

Basismonitoring en morfologie

H.P.J. Mulder, E. Lofvers

Versie 17 december 2019

Voorwoord

Het definiëren van morfologische indicatoren die ons in staat stellen de doelen van beleid en beheer te evalueren is een hele opgave. Er is geen tot weinig ervaring mee. Daarom is dit document bedoeld als een aanzet waarmee gewerkt kan worden, maar niet als vaststaand gezien moet worden. Ook zijn er aspecten van de indicatoren die nog nader uitgewerkt en vastgesteld moeten worden, zoals de wijze van berekenen en presenteren. Daarom wordt geadviseerd een vervolgtraject in te richten, waarin deze aspecten en de evaluatie van het gebruik van de indicatoren aan bod komen. Hiervoor zullen middelen gereserveerd moeten worden.

1. Inleiding

In het kader van de basismonitoring van de Waddenzee zijn analysedocumenten gemaakt voor een aantal sleutelaspecten, waaronder wadplaten¹ en morfologie². Het analysedocument beschrijft waar de monitoring niet toereikend is voor het analyseren van de doelen. Er zijn 4 fasen benoemd, waarvan fase 1 en 2A in december 2019 gereed moeten zijn. Fase 1 en 2 houden het volgende in:

Fase 1 - de wens & het conceptuele model

- A. Bepalen van de informatiebehoeften vanuit beheer- en beleidsdoelen.
- B. Welke zijn meetbare omschrijvingen van die behoeften?
- C. Welke zijn geschikte indicatoren om vast te stellen in welke mate doelen zijn gerealiseerd?

Fase 2 - het wat

- A. Wat wordt er al gemeten?
- B. Wat moet er nog worden gemeten?

In dit document wordt een eerste invulling gegeven van fase 1 en 2A.

N.B. Er is nog geen ervaring met morfologische indicatoren voor het beleid en beheer van de Waddenzee. Op basis van de hier gegeven aanzet zal men die ervaring moeten opdoen in een vervolgtraject.

2. Fase 1.A: Informatiebehoefte

In 2016 heeft een inventarisatie plaatsgevonden van beleid- en beheer documenten. Hiervan is een uitgebreide versie en een aparte samenvatting gemaakt³. Er is een inventarisatie gemaakt van de internationale, nationale en de regionale beleidscontext en van de beheerders en beheerrapporten. Geconcludeerd werd dat er een grote hoeveelheid aan gegevens en doelen is. En dat de leidende rijksnota de Derde Nota Waddenzee (nu: Structuurvisie Waddenzee) is.

Hier beperken we ons tot de informatiebehoefte die voorkomt uit de beleids- en beheerdoelen voor morfologie. Volgens de Structuurvisie Waddenzee is het doel geformuleerd als:

¹ Sleutelaspecten: Wadplaten. Analysedocumenten voor de sleutelaspecten van de basismonitoring Wadden. Datum 20 mei 2019.

² Sleutelaspecten: Morfologie. Analysedocumenten voor de sleutelaspecten van de basismonitoring Wadden. Datum 10 juli 2019.

³ Inventarisatie beleid- en beheerdocumenten Waddengebied ten behoeve van de Basismonitoring Waddenzee. April 2016. Cora de Leeuw.

"Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen"

In het analysedocument wordt dit uitgelegd als dat: *"de waterbeweging zo natuurlijk mogelijk moet zijn en niet gestuurd of gehinderd mag worden. De platen, geulen en sedimentsamenstelling die gevormd worden door deze waterbeweging moeten ook de natuurlijke dynamiek kunnen volgen"*

Deze fysische kenmerken van de Waddenzee zijn een waarde op zich. Zij worden hier beschouwd als losstaand van de ecologie of biologie. Dit betekent dat morfologische indicatoren geen betrekking hebben op de biota, maar omdat de biota wel afhangen van de abiotiek zal een aantal morfologische indicatoren waarschijnlijk ook nut hebben voor biologische indicatoren.

N.B De kwelders worden hier meegenomen. Mogelijk is dit overbodig als de kwelders ook onder ecologie aan bod komen. De berekening staat ook bij kwelders, later beslissen of het bij een van beide weg kan.

