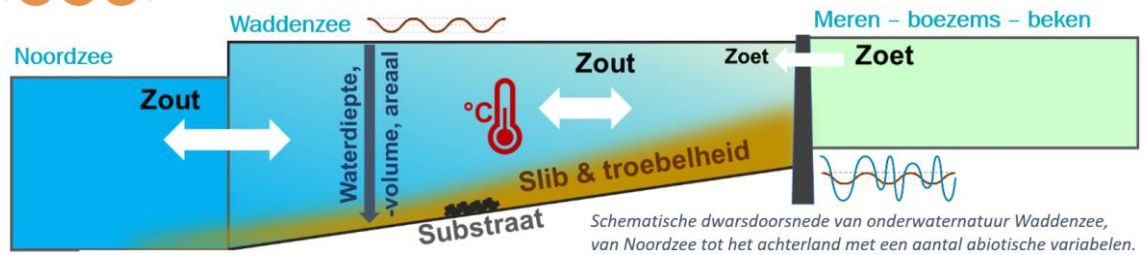


WAD VEERKRACHTIG!

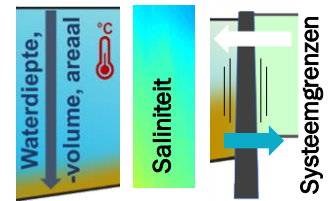
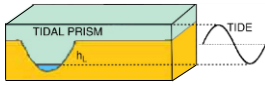


WAD VEERKRACHTIG!

Essenties fundament



Bovenstaande dwarsdoorsnede geeft sterk vereenvoudigd en in een schijnbaar statische toestand de essentie van het fundament van de onderwaternatuur van de Waddenzee weer. Zie kaartbeeld hierna. Voor een weerbare onderwaternatuur zijn belangrijke kenmerken; zoet-zout gradiënten (horizontaal, verticaal, temporeel), temperatuurgradiënten, doorzicht en zandig/slikkig. Verleggen systeemgrenzen is de enige draaiknop, met invloed op getijdprisma's, doorwerkend op stroomsnelheden en waterdiepten en daarmee op kenmerken.



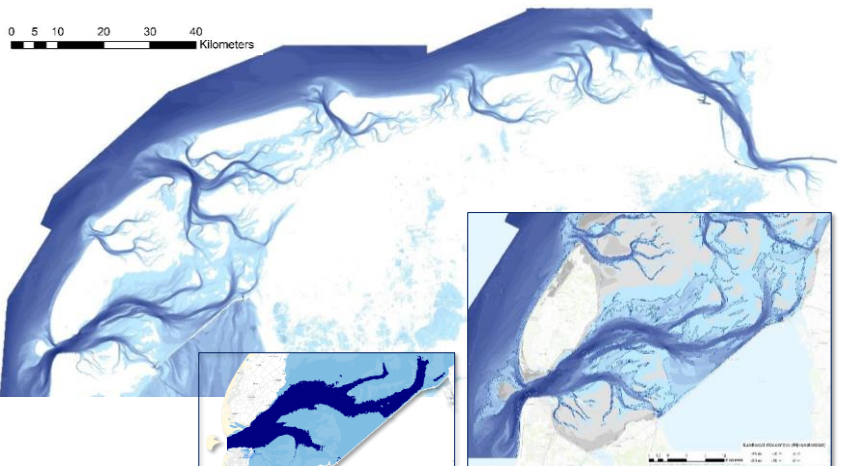
Fundament



WAD VEERKRACHTIG!

Ruimtelijke verdeling

Het areaal onderwaternatuur van de Waddenzee is ca. 180.000 ha. (sublitoraal en laag litoraal). Dynamiek is belangrijk voor herstel-capaciteit (zie verderop). Huidig onderscheid hoog- en laagdynamisch is te grof. Detaillering is nodig t.a.v. golfdynamiek, weerstand schuifspanning (>5% slib) en kwetsbare habitats of gemeenschappen < 5m NAP. Kleine prielen en (kwelder)-kreeken zijn ook belangrijk.



Fundament



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen fundament

“We zijn zuinig op de unieke getijdedynamiek van de Waddenzee en het areaal (diep) sublitoraal.”

- 1-1 Alleen natuurlijke aanvoer en afvoer van sediment naar en uit de Waddenzee.
- 1-2 Areaal en diepte diepe delen/geulen zodanig dat er temperatuurbuffering is en verticale zoet-zoutgradiënten zijn, zeker in kombergingen verbonden met stroomgebieden.
- 1-3 Voor doelstelling 1-2 optimale getijprisma's (op schaal komberging en deelgebieden) binnen (nieuwe) systeemgrenzen van dijken en dammen, ook op kleiner schaalniveau.
- 1-4 Ruimtelijke en temporele variatie in saliniteit wordt door neerslag en verdamping bepaald. De variatie in saliniteit is nooit funest voor organismen, er zijn op soort aangepaste uitwijkmogelijkheden.
- 1-5 Er is alleen natuurlijke variatie in troebelheid (doorzicht).
- 1-6 Er is een maximaal areaal natuurlijk 'hard' substraat (biobouwers), bestaand en potentieel gerealiseerd met natuurlijke processen.
- 1-7 Antropogeen hard substraat heeft ecologische meerwaarde (demping dynamiek, beschutting) en kan gericht worden ingezet om ecosysteemprocessen (zoals biobouwers) op gang te helpen als duidelijk is dat het een 'startprobleem' oplost.

Ad 1-4 denk aan vergroten kommen waar het kan door openen afsluitdammen, terugleggen dijken en weghalen of open dammen en andere constructies op lokale schaal zal, zo is de verwachting, meer variatie geulen en prielen geven.

Fundament



WAD VEERKRACHTIG!

Fundament – parameters en kritische waarden

Fundament – Hydromorfodynamiek		
kenmerk	parameter(s)	kritische waarde per parameter
Geologie – omvang	Areaal of volume (1-2)	> 105% t.o.v. 2020
	Getijprisma's (1-3, 1-4)	>120% t.o.v. 2020 (Md, Vlie, Zkl, ED?)
	Kunstmatige aan- en afvoer sediment (1-1)	0
Saliniteit	Verticale verdeling zoutgehalte (1-4)	Aanwezig in kombergingen met achterland
	Verdeling in de tijd (getij, seizoenen, decade) (1-4)	Variabel, maar nooit alleen zoet of zout in kombergingen met achterland Uitwijkmogelijkheden (vert., horz.) aanwezig
Doorzicht	Slib in suspensie (1-5)	0% slib in suspensie door mens
Temperatuur	Graden celsius (1-4)	>10% areaal koeler (diep) sublitoraal
Substraat	Natuurlijke harde lagen en structuren (1-6, 1-7)	120% tov areaal en kwaliteit 2020

Fundament



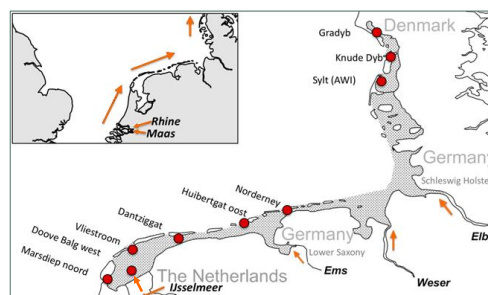
WAD VEERKRACHTIG!

Essenties energie- en stoffenstromen

De onderwaternatuur van de Waddenzee is afhankelijk van de aanvoer (influx) van energie en bouwstoffen. Energie (zonlicht) wordt via primaire productie omgezet in voedsel dat daarna door het voedselweb zijn weg vindt. Belangrijke bouwstoffen voor de groei van organismen zijn koolstof, stikstof en fosfaat.

De voeding van de Waddenzee komt voor een heel groot deel van buiten het gebied. Door de influx nutriënten uit de beek- en riviersystemen en door de influx van organisch materiaal Noordzee. Met behulp van zonlicht worden beschikbare energie en bouwstoffen in de Waddenzee zelf (weer) omgezet tot (interne) primaire productie.

De gemiddelde (interne) primaire productie is $200-300 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$, remineralisatie is $300-450 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ en import is ongeveer $100 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$. Er zijn seizoenpatronen in de aanmaak en afbraak (remineralisatie), de energie- en stoffenstromen kennen veel variatie in ruimte en tijd.



Uit Van Beusekom 2018 (● meetstations)

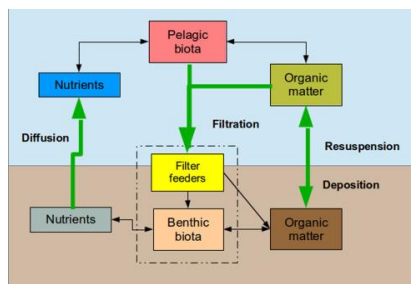
Door het milieubeleid is de aanvoer van buiten ten opzichte medio 20^e eeuw sterk afgenomen. Mogelijk verder dan de natuurlijke niveaus door sterk veranderde nutriëntenfluxen uit beek- en riviersystemen.

Energie- en stoffenstromen



WAD VEERKRACHTIG!

Benthisch – pelagische koppelingen



Het meest waardevol is afbraak van organisch materiaal uit de top van het voedselweb. Er is dan optimaal gebruik gemaakt van de energie en stoffen. Soms zijn cycli korter, bijvoorbeeld door sterfte onder (dominerende) soorten (garnalen, krabben, mesheften).

