

Mid Term Review

Kennis en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA)



Auteurs: Sacha de Rijk (Deltares) en Wiegert Dulfer (RWS)

Concept versie definitief

Contents

1	Managementsamenvatting.....	4
1.1	Status van de data.....	4
1.2	Eerste evaluatie van de data.....	5
1.3	Conclusies en aanbevelingen.....	5
1.4	Vooruitblik en aanvullingen op het programma.....	7
2	Inleiding.....	9
2.1	Doel van dit rapport.....	9
2.2	Werkwijze tussentijdse Mid Term Review.....	10
2.3	Beleidsdoelen van Marker Wadden.....	10
2.3.1	TBES doelen.....	10
2.3.2	Het Vogelparadijs.....	11
2.3.3	Leren en innoveren.....	12
2.4	Onderzoeks- en systeemvragen.....	13
2.4.1	Slibdynamiek Markermeer.....	13
2.4.2	Bouwen met slib en zachte keringen Marker Wadden.....	14
2.4.3	Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen.....	15
2.4.4	Governance.....	16
2.4.5	Gebruik.....	17
2.5	Leeswijzer.....	18
3	Evaluatie beleidsdoelen.....	18
3.1	TBES doelen.....	18
3.2	Vogelparadijs.....	20
3.3	Leren en innoveren.....	21
4	Evaluatie onderzoeksvragen.....	23
4.1	Slibdynamiek Markermeer.....	23
4.2	Bouwen met slib en zachte keringen Marker Wadden.....	24
4.3	Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen.....	25
4.4	Governance en gebruik.....	29
5	Voorlopige conclusies en aanpassingen Programma.....	31
5.1	Voorlopige conclusies.....	31
5.2	Bouwen met slib.....	32
5.3	Helder troebelplan.....	33
5.4	Linken binnen het voedsel web.....	34
5.4.1	Vis en vogels.....	34
5.4.2	Waterplanten en macrofauna.....	34

5.5	Langstransport van zand	35
5.6	Governance en gebruik	35
6	Bijlagen	36
6.1	BETROKKEN EXPERTS BIJ DE MID TERM	36
6.2	KIMA GEGEVENS VOOR NATUURTHERMOMETER	36
6.3	LIJST VAN BETROKKEN BEDRIJVEN BIJ KIMA MONITORING EN ANALYSE (ANDERS DAN PARTNERS).....	37
6.4	STUDENTEN BINNEN KIMA	37
6.5	REFERENTIES	38

1 Managementsamenvatting

Voor u ligt de Mid Term Review van het Kennis- en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA) over de eerste helft van de monitoring- en onderzoeksperiode 2018-2022. De Mid Term Review is bedoeld voor onderzoekers en opdrachtgevers om de voortgang van het KIMA programma te schetsen en te rapporteren. KIMA heeft de opdracht om in 2022 een Beleidsevaluatie uit te voeren over de aanleg van de Marker Wadden. De conclusie van deze Mid Term Review is dat, alhoewel het project nog niet lang genoeg loopt om nu al definitieve conclusies te kunnen trekken, verwacht mag worden dat in 2022 een Beleidsevaluatie met voortzetting van het huidige monitoring en onderzoeksprogramma, in grote mate succesvol kan worden uitgevoerd. Daarmee kunnen gefundeerde aanbevelingen worden gedaan over de mogelijke aanleg van Marker Wadden fase II en andere vergelijkbare projecten.

De eerste fase Marker Wadden omvat de aanleg van vijf eilanden, omringt door een onderwaterlandschap met ondiep water, een slibgeul en enkele diepe (zandwin)putten. Marker Wadden is een voorbeeldproject voor innovatief watermanagement dat helpt een aantal natuur- en waterkwaliteitsproblemen in het Markermeer op te lossen. Om te toetsen of deze innovatieve maatregel werkt, voert het KIMA programma in 2022 een beleidsevaluatie uit naar het succes en de lessen van Marker Wadden. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft hiervoor in 2018 1,5 mln euro ter beschikking gesteld.