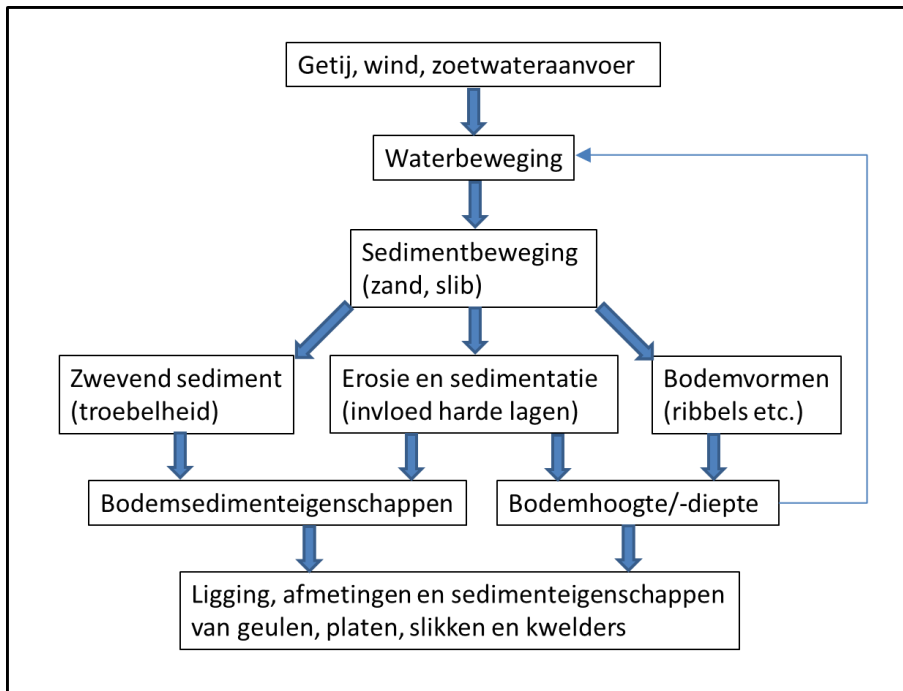
De informatiebehoefte is nergens formeel vastgelegd. Er zijn wel enkele documenten beschikbaar waarin aandacht besteed is aan indicatoren in relatie tot de doelstelling. Hierover is een notitie⁴ verschenen in het project KPP Kennisontwikkeling Morfologie Waddenzee. In de notitie worden diverse indicatoren genoemd voor de natuurlijke processen in de Waddenzee en de effecten van menselijke ingrepen (zie bijlage 1).

Er zijn vanuit het beleid en beheer geen harde normen of criteria voor de mate waarin de natuurlijke dynamiek gehinderd of gestuurd mag worden. Voor de vergunningverlening (m.n. Natura 2000 beheerplan) worden de effecten van ingrepen beoordeeld op significantie, rekening houdend met cumulatieve effecten. Om te kunnen beoordelen in welke mate de natuurlijke dynamiek wordt verstoord is daarom informatie nodig over:

- 1) De hydro- en morfologische dynamiek
- 2) De aard en omvang van menselijke ingrepen
- 3) De effecten van menselijke ingrepen op de natuurlijke dynamiek

Het is hierbij van belang te weten hoe het hydro-morfologische systeem werkt. Dit is schematisch weergegeven in figuur 1. De drijvende krachten voor de waterbeweging bestaan uit het getij (inclusief effect zeespiegelstijging), de wind en de zoetwateraanvoer. De waterbeweging (waterstand, stroming, golven) bepaalt het transport van sediment (met onderscheid van fracties), wat leidt tot een bepaalde concentratie in het water, tot erosie en sedimentatie en bepaalde bodemvormen. Deze processen bepalen de ligging van de bodem en de sedimenteigenschappen van de bodem. In geval van erosie is verder van belang of er resistente lagen in de bodem aanwezig zijn. Uiteindelijk leidt dit tot een patroon van geulen, intergetijde- en supragetijdegebieden. Bij deze processen treden ook terugkoppelingsmechanismen op, waarvan de belangrijkste in figuur 1 is weergegeven: de bodemligging beïnvloedt de waterbeweging, waardoor uiteindelijk een (dynamisch) evenwicht ontstaat. De geschetste werking van het systeem is in beperkte mate ook afhankelijk van de eigenschappen van het water, m.n. de dichtheid, die een functie is van temperatuur en saliniteit, maar ook van de concentratie zwevend stof.

⁴ Morfologische indicatoren die aansluiten bij de beleids- en beheervragen van de Waddenzee: Een Update. H. Sas en J. Cleveringa, 17 december 2018.

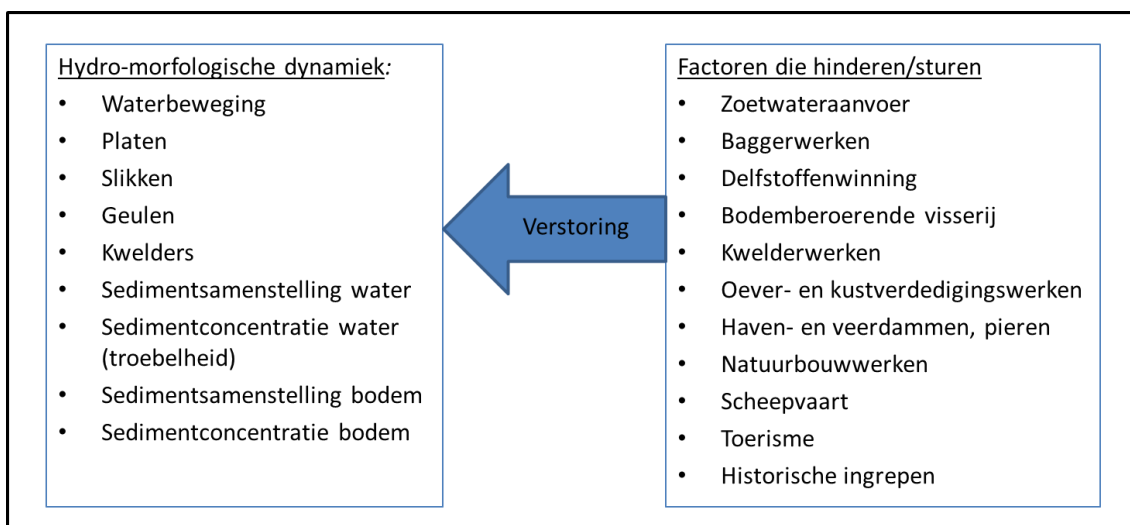


Figuur 1. Schets van de werking van het hydromorfologisch systeem.