Voor het voedselweb, zowel onderwater (sublitoraal) als in samenhang met het litorale deel (vogels, kwelders), is de wadbodem als bron van energie en bouwstoffen cruciaal. Belangrijk is dan ook dat de voeding uit de wadbodem voor het voedselweb van de waterkolom beschikbaar en bruikbaar is. Daarvoor zijn de benthisch (wadbodem) pelagische (waterkolom) koppelingen belangrijk. Via de primaire producenten en de primaire consumenten vindt de voeding zijn weg verder in het interactie-net van de Waddenzee.

De koppelingen bestaan uit cycli van consumptie en afbraak (remineralisatie) van organisch materiaal. Voor een goede primaire productie en een goede afbraak zijn beschikbaarheid van licht, zuurstof en CO_2 en temperatuur belangrijk, in en bij de wadbodem. De samenstelling van de wadbodem en doorzicht hebben daar invloed op.

De wadbodem is een 'langzame nutriëntenbuffer'. Een goed functionerende wadbodem geeft een traagheid in het ecosysteem nodig om dynamische, temporele variaties op te kunnen vangen.

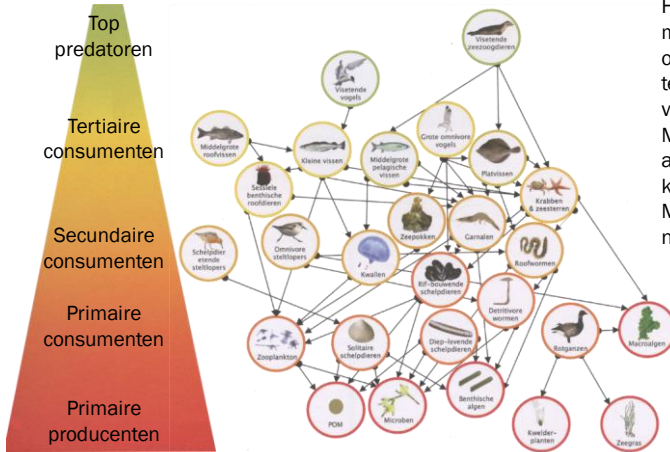
Energie- en stoffenstromen



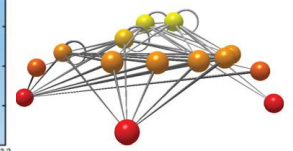
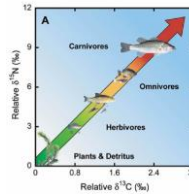
WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA **NAAR EEN RIJKE WADDENZEE**

Meerdere trofische niveaus



Het interactieweb van de Waddenzee heeft min of meer vijf trofische niveaus. De massa voeding in de onderste niveaus zijn een veelvoud van die van de tertiaire consumenten en de toppredatoren. Niet alle voeding gaat door naar het bovenliggende niveau. Massa die niet wordt gegeten sterft of en wordt afgebroken en komt via de bentisch-pelagische koppeling weer de primaire producenten ten goede. Meer verbindingen tussen soorten en trofische niveaus vergroot de weerbaarheid van het systeem.



Energie- en stoffenstromen



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA **NAAR EEN RIJKE WADDENZEE**



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen energie- en stoffenstromen

“De energie en de bouwstoffen komen zo veel mogelijk organismen in de keten ten goede.”

- 2-1 Aanvoer van nutriënten en interne recirculatie ervan door remineralisatie zijn niet gelimiteerd. De aanvoer van bouwstoffen (organisch materiaal) en nutriënten uit stroomgebieden is optimaal
- 2-2 Energie en bouwstoffen van primaire productie komen meerdere trofische niveaus ten goede.
- 2-3 De koppeling tussen benthische en pelagische energie- en stoffenstromen is in balans.
- 2-4 Er is alleen sprake van natuurlijke limitatie van stoffen.
- 2-5 Het mariene ecosysteem heeft een biomassa die het systeem kan onderhouden.
- 2-6 De hoeveelheid oogst voor menselijke consumptie wordt bepaald door het surplus biomassa.

Bij 2-1 kunnen er maatschappelijke redenen zijn om hier tijdelijk of lokaal van af te wijken.
2-6 is geen zuivere doelstelling in deze stap, kan ook worden gezien als afgeleide van 2-1 en als afzonderlijke doelstelling bij stap 6

Energie- en stoffenstromen



WAD VEERKRACHTIG!

Energie- en stoffenstromen – parameters en kritische waarden

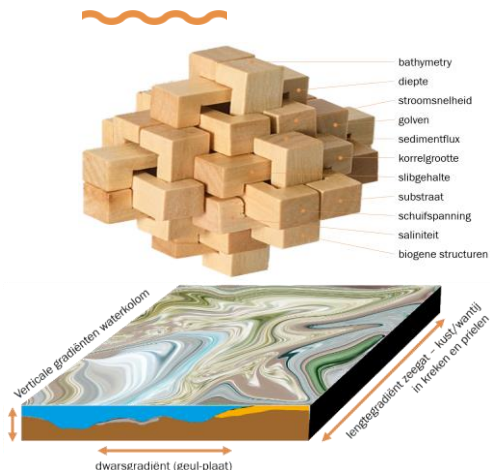
Energie- en stoffenstromen onderwaternatuur Waddenzee		
kenmerk	parameter(s)	kritische waarde per parameter
Nutriënten stroomgebieden	stikstof, fosfaat, (dood)plankton (2-1)	20% meer dan in 2020 (keren trend)
	natuurlijke fluctuatie gedurende het jaar (2-5)	Geen stops in aanvoer, wel fluctuaties
Primaire productie	$g\ C\ m^{-2}\ y^{-1}$	20% meer dan in 2020, variatie kb'n
Energieestroom	zuurstof wadbodem	
	zuurstof waterkolom	
Trofische niveaus	Minimaal aantal trofische niveaus (2-2, 2-3)	≥ 5 niveaus (voor veerkrachtig web)
Draagkracht	Biomassa die systeem kan onderhouden (2-5 6)	Nader te bepalen (gerichte studie)
Stof limitaties	N/P ratio? Andere limitaties? (2-1)	geen antropogene

Energie- en stoffenstromen



WAD VEERKRACHTIG!

Essenties essentiële habitats en gradiënten



Essentiële habitats zijn belangrijke, specifieke plekken in de Waddenzee met karakteristieke abiotische (*physical environment*) en biotische kenmerken voor/van de levensgemeenschappen ter plekke. De plekken variëren in omvang en verschuiven in de tijd.

Essentiële gradiënten zijn geleidelijke overgangen in gebiedskenmerken (habitatkenmerken). Meestal overgangen in de ruimte (denk aan een geulwand-plaat-overgang). Soms ook een overgang in de tijd (bv variatie saliniteit). De gradiënten variëren in omvang (lengte) en verschuiven in de tijd. Essentiële gradiënten bieden vooral minder mobiele soorten de gelegenheid voor hun meest gunstige leefomstandigheden in de buurt te vinden.

Essentiële habitats en gradiënten worden bepaald door de kenmerken van het fundament en de energie- en stoffenstromen. De mens kan habitats en gradiënten aanleggen of versterken. In een door procesbeheer gedomineerd ecosysteem als de Waddenzee gaat het om punt- en lijninterventies, vooral bij havens en dijken.

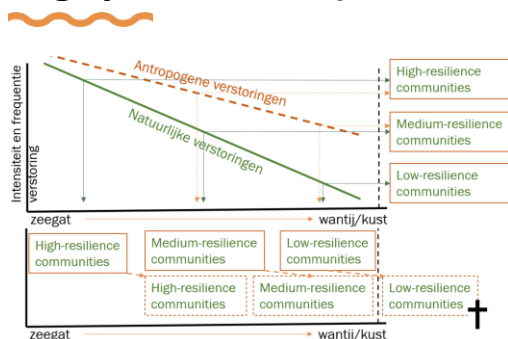
definitie **habitat**: een ecosysteem met karakteristieke geografische, abiotische en biotische kenmerken

Habitats en gradiënten



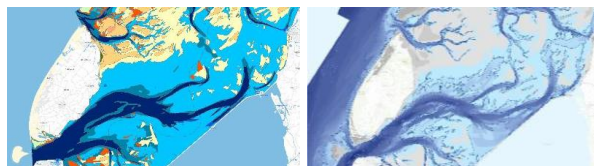
WAD VEERKRACHTIG!

Mogelijkheden voor verplaatsen en aanpassen



Soorten en gemeenschappen zijn aangepast aan door abiotiek of biota (al dan niet gestabiliseerde) substraten. Sommige zijn zo mobiel dat ze bij andere omstandigheden kunnen wijken. Gemeenschappen met onvoldoende mobiliteit (in tijd en ruimte) moeten na een verstoring ter plekke herstellen. Als verstoringen vaker voorkomen dan de soort- of gemeenschap specifieke hersteltijd, dan dreigt teloorgang van gemeenschap(en). Vooral van die met geringe veerkracht.

Kennis van de ruimtelijke variatie van habitats en gradiënten is nodig voor een goede bescherming kwetsbare gemeenschappen.



Kaartuitsnede komberging Marsdiep. Het ondiepere gebied ten noorden van de Texelstroom-Vlieter (ondieper -5m NAP) lijkt ecologisch belangrijk. Mogelijk dat dynamiek-element golfslag hier tot andere inzichten leidt.

Habitats en gradiënten



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen essentiële habitats en gradiënten (kwaliteit v.d. plek)

“Leefgebieden van goede ecologische kwaliteit zijn de ruggengraat, we beschermen ze. Overgangen en verbindingen zijn cruciaal voor de veerkracht en weerbaarheid, we optimaliseren ze.”