Tijdens de uitvoering van het programma bleek een aantal onderwerpen niet uitvoerbaar of gewenst. Onderzoek naar de opslibbing en interactie met vegetatie binnen de eilanden is opgeschort omdat de openstelling nog niet gerealiseerd was. Het geplande weerstation is niet gebouwd en een aantal meetpalen is niet geplaatst, omdat data ook op een slimmere wijze konden worden verkregen. Ook is de KIMA bijdrage uit het Deltafonds van 450.000 euro aan de NWO call Living Lab Dutch Delta 2019 komen te vervallen. Dit levert financiële ruimte voor aanvullingen en aanpassingen in het programma.

Deze Mid Term Review wordt uitgevoerd op basis van een Monitoring en Evaluatieprogramma (MEP) en een Toegepast Onderzoeksprogramma (TOP) Marker Wadden. Beide programma's zijn onder de vlag van KIMA in 2018 opgesteld. De Mid Term Review is uitgevoerd om de voorlopige resultaten tegen het licht te houden en te beoordelen of de huidige monitoring- en onderzoeksinspanning voldoende is om in 2022 de beleidsevaluatie uit te voeren, of dat bijsturing van het programma gewenst is.

Zowel Marker Wadden zelf als het KIMA zijn adaptief van opzet. De eerste resultaten en ervaringen brengen een aantal onverwachte ontwikkelingen aan het licht en leiden tot een verdieping van kennis- en beheervragen. Om de te verwachten gebruikswaarde van het onderzoeksprogramma en de eindevaluatie te versterken worden in deze Mid Term Review een beperkt aantal aanvullingen op het lopende programma voorgesteld. De uiteindelijke aanpassingen van het programma worden door de Stuurgroep KIMA en de financier vanuit het Deltafonds vastgesteld.

1.1 Status van de data

De natuurlijke processen die plaatsvinden op Marker Wadden verlopen (zoals verwacht) niet snel genoeg om nu na twee jaar al vergaande inhoudelijke conclusies te kunnen trekken. Met de opgezette monitoring kunnen wel eerste indicatieve resultaten worden benoemd:

- De kwaliteit en kwantiteit van de data die nodig is voor evaluatie van de beleidsdoelen is over het algemeen conform verwachting. Uitwisseling van data binnen het programma is nog niet optimaal en het wordt aanbevolen om nu vol in te zetten op gemeenschappelijk datamanagement, zodat alle data beschikbaar is voor de beleidsevaluatie in 2022.

- In de afgelopen twee jaar hebben nog veel werkzaamheden plaatsgevonden voor aanleg en inrichting van Marker Wadden. Veel monitoringsresultaten worden daarom nog sterk beïnvloed door de effecten van die werkzaamheden. Een aanbeveling is om de monitoring voort te zetten om in 2022 voldoende data te hebben in een minder verstoorde situatie, anders geven de data onvoldoende inzicht in de te verwachten ontwikkelingen na 2022.
- Wegens het niet honoreren van de KIMA voorstellen in de NWO Living Lab call staat er nog wel een aantal belangrijke kennisvragen met monitoringbehoefte open. Deze zijn opgenomen in de aanbevelingen van deze rapportage
- Alhoewel naar verwachting in 2022 voldoende mate data beschikbaar is om de gestelde beleidsdoelen te kunnen evalueren en kennisvragen te beantwoorden, brengen de huidige resultaten en ervaringen een aantal onverwachte ontwikkelingen aan het licht en leiden deze tot een verdieping van kennis- en beheervragen. Beantwoording hiervan leidt tot betere voorspellingen over de verwachte ontwikkelingen op Marker Wadden en de invloed op de omgeving op langere termijn.

1.2 Eerste evaluatie van de data

Op dit moment zijn er gegevens over een periode van twee jaar beschikbaar. Het is daarom te vroeg om vergaande inhoudelijke conclusies te trekken of definitieve trends en ontwikkelingen aan te wijzen. Op basis van expert judgement zijn de eerste positieve ontwikkelingen wel al te benoemen. Jaarlijks treffen de onderzoekers meer vogels aan en er zijn al veel insecten, vissoorten en vooral jonge vis waargenomen. De productiviteit is hoog op de eilanden, het riet groeit razendsnel, de vegetatie breidt zich uit en er is een flux van insecten en biomassa van water naar land.