De kenmerken van de hydro- en morfologische dynamiek en de menselijke invloedsfactoren die tot verstoring hiervan kunnen leiden zijn in figuur 2 weergegeven.

De hydromorfologische kenmerken staan niet los van elkaar, d.w.z. door het transport van water en sediment kunnen ze elkaar onderling beïnvloeden. De ruimtelijke en temporele patronen in de kenmerken zijn niet overal en altijd identiek. Het is daarom belangrijk de processen achter de kenmerken te kennen (zie figuur 1), zodat ook de verstoring verklaard en voorspeld kan worden.

Onder oever- en kustverdedigingswerken vallen zachte maatregelen (kustsuppleties) en de harde (bestortingen). Sommige invloedsfactoren zijn van groter belang dan andere, hierin is geen volgorde aangebracht. Zo hebben scheepvaart en toerisme waarschijnlijk relatief weinig of geen invloed op de hydromorfologie. Daarentegen zijn historische ingrepen (inpolderingen; afsluitingen) van groot belang voor de huidige situatie en waarschijnlijk nog steeds verantwoordelijk voor bepaalde morfologische veranderingen.



Figuur 2. Kenmerken van het hydro-morfologische dynamiek en de factoren die dit kunnen verstoren.

3. Fase 1.B: Meetbare omschrijvingen

Om invulling te geven aan de meetbare omschrijving en de indicatoren is op 11 oktober 2019 een korte bijeenkomst gehouden met een aantal morfologische experts (zie bijlage 2). Daaruit kwam vooral naar voren om de huidige monitoring als uitgangspunt te nemen, en om voor indicatoren de minimale ruimtelijke schaal van morfologische eenheden te hanteren, omdat op deze schaal de effecten van menselijke ingrepen goed merkbaar kunnen zijn.

De meetgrootheden en indicatoren uit de eerder genoemde notitie van Sas en Cleveringa worden genomen als uitgangspunt voor de invulling van de basismonitoring. Per onderwerp wordt beschreven wat meetbaar is. De dynamiek volgt uit de verandering van de gemeten grootheden op verschillende tijd- en ruimteschalen. Dit komt aan de orde bij de keuze van indicatoren in fase 1.C.

Dynamiek van de waterbeweging

De waterbeweging kan omschreven worden door de eigenschappen van het getij, de windgolven en de (zoetwater)aanvoer vanaf het land. De meetgrootheden bestaan uit de waterstanden, (wind)golfkarakteristieken, de zoetwaterdebieten, de saliniteit en temperatuur (i.v.m. dichtheid van het water). De stroomsnelheid is ook te meten, maar leent zich niet voor monitoring op grote schaal en is bovendien direct te relateren aan waterstanden en debieten.

Dynamiek van de bodem van platen, slikken en geulen

De bodem wordt gekenmerkt door de hoogte of diepte. Hieruit kunnen diverse geometrische eigenschappen van de bodem worden afgeleid.

Eigenschappen van sediment in de bodem en het water

Het sediment wordt gekenmerkt door de samenstelling (m.n. korrelgrootteverdeling sediment en organisch-stofgehalte) en de concentratie (zwevend sediment; dichtheid van de bodem)

De aard en omvang van menselijke ingrepen

Per type ingreep zijn de volgende meetgegevens kenmerkend en in onderstaande tabel weergegeven.

Ingreep	Omschrijving
Zoetwaterlozingen	Debiet en saliniteit
Vaargeulonderhoud	Locatie (incl. lengte en oppervlakte), volume, massa, vaarwegafmetingen
Gas- en zoutwinning	Bodemdaling ondergrond
Zandwinning	locatie, volume en oppervlakte
Schelpenwinning	locatie, volume en oppervlakte
Bodemberoerende visserij	diepte en oppervlakte van beroering
Pierenstekerij	p.m. (irrelevant?)
Kwelderwerken	locatie, hoogte en oppervlakte
Oever- en kustverdedigingswerken 1)	locatie en afmetingen (bijvoorbeeld locatie en volume van suppleties)
Havens, havendammen, pieren, veerdammen 1)	locatie en afmetingen
Kunstmatige eilanden 1)	locatie en afmetingen
Natuurbouwwerken	locatie en afmetingen
Scheepvaart	Intensiteit, calamiteiten, scheepsgolven
Toerisme	p.m. (irrelevant?)
Historische ingrepen (o.a. Afsluitdijk 1)	locatie en afmetingen (m.n. oppervlakte onttrokken wad)

1) Samen te vatten onder civieltechnische werken

De effecten van menselijke ingrepen op de natuurlijke dynamiek

De effecten zijn meetbaar door middel van veranderingen (bijvoorbeeld een trendbreuk) in de natuurlijke dynamiek die aan de ingreep te relateren zijn. Voor de beoordeling hiervan is een statistische analyse nodig en inzicht in de achterliggende processen. Daarvoor kan het noodzakelijk zijn aanvullende informatie te verzamelen of te meten.