- 3-1 Er zijn maximale arealen habitats van goede kwaliteit voor gemeenschappen die substantieel bijdragen aan levenscycli van meerdere functionele groepen en/of energie- en stoffenstromen (door meerdere trofische niveaus); de kenmerken en de ecologische potentie van de wadbodem zijn daarbij bepalend.
- 3-2 Er zijn optimale gradiënten (in kwaliteit en oppervlakte/lengte) voor minder mobiele gemeenschappen die substantieel bijdragen aan levenscycli van meerdere functionele groepen en/of energie- en stoffenstromen door meerdere trofische niveaus
- 3-3 Er is een ongestoorde aanwezigheid en ontwikkeling van deze habitats en gradiënten binnen de klimatologische en hydro-morfologische veranderingen door exogene factoren.
- 3-4 Behoud (bescherming op systeemniveau) en ontwikkeling van 'low resilience' gemeenschappen.
- 3-5 Er zijn open verbindingen met de Noordzee en stroomgebieden (achterland), ondersteund met technische alternatieven voor migrerende soorten waar dat niet anders kan.

3-1 en 3-2 te bereiken door draaiknoppen fundament en energie- en stoffenstromen en een beschermingsregiem, 3-3 betekent impliciet wel draaiknoppen op endogene veranderingen (zie bij 6), 3-4 kan dus door hersteltijden in acht te nemen bij beleids- en beheerbeslissingen

Habitats en gradiënten



WAD VEERKRACHTIG!

Habitats en gradiënten – parameters en kritische waarden

Essentiële habitats en gradiënten		
kenmerk	parameter(s)	kritische waarde per parameter
Geogene structuren	Arealen in percentage van sublitoraal (3-1)	Nader te bepalen adhv detailkaart onderwaterlandschap, idem schaalniveau aanwezigheid en verdeling (westwad/oostwad, per komberging daarbinnen).
Biogene structuren	Maximaal haalbaar areaal sublitoraal (3-1 2 3 4)	[Nog per komberging te bepalen*]
Gradiënten	Natuurlijke lengte-breedte-diepte verhouding (3-2)	[Ratio? Getijprisma bepaalt (fundament).]
	Voldoende areaal geleidelijke overgang (3-2 3 4)	75% > -5m sublīt. hellingshoek max 10%**
	Kwelderwateren*** (eiland en kust) (3-2)	80% geschikt vishabitat (kraamkamer)
Belangrijke habitats	Arealen (3-1, 3-2, 3-3, 3-4)	Alle areaal sublitoraal en laaglitoraal ondieper dan -5 m. MLWS (of praktisch LAT) geen negatieve antropogene invloed.

*Belang medegebruik kan maximaal haalbaar areaal veranderen (naar beneden bijstellen). ** Kunnen we iets zinnigs zeggen over deze waarde? Uiteindelijk fundament bepaald. *** Is term kwelderkreeken te gebruiken, 'wateren' is te algemeen, kunnen ook slootssystemen zijn

Habitats en gradiënten



WAD VEERKRACHTIG!

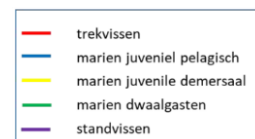
PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Connectiviteit



De Waddenzee is een schakel in tussen ecosystemen. Voor de Flyway tussen de westkust van Afrika en de toendra's van de Arctic. Voor vissen van de Noordzee via de buitendelta's en geulen met de beek- en riviersystemen van Nederland. Maar ook met de Waddenzee zelf, en tussen kombergingen, estuaria en kwelderkreken daarbinnen.

Vrije migratie tussen de habitats van levensstadia van soorten is cruciaal voor een veerkrachtig ecosysteem. Mariene soorten hebben een passende 'passeerbaarheid' van barrières nodig. (Semi)open verbindingen van estuaria en baaien versterken naast het fundament en de nutriëntenflux ook de connectiviteit.



Habitats en gradiënten



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Connectiviteit

3-5 Er zijn open verbindingen met de Noordzee en stroomgebieden (achterland), ondersteund met technische alternatieven voor migrerende soorten waar dat niet anders kan.

Connectiviteit		
kenmerk	parameter(s)	kritische waarde per parameter
Open uitwisseling	Open verbinding estuaria en baaien (3-5)	Herstel 4 à 5 semi-open verbindingen
	Passeerbaarheid barrières (3-5)	Elk achterlandstelsysteem verbonden
	Passeerbaarheid barrières (3-5)	Voor 'zwemmers' en 'drijvers'
Gradiënten	Natuurlijke 'rust' toegangen (3-5)	Geen onnatuurlijke geluidsbelasting
	Natuurlijke 'rust' toegangen (3-5)	Geen oogst tijdens passages soorten.

Habitats en gradiënten



WAD VEERKRACHTIG!

Functie van functionele groepen in mariene ecosysteem

Functie			
Bij fysische processen	In het voedselweb	T.a.v. ruimtegebruik	Onderlinge relaties
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biobouwers ▪ Biobrekers ▪ Beluchters ▪ Vastleggers ▪ Filteraars ▪ Afbrekers* 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Primaire producenten ▪ Primaire consumenten ▪ Secundaire consumenten ▪ Tertiaire consumenten ▪ Toppredatoren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resident ▪ Doortrekker ▪ Paaien Kraamkamer ▪ Benthisch sessiel ▪ Benthisch mobiel ▪ Pelagisch mobiel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voedselconcurrent ▪ Habitat concurrent ▪ Bottom-up release** ▪ Top-down release** ▪ Dreiging***

Per groep opsomming soorten en flagship species te geven (zie verderop detaillering)

- * Remineralisatie
 ** Hebben we hier een nederlands begrip voor
 *** Predatordruk waardoor mijdingsgedrag

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Toelichting functies functionele groepen

Een ecosysteem omvat alles dat bijdraagt aan het in stand houden van het leven er binnen. Een ecosysteem is de samenleving van organismen (planten, dieren en micro-organismen) binnen een bepaalde leefomgeving. En het is vooral ook de uitwisseling van materie en energie tussen de organismen onderling en tussen het leven en de niet-levende omgeving: bodem, water en lucht (bron natuurinformatie.nl)

De rol van organismen binnen het mariene ecosysteem Waddenzee is te clusteren in functionele groepen. Organismen kunnen tot meerdere functionele groepen behoren. Het samenspel tussen functionele groepen, onderling, en met de omgeving, bepaalt de gezondheid van het mariene ecosysteem.

Functie			
Bij fysische processen	In het voedselweb	T.a.v. ruimtegebruik	Onderlinge relaties
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biobouwers ▪ Biobrekers ▪ Beluchters ▪ Vastleggers ▪ Filteraars ▪ Afbrekers* 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Primaire producenten ▪ Primaire consumenten ▪ Secundaire consumenten ▪ Tertiaire consumenten ▪ Toppredatoren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resident ▪ Doortrekker ▪ Paaien Kraamkamer ▪ Benthisch sessiel ▪ Benthisch mobiel ▪ Pelagisch mobiel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voedselconcurrent ▪ Habitat concurrent ▪ Bottom-up release** ▪ Top-down release** ▪ Dreiging***

Voor de gezondheid en weerbaarheid van het ecosysteem maakt het niet uit of soort A of soort B de specifieke functie vervult, zolang de behoefte van het systeem maar wordt bediend. Sommige relaties zijn algemener, anderen zeer specifiek (bv kanoet-nonnetje, korte nutrientenloop mesheft). Behoud en versterking van functies en functionele relaties is belangrijk. Behoud van soorten in een open, marien ecosysteem als de Waddenzee is minder belangrijk. Tenzij de soort of relatie zeer specifiek is; kieskeurige voedselrelaties, rifbouwers op zachte wadbodem, Waddenzee als refugium of enige route van en naar het achterland e.d.

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Toelichting functies functionele groepen



Uit later aangeleverde informatie en inzichten (o.a. bijdragen Beukhof en Tulp, Van Beek)

SOORTKENMERKENBENADERING

De soortensamenstelling van gemeenschappen geeft inzicht in hoe en waarom soorten gedijen in bepaalde gebieden. Bij de 'biodiversiteitbenadering' worden gemeenschappen beschreven met een maat voor biodiversiteit (soortenrijkdom, gelijkmatige verdeling van soorten (evenness)). Een beschrijving van gemeenschappen aan de hand van soortkenmerken (traits) is een andere benadering om de soortensamenstelling te beschrijven. Of een soort in een bepaalde omgeving voorkomt, en in welke dichtheid, wordt namelijk vooral bepaald door zijn kenmerken, kwalitatief of kwantitatief meetbare eigenschappen van een organisme die is te vergelijken met andere organismen. Processen die van invloed zijn op het voorkomen van soorten kunnen beter worden begrepen door soorten te karakteriseren aan de hand van hun belangrijkste kenmerken. Deze kenmerken kunnen ook worden gerelateerd aan ruimtelijke patronen en aan natuurlijke en menselijke druk (Beauchard et al. 2017).

De soortkenmerkenbenadering kan worden toegepast door soorten in te delen in functionele groepen op basis van gelijkende kenmerken. Kenmerken kunnen voorspellen hoe gevoelig een soort is voor verandering of verstoring. Ook zeggen kenmerken iets over de functie van een soort in het ecosysteem (interactieweb/ voedselweb).