De eerste resultaten lijken ook voorzichtig te wijzen op een verhoogde productiviteit in een groot gebied ten Westen van Marker Wadden, gekoppeld aan de werkzaamheden. Dit gebied is in 2019 door driehoeks- en quagga mosselen ge(her)koloniseerd. In hetzelfde gebied lijkt ook de groei van zwavel bacteriën zodanig te worden gestimuleerd dat ze een belangrijk deel van de primaire productie voor hun rekening nemen. Het is echter nog niet duidelijk welke positie deze bacteriën innemen in het voedsel web. De draadvormige zwavel bacteriën laten in het laboratorium zien dat ze het sediment bij elkaar houden en opwerveling van sediment door waterbeweging reduceren. In theorie kunnen zwavel bacteriën dus een rol spelen bij toename van helderheid. Of de verhoogde productiviteit een tijdelijk effect is of robuust is, zal in de toekomst getest worden.

Het onderwater landschap verandert. Het slib verzamelt zich in de putten en de geulen en in de luwte van de eilanden. In de heldere luwe delen zien we veel watervlooien en het vermoeden is dat waterplanten zich hier binnenkort gaan vestigen.

Bovenstaande maakt duidelijk dat we al veel leren. Kennisdisseminatie is ook in volle gang via het jaarlijkse KIMA congres, nieuwsbrieven, excursies, workshops, presentaties en publicaties. In de tweede helft van de onderzoeksperiode zetten we de opgedane kennis om in praktische richtlijnen en best practices die we ook meer (inter)nationaal verspreiden.

1.3 Conclusies en aanbevelingen

De conclusie van deze Mid Term Review is dat het programma van KIMA goed op schema ligt en bij voortzetting in grote mate perspectief biedt op een succesvolle beleidsevaluatie in 2022. Aanbevolen wordt daarom het programma zo voort te zetten. Op basis van een aantal onverwachte resultaten en verdieping van de beleids- en beheervragen ziet het KIMA-team een meerwaarde in aanvulling van het KIMA programma op de volgende punten:

- Een aanvullende monitoring en nadere uitwerking van de data rond het slib experiment is gewenst. Alleen zo is er zicht op een rijpingsmodel dat is doorvertaald naar de nodige

kennisregels, algemeen geldig voor bouwen met slib, ook elders bij projecten in binnen- en buitenland.

- Wegens de te verwachten snelle uitbreiding van waterplanten en de onverwachte vondst van grote oppervlakten bodembedekkende zwavel bacteriën is het is gewenst het effect van biota in de slibmodellering mee te nemen. De effecten op het slibgedrag worden als significant ingeschat.
- Bepaling van het verlies van zand door langstransport van de zandige randen wordt bepalend voor het beheer van Marker Wadden op langere termijn. In het huidige programma is hier onvoldoende aandacht voor.
- Er ontstaat een sterkere beleidsvraag naar het specifieke effect van Marker Wadden op de mate van het behalen van de TBES doelen in het Markermeer. Daarvoor is meer aandacht nodig voor de onderlinge afhankelijkheid van inrichtingsmaatregelen in het Markermeer. Denk aan Trintelzand, versterking Houtribdijk, Oostvaarderoevers of Markermeerdijken. De gegevens van basismonitoring in het Markermeer (MWTL) moeten nadrukkelijker betrokken worden in de definitieve evaluatie.
- Marker Wadden hebben een grote aantrekkingskracht op bezoekers. Bepaling van de verstoring van bezoekers op de ecologie, m.n. de vogels, wordt nog niet onderzocht. Dit is van belang voor toekomstig beheer.
- Om beter inzicht te krijgen in de opbouw van het voedselweb zijn een aantal onderdelen die vanaf 2020 meer aandacht behoeven; waterplanten, macrofauna en zwavelbacteriën en de beschikbaarheid van de nutriënten in het substraat. Het blijft een vraag of de huidige productiviteit van de eilanden hoog blijft en zich uitbreidt richting de waterkolom. We verwachten dat dit langjarige processen zijn die in de komende twee jaar nog niet uitgekristalliseerd zijn, maar waarvan de monitoring al wel moet worden opgestart om hier later alsnog uitspraken over te kunnen doen.
- De link tussen vis en vogels in het kader van draagkrachtontwikkelingen van het Markermeer verdient meer aandacht: we weten nu onvoldoende over de voedselbehoefte en voedselmogelijkheden van vogels in het gebied van Nationaal Park Nieuwland. Middels hydro-akoestiek en tracking is het tegenwoordig mogelijk om patronen in kaart te brengen.
- De onverwachte vondst van grote hoeveelheden bodembedekkende zwavel bacteriën benedenstrooms van Marker Wadden openbaart een aantal extra vragen die om verder onderzoek vragen. Met name de rol als primaire producent in het voedsel web en daarmee op de draagkracht van het systeem en de mogelijk reducerende invloed die ze kunnen hebben op de opwerveling van de fluffy laag en daarmee op de helderheid. Ook de ontwikkeling van macrofauna in deze gebieden is nog onbekend.
- Aanbevolen wordt de monitoring met behulp van remote sensing krachtig voort te zetten. Er ontstaat een sterkere beleidsvraag naar het specifieke effect van Marker Wadden op de omgeving en het blijkt de enige haalbare manier om ruimtelijke patronen in het Markermeer te signaleren. In combinatie met het slibmodel en de wind geeft dit een goed beeld van de waterkwaliteit veranderingen en de dynamiek van het zwevend stof in het systeem. Ook de remote sensing is geschikt om de vegetatie te blijven volgen op de eilanden.