4. Fase 1.C: Geschikte indicatoren

1. Inleiding

Een indicator dient zodanig gekozen te worden dat de natuurlijke dynamiek en afwijking daarin ten gevolge van ingrepen (die hinderen of sturen) zichtbaar zullen zijn. De zichtbaarheid is afhankelijk van de tijd- en ruimteschaal die men beschouwd.

Tijdschaal

Van elke indicator dient de toestand en de trend weergegeven te worden. De natuurlijke dynamiek kent soms een grote variatie in de tijd, waarin menselijke invloeden moeilijk te detecteren zijn. Ook trends en trendbreuken kunnen hierdoor moeilijk zichtbaar zijn. Dit betekent dat men vaak lange tijdreeksen nodig heeft om toestand en trends te kunnen duiden en inzicht moet hebben in de onzekerheden. Statistische analyse is daarom een noodzakelijke exercitie voor alle indicatoren. Hierbij is van belang dat van de gemeten waarden van parameters ook de meetonnauwkeurigheid bekend is.

Ruimteschaal

Sommige parameters/indicatoren zijn lokaal bekend (puntmetingen), andere gebiedsdekkend. Beoordeeld moet worden of de ruimtelijke resolutie van informatie representatief is het voor gehele gebied. Bij het definiëren van gebieden hebben we te maken met dynamische geografische grenzen (verschuiving van geulen en plaatranden), waardoor een keuze voor aggregatie van kleinschalige gebieden gewenst kan zijn. De morfologische eigenschappen kan men indelen naar de volgende ruimtelijke schalen:

- Megaschaal: de gehele Waddenzee (alle kombergingsgebieden) en de Noordzeekustzone
- Macroschaal: geheel kombergingsgebied
- Mesoschaal: lokale morfologische eenheid (geul, plaat, slik, kwelder) binnen een kombergingsgebied
- Microschaal: bodemstructuur/-vorm binnen een morfologische eenheid

Uit het expertoverleg (bijlage 2) kwam naar voren om uit te gaan van morfologische eenheden als kleinste schaal, dus van de mesoschaal. De effecten van ingrepen vanuit beheer komen duidelijk naar voren op deze schaal en omgekeerd zijn de ontwikkelingen op deze schaal bepalend voor beheeropgaven in het gebied. Daarom wordt deze schaal ook gehanteerd in kombergingsrapportages, die in het KPP project Kennisontwikkeling Morfologie Waddenzee worden gemaakt. In deze rapportages worden ook indicatoren opgevoerd, waarvan hier mede gebruik is gemaakt.

Per onderwerp zullen de indicatoren worden weergegeven in tabellen met daarin ook de tijd- en ruimteschaal van de indicator en de meetgegevens die nodig zijn. Daarnaast wordt de relevantie van de indicator benoemd, als een koppeling naar het beleid.

Afbakening

Om het gedrag van een indicator te kunnen verklaren kunnen aanvullende/ondersteunende meetgegevens nodig zijn. Of in sommige gevallen aanvullend onderzoek, eventueel met modellen. Dit is nog onvoldoende uitgewerkt, omdat er nog geen ervaring is met de indicatoren voor de Basismonitoring. Ook de wijze waarop de indicator berekend wordt, is nog niet vastgelegd. Dit betekent dat hier de meest basale indicatoren worden voorgesteld.

Indicatoren voor beleid/beheer: Overige indicatoren ,die mogelijk van belang zijn voor evaluatie van beleid/beheer, dan wel voor meer inzicht in het morfologische gedrag worden behandeld in bijlage 3, dit met het oog op eventueel toekomstig gebruik.

2. Dynamiek van de waterbeweging

De rol van de waterbeweging is cruciaal voor de morfologie, zie figuur 1. De relevantie in de tabel is daarom niet in alle gevallen direct te koppelen aan het beleidsdoel, maar indirect wel. Een

verandering in de stroming heeft gevolgen voor de uiteindelijke morfologie (de afsluiting van de Zuiderzee is hier een duidelijk voorbeeld van).

Waterbeweging Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Relatieve snelheid zeespiegelstijging	Meegroeivermogen	10 - 100	Mega	Waterstand, bodemdaling ondergrond
Getijslag (tijverschil)	Stroming en sedimentbeweging	10 - 100	Mega - Macro	Waterstand
Hoogwaterniveau	Veiligheid; Ontwikkeling platen, slikken, kwelders	10 - 100	Mega - Macro	Waterstand
Laagwaterniveau	Droogvallende arealen	10 - 100	Mega - Macro	Waterstand
Getij-asymmetrie 1)	Stroming: eb-vloed-dominantie	10 - 100	Mega - Macro	Waterstand
Windgolven	Stroming en sedimentbeweging	0,5 - 5	Meso	Golfhoogte/-periode
Zoetwateraanvoer	Stroming en zoet-zout gradiënt	1 - 10	Macro - Meso	Debiet

1) Beschrijving van getij-asymmetrie kan door diverse paramaters: getijcomponenten, duur stijging/daling waterstand, duur vloed/eb-stroming.