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Toelichting functies functionele groepen



Uit later aangeleverde informatie en inzichten (o.a. bijdragen Beukhof en Tulp, Van Beek)

FUNCTIONELE BIODIVERSITEIT

Functionele biodiversiteit richt zich op behoud en ontwikkeling van bepaalde functies ongeacht welke soort die rol vervult. In dynamische ecosystemen is sturen op functionele biodiversiteit logisch naast een beleid van behoud van bepaalde (kwetsbare) soorten. Deze diversiteit is ook relevant in het geval dat door klimaatverandering soorten verdwijnen en hun plek wordt ingenomen door andere aanwezige of nieuwe soorten. Behalve biodiversiteit en soortenrijkdom, kan rijkdom of diversiteit aan systeemkenmerken tot doel worden verheven.

Diversiteit aan functies in het ecosysteem aan de hand van diversiteit aan systeemkenmerken is van belang voor de stabiliteit en veerkracht van het ecosysteem. Ook van belang is hoeveel soorten in een functionele groep dezelfde functie vervullen. Het ecosysteem is minder robuust en weerbaar als veel ecologische functies maar door enkele soorten worden vervuld. Beter is het dat er veel soorten in een functionele groep zitten. Ze zijn uitwisselbaar omdat ze eenzelfde rol vervullen, ook wel functionele redundancy genoemd. Dat maakt het ecosysteem juist wel weerbaar: bij het verdwijnen van een soort neemt een andere soort de rol over zonder de ecosysteemfunctie zelf kwijt te raken.

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Indicatie soorten in functionele groepen*

* Zie uitwerking bouwsteen voor soorten naar indeling, hier met | gescheiden

Fysische processen	Zeegras, sertularia, kokerwormen, mosselriffen, oesterriffen Wadpieren, kokkels, mesheften Diatomeën, algen alle schelpdieren; kokkel, nonnetje, mesheft, mosselen, japanse oester, platte oester
In voedselweb	Diatomeën, bacteriën, schimmels, plankton (div) plankton (div), garnalen, schelpdieren (kokkels, nonnetje, mesheft, mossel, oester, platvis) Kleine vis (juveniel en kleine soorten), krabben, zeesterren, visser Grote vis (oude vis, grote soorten), kabeljauw, ... Zeehond, haaien, roggen, grote kabeljauw, ..., visser
Ruimtegebruik	Phytoplankton, zeegras, sertularia, kokerwormen, zeeslakken, schelpdieren, puitaal, grondels, zandspiering, zeeslak, botervis, harder Zoöplankton (deels), spiering, fint, zalm, zeeforel, houting, paling, stekelbaars, zeeprk, rivierprk, zeehond, bruinvis, ... (Marien juveniel pelagisch), schol, tong, schar, ... phytoplankton, zeegras, sertularia, kokerwormen, schelpdieren, los en riffen, ... (marien zwerfgast?) ruwe haai, stekelrog, gevlekte gladde haai, hondshaai, kwallen (groter zooplankton), alle vissoorten (niet onderscheidend)
Onderlinge relaties	Japanse oester, Amerikaanse ribkwal, Amerikaanse zwaardschede, ... Japanse oester, Amerikaanse zwaardschede, garnaal?, ... Amerikaanse zwaardschede? Zeehond, bruinvis?, zeester?, garnalenvisser Lepelaar, zeester?, ...

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen functionele groepen 1-2

"We gaan meer sturen op soortkenmerken en functionele biodiversiteit. Hoe moeilijk ook."

- 4-1 Alle functionele groepen zijn in natuurlijke verhoudingen tot elkaar aanwezig op voor hun geschikte plekken in het ecosysteem, en dus de deelgebieden en habitats daarbinnen.
- 4-2 Biobouwers (zeegras, riffen sabelaria, sertularia, kokerwormen, schelpdieren) krijgen de ruimte als kern van zones van grotere biodiversiteit op actuele en in potentie kansrijke plekken.
- 4-3 We streven naar een maximaal areaal ongestoord leefgebied voor soorten die het aandeel zwevende stof in waterkolom verminderen (vastleggers, filteraars).*
- 4-4 Er is een optimaal areaal (inclusief gradiënten) beschikbaar voor voortplanten en opgroeien.
- 4-5 Biobouwers en biobrekers krijgen voor hun ecosysteemfunctie-invulling alle ruimte voor een natuurlijke habitat- en populatie-opbouw.
- 4-6 Het mariene ecosysteem Waddenzee is gezond en weerbaar door grote functionele biodiversiteit zodat exoten minder gemakkelijk problematische niches innemen.

Bij 4-2 kunnen er maatschappelijke redenen zijn om hier tijdelijk of lokaal van af te wijken.

* golfwerking, stroomsnelheid, schuifspanning; bijvoorbeeld minder dan 1x per jaar

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen functionele groepen 2-2

“We gaan meer sturen op soortkenmerken en functionele biodiversiteit. Hoe moeilijk ook.”

- 4-7 Pelagische en demersale vissoorten krijgen alle ruimte voor een natuurlijke populatie-opbouw. Vissen kunnen oud en groot worden, meso en toppredatoren zijn op systeemniveau (weer) een ecologische factor van betekenis.
- 4-8 Hogere trofische niveaus consumeren nutriënten in de vorm van biomassa. Op deze manier komen de nutriënten komen zo veel en zo goed mogelijk beschikbaar voor deze bovenliggende trofische niveaus.
- 4-9 Oogst is mogelijk zolang de habitat- en populatie-opbouw niet worden verstoord en de natuurlijke massaverhouding tussen de trofische niveaus in tact blijft.
- 4-10 Er vinden geen door de mens gestuurde bottom-up of top-down releases in het systeem plaats. Er is (voor zover beheerbaar) geen voedselconcurrentie in het systeem door mens en exoten.

Functionele groepen



WAD VEERKRACHTIG!

Functionele groepen

Functionele groepen		
kenmerk	parameter(s)	kritische waarde per parameter
Kernen van halo's van biodiversiteit	Areaal sertularia-riffen (4-2, 4-6)	Min/max ha. ... obv kansenkaart ...
	Areaal sabelaria-riffen (kokerwormen) (4-2, 4-6)	Idem ... te bepalen obv kansenkaart ...*
	Areaal schelpdierriffen sublitoraal (4-2, 4-6)	Minimaal ha. meerjarig in 2030 e.v.
Filtering SPM	Areaal vastleggers en filteraars (4-2, 4-3, 4-6)	Areaal in ha. met fysische kenmerken
Voortplant- en opgroeigebieden	Areaal en kwaliteit (4-4)	[Min. Ha. obv kansenkaart, lengte obv mate van energie-demping ...]
Oogst uit surplus	Massa in kg per ha. per deelgebied (4-7 8 10)	[... n.t.b. surplus en deelgebieden ... variatie in tijd gegeven, niet uitmiddelen]
Predatorrol mens	Bottom-up of topdown-release (4-7 9 10)	Geen antropogene invloed op interactieweb

Kritische waarden voor zover mogelijk nu globaal bepalen, concreter te maken wanneer meer gebiedsinformatie beschikbaar komt; onderzoeks/monitoring opgave. * Hoe om te gaan met dynamiek door jaren heen?

Functionele groepen



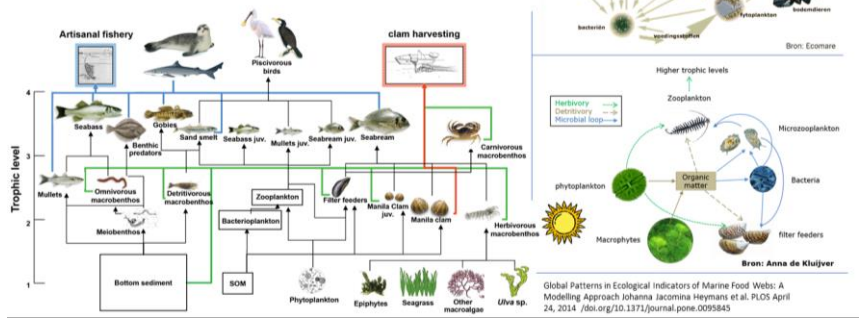
WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Trofische interacties

De interacties tussen de abiotiek en de biotiek, en tussen soorten in een marien ecosysteem zijn veelvuldig en met diverse terugkoppelingen. Het is een interessant maar complex interactieweb. De mens heeft daar maar beperkt sturing op. Met de aanvoer van nutriënten, de beschikbaarheid van licht (doorzicht), met de aanwezigheid of afwezigheid van (grote) soorten (rust) en met de onttrekking van biomassa (oogst). Zie over de verdeling van de biomassa de sheets van trofische niveaus.

Eén beeld van het interactieweb Waddenzee is lastig te geven. Onder een modelschema van een marien voedselweb, aangepast voor de Waddenzee. Rechtsboven het schema van Ecomare met de relatieve bijdrage van energiestromen. Rechtsonder een detail van de *loops* onder in het systeem.