- Riet lijkt zich goed te ontwikkelen maar de toekomstbestendigheid van het rietmoeras zelf is nog wel een vraag voor het beheer op langere termijn. Risico's blijven ganzenvraat en onzekerheden in de consolidatie van het substraat en de daling van het maaiveld die daarmee gepaard gaat. Een aanbeveling is om de effecten te monitoren als het peil in de compartimenten gelijk wordt gesteld met het Markermeer. Dit geeft inzicht in de robuustheid van de eilanden en welke beheerinspanning nodig is om de functie van de eilanden te borgen. Daarnaast geeft het een beeld wat het bijdraagt aan de verbetering van het voedselweb in het Markermeer. Beheerder Natuurmonumenten stelt voor hiermee op basis van deskundige raadpleging in fases mee te starten.
- Ontwikkelingen in slibconsolidatie (zowel in slibcompartimenten als op eilanden), bodemchemie en effecten op de vegetatie op langere termijn (na 2022) zijn onzeker en van groot belang voor het opstellen van verwachtingen voor toekomstig beheer. In de omgeving van het Markermeer/IJsselmeer zijn in het verleden maatregelen genomen die al verder in de ontwikkeling zijn en die inzicht kunnen geven in de te verwachten successie. Te denken valt o.a. aan de Kreupel, Oostvaardersplassen, Vijfhoek Diemen, Hanzeplaat en IJsseldelta. Aanbevolen wordt deze maatregelen bij het onderzoek te betrekken.

1.4 Vooruitblik en aanvullingen op het programma

Op basis van het voorliggende rapport, stelt het KIMA-team voor de onderstaande punten als aanvulling in het programma op te nemen:

- Om het slibexperiment een succes te maken zijn aanvullende middelen nodig voor: analyse van monitoring data om een gevalideerd model te leveren voor rijping en bodenvorming, dat kan worden doorvertaald naar de nodige kennisregels, algemeen geldig voor bouwen met slib, ook elders bij projecten in binnen- en buitenland. De monitoring zou aangevuld moeten worden met meting van chemische en biologische processen bij rijping in de slibcompartimenten. Deze gegevens moeten ook opgenomen worden in het modelinstrumentarium, in eerste instantie via een aanpassing van de empirische materiaalfuncties in het rijpingsmodel.
- Aanvullende middelen zijn nodig voor versterking van de metingen naar de relatie tussen slib en biota. Deze integratie is noodzakelijk om betere voorspellingen te doen over effecten van maatregelen op de helderheid en productiviteit rond Marker Wadden.
- Omdat zowel de visbestanden als de vogels reageren op de dagelijkse omstandigheden, is meer gedetailleerde informatie nodig met betrekking tot de dagelijks (en over de dag) variërende diepteverdeling van vis en ruimtelijke patronen in benutting van visgronden rond Marker Wadden.
- Macrofauna: er zal een prioritering worden opgesteld voor het uitwerken van de verzamelde en nog te nemen monsters.
- Karteren van waterplanten: om ontwikkelingen goed bij te houden is een uitgebreidere kartering nodig, zodat de relatie gelegd worden tussen vis, luwte en waterplanten en effecten op waterkwaliteit en draagkracht in het systeem.
- Er wordt een plan gemaakt voor aanvullende monitoring naar zandverlies door langstransport om hier een uitspraak over te kunnen doen.