3. Dynamiek van platen en slikken⁵

Platen en slikken Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Plaatareaal 1)	Natuurlijkheid	> 5	Macro - meso	Bodemligging
Plaatvolume 2)	Meegroeivermogen	10 -100	Macro - meso	Bodemligging
Plaathoogte	Meegroeivermogen	10 -100	Macro - meso	Bodemligging
Bruto erosie en sedimentatie	Dynamiek	> 0,5	Meso	Bodemligging
Hypsometrie 3)	Natuurlijkheid	> 5	Macro	Bodemligging

1) Absoluut en procentueel (per kombergingsgebied). Voor de begrenzing van een plaat is ook inzicht in de waterstanden nodig. De grens tussen plaat en geul ligt bij GLW (Gemiddeld Laag Water).

2) Plaat wordt gemeten als het sedimentvolume. De verandering in sedimentvolume is omgekeerd aan een verandering in het natte volume. Samen met het volume van de geulen kan het kombergingsvolume bepaald worden.

3) De hypsometrie van platen, slikken en die van de geulen worden gezamenlijk bepaald.

4. Dynamiek van kwelders (deze staan ook in het analysedocument Kwelders)

Kwelders Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Kwelderareaal 1)	Natuurlijkheid	> 5	Macro - meso	Bodemligging
Kwelderhoogte	Meegroeivermogen, natuurlijkheid	10 -100	Macro - meso	Bodemligging
Kwelderrand	Dynamiek (aangroei, afslag)	> 0,5	Meso	Bodemligging

1) Absoluut en procentueel (per kombergingsgebied).

⁵ Een slik kan opgevat worden als een slibrijke plaat, die aan de kust grenst.

5. Dynamiek van geulen

Geulen Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Geulareaal 1)	Natuurlijkheid	> 5	Macro - meso	Bodemligging
Geulvolume 2)	Meegroeivermogen	10 -100	Macro - meso	Bodemligging
Geuldiepte	Bereikbaarheid	> 5	Meso	Bodemligging
Geulprofieloppervlakte	Bereikbaarheid	> 5	Meso	Bodemligging
Geulmigratie(snelheid)	Veiligheid, Bereikbaarheid	> 0,5	Meso	Bodemligging
Geulwandhelling	Veiligheid	> 0,5	Meso	Bodemligging
Bruto erosie en sedimentatie	Dynamiek	> 5	Meso	Bodemligging
Hypsometrie 3)	Natuurlijkheid	> 5	Macro	Bodemligging

1) Absoluut en procentueel (per kombergingsgebied). Voor de begrenzing van een geul is ook inzicht in de waterstanden nodig. De grens tussen plaat en geul ligt bij GLW (Gemiddeld Laag Water).

2) Geulvolume wordt gemeten als het natte volume. De verandering in sedimentvolume is omgekeerd aan een verandering in het natte volume. Samen met het volume van intergetijdegebied kan het kombergingsvolume bepaald worden.

3) De hypsometrie van de platen en slikken en die van de geulen worden gezamenlijk bepaald.

6. Eigenschappen van sediment in bodem

Sediment in bodem Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Korrelgrootte	Natuurlijkheid	> 5	Meso	Korrelgrootteverdeling
Verhouding zand-slib	Natuurlijkheid	> 5	Meso	Korrelgrootteverdeling

7. Eigenschappen van sediment in water

Sediment in water Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Sedimentconcentratie (troebelheid)	Natuurlijkheid, Bereikbaarheid	> 0,5	Macro - meso	Zwevend-stofgehalte
Sedimentsamenstelling	Natuurlijkheid	> 5	Macro	Zand-/slibgehalte

8. Indicatoren voor ingrepen (sturende of hinderende factoren)

In onderstaande tabel worden per ingreep indicatoren voorgesteld.

Ingrep	Omschrijving indicator
Zoetwaterlozingen	Debiet (gemiddeld per maand)
Vaargeulonderhoud	Areaal bagger- en verspreidingslocaties (m2 en %) 1) Bagger- en verspreidingsvolume Sedimentsamenstelling baggerspecie Stabiliteit verspreidingslocaties Afmetingen vaarweg Verhouding afmetingen autonome geul en gebaggerde geul
Gas- en zoutwinning	Bodemligging in relatie tot bodemdaling
Zandwinning	Zandwinvolume per kombergingsgebied
Schelpenwinning	Schelpenwinvolume per kombergingsgebied
Bodemberoerende visserij	Areaal bodemberoering (m2 en %) 1)
Kwelderwerken	Hoogte en oppervlakte (per jaar) Locatie kwelderrand
Civieltechnische werken	Wijzigingen in locatie/afmetingen
Natuurbouwwerken	Wijzigingen in locatie/afmetingen
Scheepvaart	Intensiteit
Toerisme	p.m. (wadlooproutes; aantal wadlopers?)

1) De referentie voor het percentage is afhankelijk van de aard van de ingrep. Voor activiteiten in geulen kan de geuloppervlakte van een kombergingsgebied gebruikt worden (zie eerdere beschouwing over de ruimteschaal).

9. Presentatie indicatoren

De presentatie kan op verschillende manieren, wat mede afhankelijk is van het type indicator. Sommige indicatoren zullen als tijdreeks weergegeven worden, andere ruimtelijk op een overzichtskaart. Hierin zullen nog keuzes gemaakt moeten worden.