Trofische interacties



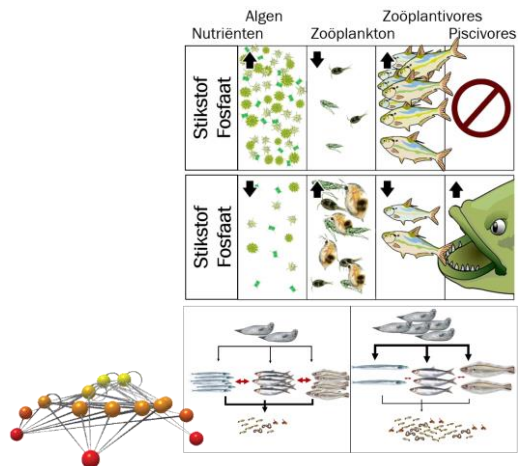
WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Interactie-dichtheid en keteneffect predatie

Keteneffecten (*cascading trophic interactions*) zijn een bekend verschijnsel in de ecologie, maar voor de Waddenzee nog niet uitgebreid bestudeerd. De plaatjes rechts geven schematisch de keteneffecten weer. Als visetende vissen ontbreken krijgen zoöplankton etende vissen meer kans, het zoöplankton neemt af waardoor de graasdruk op algen minder wordt. Het aandeel algen wordt relatief groot. Een dergelijk keteneffect van predatie is ook bekend bij garnalen.

Een veerkrachtig, een weerbaar marien ecosysteem is gebaat bij voldoende toppredatoren en mesopredatoren, bij voorkeur van verschillende soorten met verschillend eetpatroon en ruimtegebruik (zie functionele groepen). Er is een evenwichtige (massa)verdeling in de voedselpiramide nodig. En hoe meer verbindingen (interactie-dichtheid) er kan zijn tussen soorten, ook groter de weerstand en het herstelvermogen bij (natuurlijke) catastrofes.



Trofische interacties



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen trofische interacties



Dus aanvullend op de doelstellingen energie- en stoffenstromen (dia 25):

“Droog-nat, zout-zoet, koude-hitte, het is een hard bestaan voor soorten in de Waddenzee. Ze zijn daar op aangepast, het is uniek. Wij helpen ze door daar geen antropogene stress aan toe te voegen.”

- 5-1 Verstoringen in het interactieweb zijn alleen van natuurlijke aard.
- 5-2 Het aandeel mesopredatoren en toppredatoren (visetende middelgrote en grote vissen (zoals kabeljauw, haaien en roggen), zeehonden, bruinvis) is in biomassa en verspreiding evenwichtig met rest voedselpiramide. Er is een ruime diversiteit aan soorten en functionele diversiteit binnen deze functionele groepen.
- 5-3 Op elk trofisch niveau komen meerdere soorten voor die door verschillende levenswijze (o.a. eetpatronen) de keteninteracties versterken en diversifiëren.

Bij 5-1 kunnen er maatschappelijke redenen zijn om hier tijdelijk of lokaal van af te wijken.

Trofische interacties



WAD VEERKRACHTIG!

Trofische interacties



Trofische interacties		
kenmerk	parameter(s)	kritische waarde per parameter
Keteneffect predatie	Aandeel mesopredatoren (5-1, 5-2, 5-3)	25% [check] van de primaire productie
	Aandeel toppredatoren (5-1, 5-2, 5-3)	10% [check] van de primaire productie
	Ruimtelijke verdeling mesopredatoren (5-2, 5-3)	In alle delen van de Waddenzee
	Ruimtelijke verdeling toppredatoren (5-2, 5-3)	Rust voor foerageren gebieden dieper 2mLAT
	Doorzicht (5-1)	Voldoende doorzicht voor zichtjagers
Trofische interacties	Aantal zelfstandige trofische interacties (5-3)	5 of meer tussen 2 functionele groepen
	Verstoringen interacties (5-1)	Alleen natuurlijk met natuurlijke intervallen.

Kritische waarden voor zover mogelijk nu globaal bepalen, concreter te maken wanneer meer gebiedsinformatie beschikbaar komt; onderzoeks/monitoring opgave.

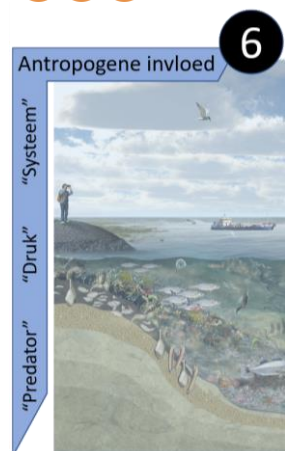
Andere mogelijkheid om diepere delen bondig aan te geven? Logische grens, wadbodem minimaal 2 meter onder LAT?

Trofische interacties



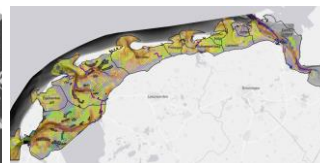
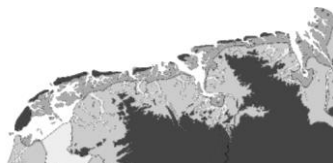
WAD VEERKRACHTIG!

Menselijke invloeden



In de Waddenzee is de mens de belangrijkste oorzaak van veranderingen. Sinds de Romeinse tijd is er gesleuteld aan de rivieraanvoeren en de kusten. Met kanalisaties, stuwen, indijkingen, inpolderingen en verkorten kustlijn (afsluiting estuaria) (fundament). In de 20^e eeuw leidden toenemende mogelijkheden mechanisatie en specialisaties tot een oogst uit het systeem (zowel abiotisch als biotisch) die minder door natuurlijke variatie in aanbod en draagkracht wordt bepaald.

De huidige Waddenzee is in belangrijke mate door de mens gemaakt met grenzen waarbinnen natuurlijke processen nog wel plaats kunnen vinden. Ook nu nog hebben menselijke drukfactoren en activiteiten nog grote invloed.



Links: Indicatie invloed mens op fysieke ruimte Wadden-systeem (Van Maren 2016). Rechts: indicatie gebruik Waddenzee (A&W 2020 iov PRW)

Menselijke invloeden

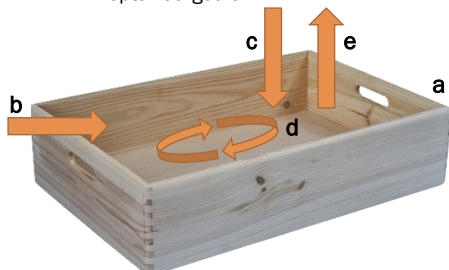
**WAD VEERKRACHTIG!**

Menselijke invloeden

De menselijke invloeden zijn in vijf groepen te rangschikken:

a: Invloed op de fysieke randen van het systeem

- Dijken
- Afsluitdammen
- Fixatie waddeneilanden
- Diepte vaargeulen



b: Input naar het systeem via het water

- Nutriënten- en bouwstoffenaanvoer
- Zoetwateraanvoer
- Systeemvreemde stoffen (vervuiling, medicijnresten)
- Exoten

c: Input naar het systeem via atmosfeer

- Nutriëntenaanvoer (N)
- Verzuring (pH)
- Temperatuur

d: Interne invloeden

- Bescherming
- Harde structuren
- Bodemberoering en troebelheid

e: Output uit het systeem

- Visserij (predatorrol, structuurbepalend, trofische interacties)
- Mijnbouw (bodemdaling, compensatie-suppleties)
- Slibvastlegging (incl. organische stof en CO₂), zand (beperkt)

Menselijke invloeden

**WAD VEERKRACHTIG!**

Stuurbare menselijke invloeden

Driver	Exogene drukfactor	Endogene drukfactor	Driver	Exogene drukfactor	Endogene drukfactor
Klimaat	Verzuring		Transport	Exoten import	Scheepvaart
	Opwarming	<i>Temperatuur</i>			<i>Constructies</i>
Kustveiligheid	<i>Dijken</i>	<i>Afsluitingen</i>			<i>Baggeren</i>
		<i>Constructies</i>			Vertroebeling
Emissies	Vermesting	CO2-emissie	Voedsel	Exoten import	<i>Geluidsbelasting</i>
	Vervuiling				<i>Visserij</i>
	<i>Nutriëntenflux</i>	<i>Nutriëntenflux</i>			<i>Aquacultuur</i>
	Zoutwaterflux	<i>Zoetwaterflux</i>			<i>Habitatverandering</i>
			Energie		Gaswinning
			Grondstoffen		Zoutwinning

Tabel geeft de stuurbare menselijke invloeden voor onder-waternatuur. **Vet cursief** en *cursief* gemarkeerd liggen (**veel/ beperkt**) in het handelingsperspectief van het Waddengebied.

Menselijke invloeden



WAD VEERKRACHTIG!

Doelstellingen stuurbare menselijke invloeden

“Door de wijze van handelen is de mens steun en toeverlaat van het mariene ecosysteem Waddenzee.”

- 6-1 Stuurbare menselijke invloeden die een bijdrage leveren aan de veerkracht en weerbaarheid (adaptief vermogen) van het mariene ecosysteem worden versterkt.
- 6-2 Stuurbare menselijke invloeden die een negatieve invloed hebben op de veerkracht en de weerbaarheid van het mariene ecosysteem worden voorkomen.

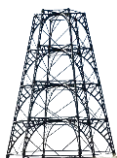
De invulling van deze doelstellingen komt feitelijk terug in de voorgaande doelstellingen per bouwsteen. Het heeft geen toegevoegde waarde hier een kenmerk/parameter tabel toe te voegen.

Bij 6-1 en 6-2 kunnen er maatschappelijke redenen zijn om hier tijdelijk of lokaal van af te wijken.

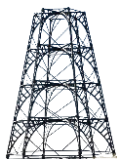
Menselijke invloeden



WAD VEERKRACHTIG!