- Voor het beheer is het van belang in kaart te brengen wat de mogelijke verstoringbronnen op en rondom de Marker Wadden zijn, te bepalen welke natuurdoeltypen en soorten gevoelig zijn voor verstoring (zoals broedende vogels), en vervolgens de effecten van het gebruik op deze verstoring gevoelige soorten vast te leggen. Het resultaat is een aanbeveling voor het beheer, waarbij een afweging wordt gemaakt in het omgaan met gebruik en het behalen van de natuurdoelen.
- Indien de verbinding tussen de eilanden en het open Markermeer open worden, zullen de effecten op de ontwikkeling van het rietmoeras worden gemeten.
- Inventarisatiegegevens worden verzameld over bodem en vegetatie in een aantal met Marker Wadden vergelijkbare gebieden, die reeds eerder zijn aangelegd en inmiddels verder zijn in ontwikkeling en successie. Deze informatie kan gebruikt worden om betere voorspellingen te kunnen doen over de op Marker Wadden te verwachten ontwikkelingen op langere termijn.

2 Inleiding

Eerste fase Marker Wadden omvat de aanleg van vijf eilanden en een omringend onderwater landschap bestaande uit ondiep water, een slibgeul en enkele diepe (zandwin)putten. Op 1 januari 2021 is het moment van oplevering van de eerste fase Marker Wadden. Marker Wadden is daarmee een icoon van de Nederlandse waterbouw en biedt ruimte voor het genereren van kennis en innovatie op het gebied van onder meer bouwen met slib, zandige keringen, ecologie en governance.

Een van de doelstellingen van de realisatie van Marker Wadden is het vergaren van kennis en ervaring op het gebied van waterbouw, inrichting en ecologie. Hiervoor is het Kennis en Innovatie programma Marker Wadden (KIMA) door vier partijen opgericht om kennis en innovaties te ontwikkelen en te presenteren. Partijen die de Intentieverklaring KIMA hebben ondertekend (7 maart 2018) zijn Natuurmonumenten, RWS-WVL, Ecoshape en Deltares. Het doel van KIMA is om de maatschappelijke meerwaarde van de Marker Wadden te vergroten en daarmee de toonaangevende positie van Nederland op het gebied van ecologie, waterbouw en watergovernance te behouden en te versterken bij bedrijven, onderzoeksinstituten, overheden en NGO's.

Na oplevering van Marker Wadden zal het KIMA programma in 2022 een Beleidsevaluatie uitvoeren naar het succes van Marker Wadden. Deze beleidsevaluatie zal worden uitgevoerd op basis van een Monitoring en Evaluatieprogramma (MEP) en een Toegepast Onderzoeksprogramma (TOP) Marker Wadden dat onder de vlag van KIMA is opgesteld (2018). Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft hiervoor in 2018 1,5 mln euro ter beschikking gesteld. Het MEP geeft aan welke parameters gemeten moeten worden om in staat te zijn om in 2022 de geformuleerde doelstellingen van beleid en onderzoek te kunnen evalueren. Voor de beleidsdoelen gaan we uit van de doelen van de aanleggende partijen: Rijk, provincies en Natuurmonumenten (zie paragraaf 2.3). De evaluatie zal dus gebaseerd zijn op monitoringsdata van vier jaar (2018 t/m 2021) aangevuld met externe informatie. Monitoren is één manier om vragen te beantwoorden, veldexperimenten en modellen uit het TOP komen hier nog bovenop. Bij het opstellen van het MEP is hier natuurlijk rekening mee gehouden.