Ook de eenheden (voor lengte, afstand etc.) waarin de indicatoren worden uitgedrukt zijn nog niet vastgelegd.

Daarnaast zal per indicator gekozen moeten worden welke statistische grootheden worden gepresenteerd, zoals gemiddelde, variantie, trend, extrema en onder-/overschrijdingsfrequentie.

5. Fase 2.A Wat wordt er al gemeten?

De meeste grootheden worden al gemeten. Maar niet allemaal op de gewenste tijd- en ruimteschaal. Aan de andere kant hoeft niet overal met dezelfde intensiteit gemeten te worden, omdat sommige gebieden meer effecten ondervinden dan andere.

In onderstaande tabellen staan de benodigde meetgegevens uit de vorige fase en wordt aangegeven wat er al gemeten wordt (o.a. met gebruik van waterinfo.rws.nl als bron). Bij de opmerking wordt eventueel aangegeven welke metingen qua tijd- en ruimteschaal mogelijk tekort schieten om de indicatoren te kunnen bepalen. In bijlage 3 worden metingen weergegeven bij mogelijke overige indicatoren.

Benodigde meetgegevens	Wat wordt al gemeten?	Opmerking
NATUURLIJKE DYNAMIEK		
Waterstand	<u>Waddenzee (10 locaties)</u> : Den Helder, Oudeschild, Den Oever buiten, Kornwerderzand buiten, Harlingen, Vlieland haven, Nes, Holwerd, Wierummerwad 2, Lauwersoog, Schiermonnikoog <u>Eems (7 locaties)</u> : Uithuizerwad 2, Eemshaven, Stroommeetpaal Eemshaven, Delfzijl, Termunterzijl, Nieuwe Statenzijl.	Permanent
Golfhoogte- en periode	Stortemelk Oostboei, Amelander Zeegat Boei 3-2, Nes, Wierummerwad 2, Schiermonnikoog, Randzelgat Noord boei, Uithuizerwad, Stroommeetpaal Eemshaven,	Ook op locaties buiten Waddenzee.
Debiet zoetwataaraanvoer	Op diverse locaties	Door o.a. waterschappen. Gegevens niet vindbaar op Waterinfo
Bodemligging	Vaklodingen 1/6 jaar. Beheerlodingen (specifieke gebieden; frequentie varieert)	Frequentie vaklodingen onvoldoende voor lokale dynamiek
Sedimentsamenstelling bodem (slibgehalte)	SIBES monitoring (platen, jaarlijks, sinds 2008) en SUBES monitoring (geulen; jaarlijks sinds 2016) MWTL (biol. Monitoring)	SIBES door NIOZ. MWTL op enkele locaties (niet gebiedsdekkend)
Sedimentsamenstelling water	Wordt niet gemeten	
Zwevend-stofgehalte	<u>Waddenzee (4 locaties)</u> : Marsdiep noord, Doove Balg west, Vliestroom, Dantziggat <u>Eems (4 locaties)</u> : Huibertgat oost, Stroommeetpaal Eemshaven (SPE), Bocht van Watum, Grootte Gat Noord	MWTL monitoring fys.-chem.-monitoring Laagfrequent (20/jaar) op enkele locaties. Behalve SPE (permanent), maar niet beschikbaar in waterinfo.

Benodigde meetgegevens	Wat wordt al gemeten?	Opmerking
EFFECTEN INGREPEN		
Debiet zoetwataaraanvoer	Idem hierboven	
Baggervolumes en -locatie	Ja	
Verspreidingsvolume en -locatie	Ja	
Bagger-/verspreidingsmassa	Deels	Niet op alle schepen
Baggersedimentsamenstelling	Zelden (via Bbk?)	
Afmetingen gebaggerde geul	Ja	

Benodigde meetgegevens	Wat wordt al gemeten?	Opmerking
Bodemdaling ondergrond	Ja	Door o.a. NAM (overzicht via Deltares)
Zandwinvolume	Ja	Zandonttrekking wordt afgebouwd naar 0 in 2022
Schelpenwinvolume	Ja	Welk Meetnet?
Areaal bodemberoering door visserij	?, checken bij LNV	LNV, PRW, is subdoelstelling van WF.
Kwelderhoogte en -oppervlakte	Ja (RWS CIV?)	WOK
Locatie kwelderrand	Ja (RWS CIV?)	WOK
Locatie/afmetingen civieltechnische werken	Ja	District RWS
Locatie/afmetingen natuurbouwwerken	Ja	Via beheerders
Toerisme (wadlopen)	?	

Let op! Onderstaande nog invullen:

Indicator	Parameter	Meetprogramma	Factsheet	Uitvoerder

Bijlage 1. Tabellen met indicatoren uit notitie "Morfologische indicatoren die aansluiten bij de beleids- en beheervragen van de Waddenzee: Een Update." H. Sas en J. Cleveringa, 17 december 2018.

De indicatoren zijn weergegeven in 2 tabellen.

In de eerste tabel zijn de indicatoren van morfologische verschijnselen/ontwikkelingen opgenomen, waarbij de uitgewerkte indicatoren zijn **gemarkeerd** .