Uitgeschreven streefbeeld 2050 1/2

De onderwaternatuur van de Waddenzee – het sublitoraal inclusief het laag litoraal – omvat zo'n 180.000 hectare (2/3 van de Nederlandse Waddenzee). Het areaal is ten opzichte van 2020 ongeveer hetzelfde gebleven; de autonome afname door opvulling is gecompenseerd doordat kombergingen en getijprisma's zijn vergroot. Diepere geulen zijn daardoor diep gebleven. (Kwelder)krekens en prielen en de overgangen van diep sublitoraal —ondiep sublitoraal — laaglitoraal zijn toegenomen in areaal en diversiteit. Er zijn altijd saliniteit- en temperatuurgradiënten, ook verticaal in de diepere geulen. Het areaal natuurlijk hard substraat door rijvormende schelpdieren en wormen is ten opzichte van 2020 toegenomen. Middel- en laag-dynamische habitats zijn toegenomen, ook dichterbij de diepere geulen. Het zijn hotspots met een uitstraaleffect (halo's) van biodiversiteit. Nutriënten als fosfaat, stikstof en silicium en bouwstoffen als koolstof komen vaak de hele trofische keten ten goede. De nutriëntentoevoer uit aangrenzende systemen en remineralisatiesnelheid in de wadbodem zorgen voor ...>

**WAD VEERKRACHTIG!****Uitgeschreven streefbeeld 2050 2/2**

... voldoende nutriënten concentraties om de primaire productie en biomassa in de voedselketen te onderhouden. Zoöplankton heeft een belangrijke rol als trofische schakel tussen primaire producenten en hogere consumenten in de voedselketen. Toppredatoren als stekelrog, haaien en grote kabeljauw zijn een factor van betekenis in het ecosysteem. Er is een robuust evenwicht tussen de trofische functionele groepen. Er zijn soorten uit de Waddenzee verdwenen, zoals oudere schol. Andere soorten met eenzelfde rol zoals de schar en de zeebaars zijn daarvoor in de plaats gekomen. Er is een rijke functionele biodiversiteit. Vogels hebben zich op het nieuwe voedselaanbod aangepast. Soortgroepen leveren zonder problemen hun ecosysteem functies. Daarvoor krijgen functies van soorten optimaal de ruimte. Exoten moeten goed hun best doen om er een niche te veroveren en verdienen zo zonder probleem te geven hun eigen plek. De goed functionerende onderwaternatuur is zo dynamisch, veerkrachtig en weerbaar dat het ecosysteem zich na natuurlijke en antropogene verstoringen herstelt en waar nodig verder ontwikkelt.

**WAD VEERKRACHTIG!**

PROGRAMMA **NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE**

Essenties

Omvang kombergingen en getijprisma's sturend
Stijging zeespiegel en temperatuur zijn gegeven
Alle onderdelen Waddenzeelandschap zijn nodig
Variatie tijd/ruimte saliniteit | doorzicht | temperatuur voor veerkracht
Draaiknop is 'verleggen' systeemgrenzen (dijken | dammen | geulen | gebruik)
Wadbodem en (micro)organismen in en bij bodem belangrijk
Evenwichtige verdeling trofieniveaus en veel interacties voor veerkracht
Gradiënten van allerlei aard cruciaal voor gezond Waddensysteem
Biogene structuren, algen, slakken, bodem- en roofwormen cruciaal
Connectiviteit Waddenzee als schakel in Flyways en Swimways cruciaal



PROGRAMMA **NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE**



Ruimtelijke vertaling – een eerste aanzet

Waar moet nu wat het accent krijgen? Waar is welk medegebruik mogelijk? Vragen die op het abstractieniveau van dit advies lastig in detail zijn te beantwoorden. Voor meerdere doelstellingen Fundament, Energie- en stoffenstromen, Habitats en gradiënten, Connectiviteit en Functionele groepen is een ruimtelijke vertaling wenselijk en mogelijk. Voor zover we hebben kunnen vinden ontbreekt de daarvoor benodigde gebiedsinformatie op het juiste detail- en integratieniveau. De ZES1 ecotopenkaart uit 2017 is onvoldoende onderscheidend voor het sublitoraal*. Met name informatie over golfenergie, saliniteitgradiënten, gedetailleerde geuldiepten en overgangen en samenstelling sediment missen voor een goed beeld van de kwaliteit en ontwikkelingsrichting van habitats en gradiënten. Ruimtelijke beelden die deels uit de abiotische informatie is te herleiden, en deels terug herleid zal moeten worden uit biotische voorkomens. Voor de doelstellingen 'ruimte aan het fundament' en 'connectiviteit' is een gedragen kaartbeeld van de fysieke systeemgrenzen en de stroomgebieden een waardevolle aanvulling.

Op de kaart Aanbevelingen Onderwaternatuur zijn de belangrijkste draaiknoppen op en bij de vereenvoudigde ecotopenkaart 2017 – sublitoraal – geprojecteerd. Op de kaart Globale projectie Draaiknoppen mariene ecosysteem zijn de 10 draaiknoppen, beschreven in de Agenda voor het Mariene Ecosysteem (Firet & Van Nieuwerburgh 2020), geprojecteerd op (potentiële) aandachtsgebieden per knop.

* Kaarten van Wijsman 2004 en de Ecologische Atlas Waddenzee 2006 laten meer variatie zien.

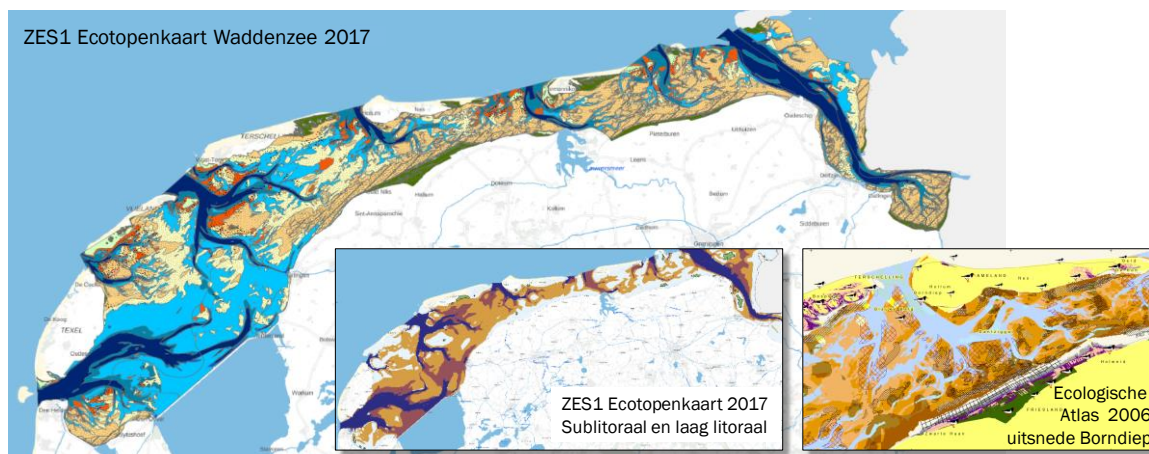
Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

Detailtering kaarten sublitoraal nodig

ZES1 Ecotopenkaart Waddenzee 2017



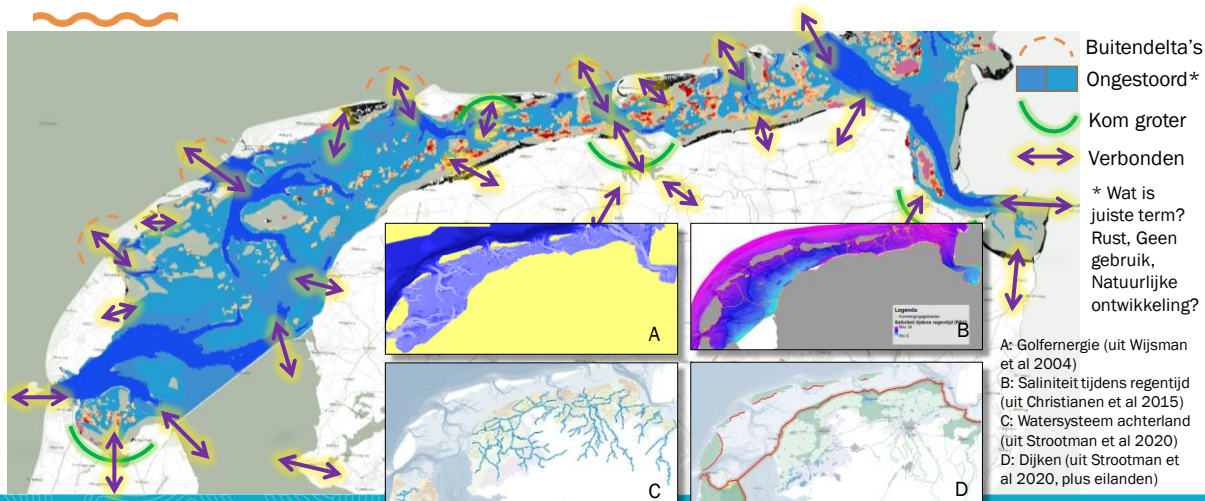
Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA **NAAR EEN RIJKE WADDENZEE**