In de loop van het programma bleken een aantal onderwerpen niet uitvoerbaar of gewenst. Onderzoek aan de opslibbing en interactie met vegetatie binnen de eilanden is opgeschort omdat de openstelling nog niet gerealiseerd zijn. Het geplande weerstation is niet gebouwd en een aantal meetpalen is niet geplaatst. Ook is de KIMA bijdrage van 450.000 euro aan de NWO call Living Lab Dutch Delta 2019 komen te vervallen. Dit levert financiële ruimte voor aanpassingen in het programma.

Het MEP heeft een optimale synergie met de doelen van het meerjarig onderzoeksprogramma TOP van KIMA. De KIMA onderzoeksresultaten zullen daarom ook bijdragen aan de evaluatie. Voor een goede evaluatie heb je monitoring en onderzoek nodig en zijn monitoring en onderzoek daarmee complementair.

2.1 Doel van dit rapport

Het doel van deze tussentijdse Mid Term Review is om een eerste tussentijds beeld te schetsen van het doelbereik van Marker Wadden en te toetsen of het huidige programma van monitoring en onderzoek door KIMA voldoende zicht biedt op een complete Beleidsevaluatie in 2022. Op basis van deze toets wordt in Hoofdstuk 5 aangegeven hoe het MEP en het TOP zullen worden aangepast om de haalbaarheid alsnog te realiseren. In deze Mid Term Review gaan we in op de volgende vragen:

- Hoe staat het met de kwaliteit en kwantiteit van de data die nodig is voor de evaluatie van de beleidsdoelen?
- Wat is de status van de analyses die nodig zijn om de beleidsdoelen te kunnen evalueren?

- Wat is het voorlopige beeld van het doelbereik van de Marker Wadden?
- Wat zijn de aanbevelingen voor de komende twee jaar?

2.2 Werkwijze tussentijdse Mid Term Review

Deze Mid Term Review is uitgevoerd door Deltares en Rijkswaterstaat, in nauwe samenwerking met de partners van KIMA. Voor de Mid Term zijn de volgende bronnen gebruikt:

- De deskundigen uit het KIMA programma hebben hun kennis over de beschikbare data, indicatoren, referenties, analyses en doelbereik gepresenteerd in een bijeenkomst op 26 november 2019.
- De bestaande KIMA publicaties.
- De jaarverslagen van het TOP en MEP Marker Wadden.
- Tussenrapportage Marker Wadden 2017-2019; Jan v.d. Winden Ecology
- Interviews van de zes thematrekkers en de trekker van het academische onderzoek Natuur in Productie over de status van de kennisontwikkeling rondom de Marker Wadden.
- Bespreking met opdrachtgevers DGWB en Natuurmonumenten.
- Jaarlijkse bijeenkomst voor kennisuitwisseling door alle onderzoekers binnen thema 2 Ecologie van Waarde (7 februari 2020).
- De inhoudelijke onderwerpen van de twee – niet gehonoreerde - NWO Living Lab voorstellen (2019).

Alle namen van betrokkenen zijn terug te vinden in bijlage I. Op basis van de op deze manier verkregen informatie is deze Mid Term Review samengesteld.

2.3 Beleidsdoelen van Marker Wadden

De eerste fase van Marker Wadden wordt uitgevoerd door een samenwerkingsverband van Rijk, provincie Flevoland en Natuurmonumenten. In een aantal documenten zijn de doelstellingen vastgelegd. De drie hoofddoelstellingen zijn:

1. Verbeteren van de ecologische kwaliteiten en recreatieve gebruiksmogelijkheden van het Markermeer en daarmee een stap richting het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem, TBES. (Rijk-Regioprogramma Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM, 2013) en Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden, 2014)
2. Vogelparadijs met een optimale bijdrage aan de N2000-doelstellingen voor het Markermeer en Nederland. (Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden, 2014 en Beheervisie Marker Wadden, 2016)
3. Leren, monitoren van effecten, en innoveren. (Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden, Intentieverklaring KIMA, 2018)