Top 7	Beleids- of beheervraag(stuk)	Morfologische ontwikkeling	Indicatoren morfologische verschijnselen	Basisgegevens
A	Beleid: Doelstellingen habitats N2000 (<u>Waddenzee</u> + Duinen Waddeneilanden) + KRW (eilandkwelders)	Autonome ontwikkeling kwaliteit en kwantiteit van habitattypen	1a <u>Arealen (opp.) geulen, platen</u> en kwelders 1b Droogvalduur platen 1c Sedimentsamenstelling bodem 1d Ecotopenkaart	<u>Bodemligging</u> Waterstanden Korrelgrootte Morfologische kaart Vegetatiekartering etc.
B	Beleid: Doelstelling KRW	Autonome ontwikkeling waterkwaliteit	2 Troebelheid	
C	Dit is een onderbouwende indicator bij 1,2 4, 5, 6	Autonome ontwikkeling hydromorfologie	<u>3. Waterstanden, getijslag</u> <u>4. Hypsometrie</u> <u>5. Erosie/sedimentatie /massabalans</u> 2 Troebelheid	<u>Waterstanden</u> <u>Bodemligging</u> Zwevend-stofgehalte
D	Beheer Kustlijnzorg & Waterkeringen	(Gevolgen van)Erosie van de kust bij duinen en dijken	<u>6a Geuldiepte en -migratie</u> <u>Geulhelling</u>	<u>Bodemligging</u>
	Beleid & Beheer Toegankelijkheid	Noodzaak van vaargeulonderhoud (aanpassingen betonning, baggeren, alternatieve route,...)	<u>6b Geuldiepte</u>	<u>Bodemligging</u>
E	Zeespiegelstijging en meegroeivermogen, is aan de orde bij een onderbouwende indicator bij 1,2 & 4,	Gevolgen van zeespiegelstijging	<u>3 Waterstanden</u> <u>7 Sedimentatiesnelheid</u>	Waterstanden Bodemligging Sedimenttransport
F	Zandbalans eilanden		Dit zijn eigenlijk deelaspecten van C 5	
G	Volume/geulpatronen buitendelta's			

De tweede tabel betreft de indicatoren die iets zeggen over menselijke invloeden ('pressure/reponse' indicatoren). Een aantal hiervan is eenduidig, zoals de suppletie- en baggervolumes en -locaties, en de omvang van de bodemdaling door delfstoffenwinning. Ook de omvang van de landaanwinningswerken is eenduidig vast te stellen. Eenduidig betekent overigens niet dat het eenvoudig is om de gegevens te achterhalen, maar dat het wel mogelijk is om zonder al te veel discussie een definitie en vaststellingswijze te bepalen. Andere indicatoren betreffen de gevolgen van ingrepen en daarvan is het veel lastiger om eenduidig vast te stellen wat de omvang daarvan is. Zeker als de ingrepen langer geleden hebben plaatsgevonden, maar nog wel doorwerken of er nog een bijdrage is van de ingreep en welke omvang deze heeft. Het duidelijkste voorbeeld van zo'n discussie is die rond de invloed van de Afsluitdijk op de morfodynamiek van de kombergingsgebieden Vlie en Marsdiep.

Top 6	Pressure/response	Te beschrijven effect	Pressure/response indicatoren	Basisgegevens
A	Beleid: Ruimtelijk	Gevolgen van afsluitingen, landaanwinning	1a Arealen (opp.) geulen, platen en kwelders 3. Waterstanden, getijslag 4. Hyspometrie 5. Erosie/sedimentatie /massabalans	Bodemligging Waterstanden
B	Beleid: delfstoffenwinning	Gevolgen van delfstoffenwinning	1a Arealen (opp.) geulen, platen en kwelders 4. Hyspometrie 5. Erosie/sedimentatie /massabalans	Bodemligging Waterstanden
C	Beleid & beheer: kustlijnzorg	Gevolgen van kustsuppleties voor de Waddenzee (NB: Ook van de Hollandse Kust)	3. Waterstanden, getijslag 4. Hyspometrie 5. Erosie/sedimentatie /massabalans 2 Troebelheid	Suppletievolumina als functie van plaats en tijd Korrelgrootte
D	Beleid: Visserij	Gevolgen van bodemberoerende visserij	2 Troebelheid	Zwevend-stofgehalte
E	Beleid & Beheer Toegankelijkheid	Gevolgen van vaargeul- en havenonderhoud	11 Baggervolumes 6b Geulvolume 2 Troebelheid 10 Sedimentsamenstelling bodem	Bodemligging Getijvolume Korrelgrootte Zwevend-stofgehalte
	Beheer Kustlijnzorg & Waterkeringen	Gevolgen van ingrepen bij duinen en dijken	6a Geuldiepte en -migratie Geulhelling	Bestortingen: locaties en materiaal Geulwandsuppleties volumes en tijd
f	Beleid & beheer: ?	Dekking kabels en leidingen	12 Lokale diepte	Bodemligging

Bijlage 2. Bijeenkomst 11 oktober met morfologen

Locatie: Delft (Deltares)

Tijd: 15:00-16:00

De bijeenkomst is gehouden als onderdeel van het project KPP Kennisontwikkeling Morfologie Waddenzee.