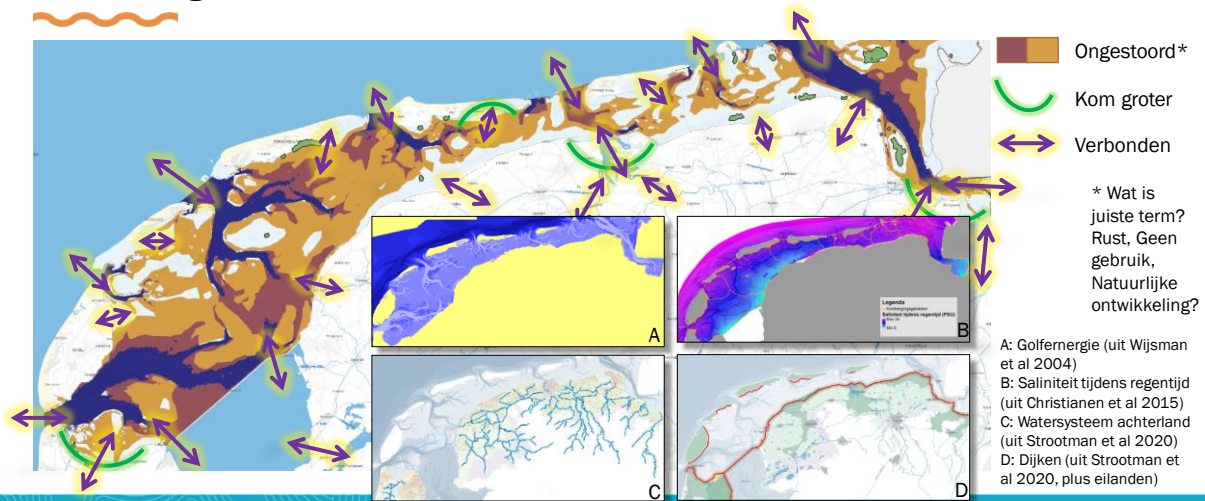
Aanbevelingen onderwaternatuur



WADDENZEE WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA **NAAR EEN RIJKE WADDENZEE**

Aanbevelingen onderwaternatuur



Aanbevelingen beleid en beheer

WADDENZEE WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Agenda voor het mariene ecosysteem

Vergroot begrip van het systeem

- o Detailkaart onderwaterlandschap

Geef ruimte aan natuurlijke processen

- o Conform Outstanding Universal Values
- o Robuuste achterlandverbindingen
- o Ecologisch spuien
- o Rust wadbodem
- o Natuurlijk doorzicht

Realiseer slimme verbindingen

- o Klein (kwelder)kreek tot 'Van Aa tot zee'

Haal de druk van de ketel

- o Ecologisch gestuurd ruimtegebruik

Optimaliseer habitats en gradiënten

- o Bescherm/ontwikkel biogene structuren
- o Begrijp oogstvolumes/variatie voor oogst
- o Laat gradiënten (onder water) met rust

Help proces herkolonisatie

- o Zeegras
- o Platte oester
- o Kokerwormriffen
- o (toppredatoren)
- o (borstelwormen)

Onderzoek en test interacties

- o Begrip predator-prooi interactie

Voer de dialoog 'kijkrichting natuur'

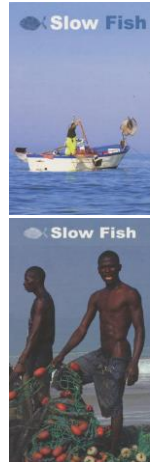
- o "Waar zetten we de schuif"

Verbeter zonering gebruik

- o Baseer op ecologische potenties

Start en steun transities

- o SDG's sturen economische activiteiten
- o OUV's basis medegebruik Waddenzee



<https://rijkwaddenzee.nl/wp-content/uploads/2020/11/Agenda-voor-mariene-ecosysteem-Werelderfgoed-Waddenzee-deff.pdf>



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Versterken onderwaternatuur

Stuur op processen

- o risicomangement patroon-ingrepen

Benut de ecologische potentie(s) interactieweb

- o Ongestoorde ontwikkeling kerngebieden
- o Stimuleer alternatieven ('mosselkweek Roptaslenk')
- o Biogene structuren (o.a. zeegras) versterken
- o Help dispersie (c.f. herintroductie richtlijnen IUCN)
- o Volg ontwikkeling (verlaten) mosselkweekpercelen*

Benut betekenis wadbodem voor ecosysteem beter

- o Begrijp (nog) beter hoe de 'trage buffer' werkt
- o Bescherming microben, borstelwormen, slakken

Optimale benutting nutriënten en bouwstoffen

- o Alternatief 'korte aas-cyclus' garnalenvisserij
- o Optimalisatie 'veek'-flux mogelijk**

* Groeien ze uit tot volwaardige kernen biodiversiteit of blijven ze 'hangen' in een *stable state*

** Weer meer riet, ruigte, plantenresten van randen naar zee (mon.meded., A. Oost)

Beheer(visie) op meso- en toppredatoren

- o Wat is er mogelijk binnen 'procesbeheer'?
- o Limiterende factoren bekend? Aan te pakken?

Vergroot connectiviteit

- o Voor trekvisen
- o Voor nutriënten
- o Voor zoetwaterflux

Ontwikkel natuurlijke kwelderkreken/prielen

- o Bij voorkeur met achterland-verbinding

Richt beheer veel beter op invertebraten

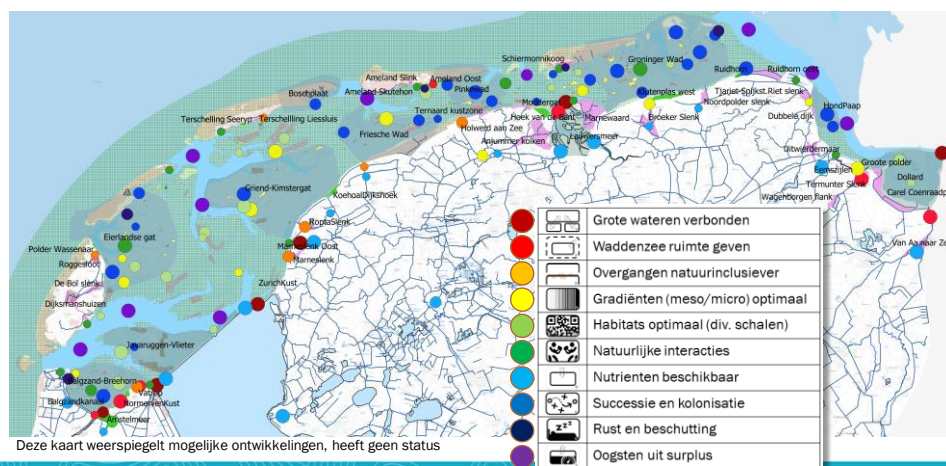
- o Land en zee



WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Mogelijke actiekaart



Draaiknoppen voor het mariene ecosysteem Waddenzee, zie voor toelichting de Agenda voor het Mariene Ecosysteem Waddenzee (Firet & Van Nieuwerburgh 2020)

WADDENZEE

WAD VEERKRACHTIG!

PROGRAMMA NAAR EEN RIJKE WADDENZEE

Matrix bij mogelijke actiekaart

Stip	Draaiknop	Trefwoorden	Waar (voorbeelden)
●	Verbonden	Spui, semi open, saliniteit, geulen	Amstelmeer (dam)
●	Ruimte	Binnenkwelder, vooroever, dubbele dijk	Wieringen, Ameland
●	Overgangen	Binnenkwelder, broedgebied, HVP, trekvis	Holwerd, Roptasienk
●	Gradiënten	Trekvis, nutriëntenflux, geulranden, rust	Schorren, Zuid Meep, Broeker Slenk
●	Habitats	Pierenwinning, mosselkweek, baggerstort, stilte	Breehorn, Noord Meep, Noorderspruit
●	Interacties	Garnalenvisserij, exoten, rol haaien/roggen	Eierlandse gat, havens, Lauwers
●	Nutriënten	IJsselmeer, boezemsystemen, kwelderkreken	Reitdiep, Eemszijlen, Noordpolderzijl
●	Kolonisatie	Zeegras, platte oester, kokerworm, zeecypres	Vlakte v. Kerken, 5 ^e polder, Hond/Paap
●	Beschutting	Klimaatbuffer, stroomdam, (binnen)kwelder	Kuitje, Noorderspruit
●	Oogst surplus	Benuttingszones, selectiever, aquacultuur	Marsdiep, Vlie, Zoutkamperlaag

WADDENZEE

WAD VEERKRACHTIG!

Denkrichting beleid - 1

Het vigerende beleid is onvoldoende onderscheidend en sturend voor de onderwaternatuur van de Waddenzee. Die constatering was aanleiding voor dit PRW-initiatief concretisering streefbeeld onderwaternatuur.

Hiernaast een summier opsomming van vigerend beleid voor de onderwaternatuur van de (Nederlandse) Waddenzee. Het gaat om internationale verdragen, juridisch bindende kaders en (zelfbindende) beleidsambities.

Convenanten en kaders via vergunningen zijn buiten beschouwing gelaten.

1. Internationaal Verdrag tot bescherming van vogels, Parijs 1950	
2. Overeenkomst watergebieden van internationale betekenis (Wetlands, Ramsar 1975/1980)	
3. Verdrag bescherming van trekkende wilde diersoorten, Bonn 1981	
a. Overeenkomst bescherming van zeehonden in de Waddenzee 1990	
b. Overeenkomst trekkende watervogels (AEWA) 1996 6	
4. UNESCO Werelderfgoed Waddenzee 2009	
5. Verdrag bescherming van mariene milieu noordoostelijk deel Atlantische Oceaan, OSPAR 1992	
6. Verdrag behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijk leefmilieu in Europa, Bern, 1979	
7. Europese Kaderrichtlijn Natura 2000 (Habitatrichtlijn 1992, Vogelrichtlijn 1979)	
a. Nationale beheerplannen	
8. Europese Kaderrichtlijn Water (2000)	
a. Nationale stroomgebiedsplannen (Eems-Dollard bilateraal)	
9. Europese Kaderrichtlijn Marien (externe werking (2008))	
10. Trilaterale verklaring (DK, DE, NL) bescherming Waddenzee 1982	
11. Eems-Dollardverdrag 1960 en aanvullend Milieuprotocol 1996 (Nederland en Duitsland)	
a. IMP Eems	
12. Structuurvisie Waddenzee (2006) (> NOVI – Agenda voor de Wadden 2050 (2021))	
13. Natuurambitie Grote Wateren – Verkenning Grote Wateren – Programmatische aanpak (PAGW)	
14. Wadden van allure (2013) – Investeringskader Waddengebied – Waddenfonds	
15. Programma Eems-Dollard 2050	

Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

Denkrichting beleid - 2

Een concreter streefbeeld voor de onderwaternatuur Waddenzee in beleid en beheer handen en voeten geven betekent meer focus op processen, habitats, interacties en functionele groepen naast (behoud van) bescherming en ontwikkeling van habitats en soorten.

Nationale ontwikkelingen (Natuurambitie Grote Wateren – Verkenning Grote Wateren – Programmatische aanpak Grote Wateren – LifeIP Deltanatuur – Natuurwinstplan (-denken) bieden hiervoor handvatten. Net zoals OSPAR en de KRM-aanpak.

OSPAR concretisering kunnen helpen bij het scherper krijgen en stellen van kenmerken, parameters en streefwaarden. De KRM werkt met systeemindicatoren zoals biodiversiteit, voedselweb en abiotische condities: de KRM zou kunnen worden gebruikt om de natuurlijke dynamiek in (a) biotische omstandigheden te verbeteren. Hierdoor is er sprake van een ecosysteembenadering. Mogelijk is de KRM in te zetten vanuit 'externe werking'. Benut de kennis en ervaring Duitsland en Denemarken (ook voor koppeling met de OUV).

De Natuurambitie Grote Wateren (NGW) kijkt ook richting ruimte voor natuurlijke processen en een rijk, vitaal en productief ecosysteem dat zich kan aanpassen aan klimaatverandering.

Afspraken met Europa met betrekking tot Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water zijn niet (eenvoudig) aan te passen. De nationale invulling (bv doelen-documenten) biedt wel mogelijkheden.

De concretisering van het streefbeeld onderwaternatuur Waddenzee borgen via soorten en habitats is een impliciete benadering, en legt te weinig zichtbare nadruk op het belang van ecologische processen.

Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

Denkrichting beleid - 3

- 1. Dynamiek centraal:** Als je dynamiek centraal stelt heb je het risico dat je een regime krijgt waar je nauwelijks op kunt sturen omdat je zegt dat er geen eindbeeld hebt omdat je dynamiek centraal stelt. Daarmee is ook de ruimte voor sociaal-economische activiteiten 'onbeperkt' omdat je niet kunt zeggen dat iets niet kan.
- 2. Wilderniswetgeving:** Een tweede regime zou een soort wildernis wetgeving kunnen zijn; hierbij stel je dynamiek heel centraal, maar ook menselijk medegebruik alleen mogelijk maakt wanneer het kenmerken heeft van de natuurlijke wildernis; dan heb je wel iets stuurbaars (vgl. US wildernis act). *Hoever willen we en durven we daar in gaan. We zeggen dan tegen wildernis; tot hier en niet verder.*
- 3. Toetsbaar binnen dynamisch kader:** Derde systeem is combinatie van concrete toetspunten met zoveel mogelijk ruimte in dynamiek. Waarbij je het beleid wel toetsbaar maakt, maar ook dynamisch houdt.

De Waddenzee is een (deels) *man-made* ecosysteem. Beleid en juridisch kader nodig voor inregelen goede, volhoudbare relatie natuur en menselijke belangen.

Beleid waarbij alleen de *dynamiek centraal* staat of *wilderniswetgeving* lijken voor het Waddengebied en de Waddenzee in het bijzonder minder geschikt, hoe aantrekkelijk ook vanuit een ecosysteembenadering.

Een toetsbaar beleid binnen een dynamisch kader, dynamischer dan nu, lijkt voor de Waddenzee het best passend (3). De toetsbaarheid moet dan worden gevonden in de parameters en grenswaarden zoals bij de verschillende bouwstenen benoemd.

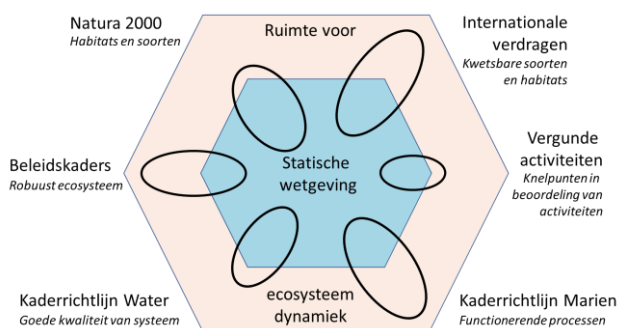
Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

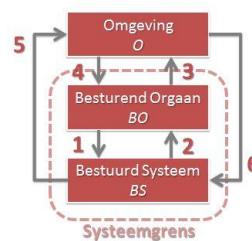
[210409 vraagt nog aanpassing ná oplevering aanvullende adviezen april 2021]

Verkenning mogelijke ruimte voor 'nieuw' beleid



Schematisch overzicht van vigerende kaders en waar mogelijk ruimte is voor 'nieuw' dynamisch beleid.

201106 EvdZ - Uitwerking Bouwsteen C - beleid.pdf



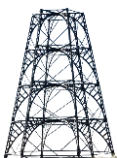
Doelstelling voor onderwaternatuur zijn relatief nieuw en vragen een heroverweging van de sturing; van het bestuurd systeem en het besturende orgaan. Essay De Gemeent juni 2021.

Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

Uitgeschreven streefbeeld – 1^e proeve mensinclusief (2050?)



¹ Dit is gerealiseerd bij het Marsdiep (verbinding Amstelmeer), de Zoutkamperlaag (verbinding Lauwersmeer) en langs de Eems-Dollard (verbinding Westerwoldse Aa stroomgebied).

² Het doorzicht kent een grote variatie in ruimte en tijd, alleen bepaald door natuurlijke factoren zoals stormen.

³ Het areaal mosselkweek is ten opzichte van 2020 met **50% afgenomen**, deels verplaatst naar aquacultures en verder vooral gezondeerd naar de dynamische milieus.

⁴ Ook de visstand heeft daarvan geprofiteerd. Er is ruimte voor een bloeiende Werelderfgoed vis-visserij. De vis wordt regionaal aangeboden en draagt bij aan de bekendheid en bewustzijn van de waardevolle onderwaternatuur van de Waddenzee.

⁵ De mens is er bij zijn handelen bij voortdurende alert op niet onbedoelde soorten in het systeem te introduceren. Kwelderkeken en het beheer van de kwelders zijn ook voor de onderwaternatuur belangrijk. Het beheer is daarop afgestemd. Het waterbeheer van de stroomgebieden in het achterland is sterk veranderd door de klimaatverandering. Daarbij is voorzien in een **voldoende en gevarieerde flux** van zoetwater en nutriënten uit die stroomgebieden naar de Waddenzee. Alle grote en kleine verbindingen van de Waddenzee met de stroomgebieden zijn **passerbaar**. Het door mensen veroorzaakte onderwatergeluid is ten opzichte van 2020 **sterk gereduceerd** en is als stressfactor niet meer aanwezig.”

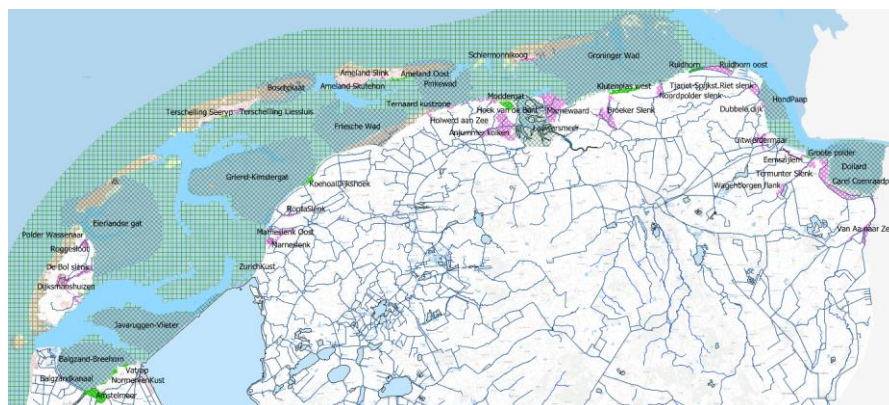
Noot: **vet** gemarkeerd kwalitatieve concretisering verder uitgewerkt in kenmerken en parameters.

Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!

Eerste ideeën zonering kern-buffer-verwevingsgebieden



■ Kerngebieden:

- Compleetheid
 - Fundament
 - Habitats
 - Gradiënten
- Connectiviteit

■ Buffergebieden:

- Dragen sterk bij aan
 - compleetheid
 - leefgebieden
 - connectiviteit
- Synergie medegebruik

■ Verwevingsgebieden:

- Voor veerkrachtiger gemeenschappen
- Compromis belang medegebruik mogelijk

Aanbevelingen beleid en beheer



WAD VEERKRACHTIG!