Doel: bespreking van de morfologische indicatoren voor de basismonitoring

Aanwezig:

Deltares:

- Bart Grasmeijer
- Albert Oost
- Ad van der Spek
- Edwin Elias,
- Thijs van Kessel
- Marcel Taal
- Nicki Villars

Arcadis: Jelmer Cleveringa (deels)

RWS:

- Ernst Lofver (deels)
- Herman Mulder
- Almer de Swaaf

Discussie:

Het onderwerp werd ingeleid door Herman Mulder. Het direct invullen van meetbare omschrijvingen en indicatoren (met tijd- en ruimteschalen), bleek niet mogelijk. Er ontstond veel discussie over de vertaling van doelen naar informatie.

Uit de bespreking kwamen de volgende punten naar voren:

- Om te kunnen beoordelen of er sprake is van hinderen of sturen van de natuurlijke dynamiek is kennis nodig van de werking van het systeem (systeembegrip).
- Gebruik in eerste instantie de bestaande meetgegevens om de indicatoren uit de genoemde notitie over indicatoren (product KPP Morfologie Wadden) te bepalen. Ga na in welke mate we hiermee de dynamiek en effecten daarop kunnen beschrijven en het effect van ingrepen kunnen detecteren.
- Houd rekening met (on)nauwkeurigheid van de meetgegevens.
- Bepaal welke aanvullende informatie nodig is om het gedrag van indicatoren te verklaren.
- Breng in kaart welke factoren het grootste effect hebben en breng in kaart welke gebieden hiervoor het meest kwetsbaar zijn.
- Gebruik een lokale ruimtelijke schaal op het niveau van morfologische eenheden (geul, plaat, slik, kwelder) voor diepte-/hoogteveranderingen, dan wel volumeveranderingen, dan wel erosie en sedimentatie. Deze schaal sluit goed aan bij de schaal waarop effecten van veel ingrepen plaatsvinden.
- Naast de morfologische indicatoren uit de notitie zijn de volgende indicatoren van belang:
 - Bodemdynamiek op basis van bruto veranderingen
 - Debieten en getijvolumes
- Er is ook informatie nodig over:
 - Temperatuur en saliniteit (directe invloed op de waterbeweging)
 - De aanwezigheid van erosieresistente lagen in de bodem
- Een aantal indicatoren is zeer moeilijk om te meten, zoals de sedimentsamenstelling van de bodem
- Er is een link met de kombergingsrapportages voor de Waddenzee (product KPP Morfologie Wadden), waarin de kennis van waterbeweging en morfologie gezocht wordt gerapporteerd, o.a. door bepaalde kenmerken/eigenschappen dan wel indicatoren.

Indien noodzakelijk zullen de experts of een deel daarvan een tweede keer worden geraadpleegd om over de indicatoren te adviseren.

Bijlage 3. Mogelijke aanvullende en ondersteunende indicatoren en huidige metingen

Waterbeweging Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Wind	Stroming en golven	0,1 – 1	Macro – meso	Windsnelheid/-richting
Saliniteit	Stroming	0,1 – 1	Macro – meso	Zoutgehalte, geleidendheid, temperatuur
Stroomsnelheid	Sedimentbeweging	0,1 – 1	Meso	Moet uit modellen komen.

Platen en slikken Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Steilheid/helling plaat	Plaatrand	0,5 – 1	Meso	Bodemligging
Lengte plaatrand	Foeragerende vogels	0,5 – 5	Meso	Bodemligging, waterstand
Droogvalduur	Foeragerende vogels	0,5 – 5	Macro- meso	Bodemligging, waterstand
Locatie wantij	Morfodynamiek	> 1	Macro - meso	Bodemligging

Kwelders Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
p.m.				

Geulen Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Drempelhoogte/-oppervlakte	Bereikbaarheid	> 1	Meso	Bodemligging

Sediment in bodem Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Kalkgehalte	Natuurlijkheid	> 5	Meso	Idem indicator
Organische stof gehalte	Natuurlijkheid	> 5	Meso	Idem indicator
Droge dichtheid	Sedimentbalans	5	Meso	Idem indicator

Sediment in water Indicator	Relevantie	Tijdschaal (jaar)	Ruimteschaal	Meetgegeven(s)
Kalkgehalte	Natuurlijkheid	> 5	Meso	Idem indicator
Organische stof gehalte	Natuurlijkheid	> 5	Meso	Idem indicator
Temperatuur	Bezinksnelheid	> 5	Macro	Idem indicator

Benodigde meetgegevens	Wat wordt al gemeten?	Opmerking
Windsnelheid- en richting	Texelhors, De Kooy, Vlieland, Hoorn Terschelling, Nes, Wierummerwad, Lauwersoog	Ook op locaties buiten Waddenzee.
Saliniteit	? MWTL-locaties (zie bij zwevend stof). Den Oever, Kornwerderzand	Via MWTL fys.-chem.-monitoring Laagfrequent (20/jaar) op enkele locaties
Kalkgehalte sediment in water	? MWTL (check nodig)	
Organische stof gehalte in water	? MWTL (check nodig)	

Benodigde meetgegevens	Wat wordt al gemeten?	Opmerking
Kalkgehalte sediment in bodem	? SIBES-SUBES (check nodig)	
Organische stof gehalte in bodem	? SIBES-SUBES (check nodig)	
Dichtheid sediment in bodem	? SIBES-SUBES (check nodig)	
Temperatuur	? MWTL (check nodig)	