2.3.1 TBES doelen

Voor het Markermeer-IJmeer is het toekomstperspectief een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES): een ecologisch systeem dat vitaal, gevarieerd en robuust is, en dat juridische ruimte biedt om de gewenste (grootschalige) ruimtelijke en recreatieve ontwikkelingen mogelijk te maken. De eerste fase Marker Wadden wordt in het RRAAM als belangrijke stap gezien ter verbetering van de ecologische kwaliteit en recreatieve mogelijkheden en dus het bereiken van het TBES. De vier ecologische condities – vaak pijlers genoemd - om toekomst bestendig te zijn, zijn:

- Zones met helder water langs de Noord-Hollandse kust
- Slibgradiënt; van helder in het westen tot troebel in het oosten

- Overgangszones tussen land en water
- Versterken ecologische relaties tussen binnen- en buitendijkse natuurontwikkeling

De Stuurgroep Markermeer-IJmeer (<http://www.markermeerijmeer.nl>) staat aan de lat voor de realisatie van TBES. De Stuurgroep heeft de beelden die bij het TBES horen verder uitgewerkt in een ontwerpend onderzoek. De voorlopige resultaten zijn gepubliceerd op 9 november 2017 als het Panorama Markermeer-IJmeer. De vier pijlers van het TBES zijn hierdoor duidelijker verbeeld gebruikmakend van de nieuwste inzichten en passend bij de wensen van de omgeving.

De opgave volgens het Panorama is meer gericht op het verbeteren van de habitatdiversiteit en productiviteit van het systeem. Een TBES zal daarom gericht moeten zijn op het ontwikkelen van meer diversiteit. Het Panorama geeft aan dat meer ondiepe oevers, luwte en doorzicht de drie sleutelfactoren zijn om de basis te leggen voor meer diversiteit. Daarnaast is het verhogen van de productiviteit essentieel, dit kan door het verbeteren van de beschikbaarheid van voedingsstoffen in bodem en waterkolom.

Evaluatie vragen die relevant zijn voor de doelen van het TBES zijn:

1. Levert Marker Wadden een bijdrage aan het behalen van de voor het systeem en heel Nederland gestelde ecologische doelen? Zijnde de N2000 en KRW doelen.
2. Levert Marker Wadden een bijdrage aan de productiviteit van het Markermeer-IJmeer?
3. Heeft de aanleg van Marker Wadden geleid tot een gewenste omzetting van slib in een stabiel substraat geschikt voor ontwikkeling van een hogere diversiteit in habitats voor flora en fauna?
4. Heeft de aanleg geleid tot meer diversiteit van het onderwaterlandschap en tot hoever reikt die invloed? bijvoorbeeld een grotere ruimtelijke variatie van het mobiel slib in de waterkolom en veranderingen van de zachte flufflaag op de bodem van het Markermeer?
5. In hoeverre creëert de aanleg van Marker Wadden (juridische) ruimte voor ruimtelijke ontwikkelingen (doelstellingen RRAAM)? En in welke mate beperkt Marker Wadden dit (potentiele) ruimte gebruik (invloed cirkels rondom Marker Wadden)?
6. In hoeverre worden doelen rond medegebruik van Marker Wadden en Markermeer gehaald (recreatie, visserij, scheepvaart)?

Voor het bepalen van de juridische ruimte voor ruimtelijke ontwikkelingen (evaluatievraag 5) speelt de Natuurthermometer een centrale rol (Mouissi, 2015). De Natuurthermometer wordt gevoed door informatie over N2000 en KRW doelen en de TBES condities. Het MEP zal informatie leveren over deze aspecten omdat deze ook nodig zijn om de bovenstaande evaluatievragen te beantwoorden.

2.3.2 Het Vogelparadijs

Marker Wadden wordt een grootschalig moeras met grote diversiteit aan rust- en foerageer plekken voor vogels. Het voornemen is dertien verschillende habitats te creëren voor flora en fauna (Beheervisie Marker Wadden, 2016). Om de gewenste diversiteit te krijgen is verhogen van voedselbeschikbaarheid nodig. Daarnaast is het doel om behoud van de N2000 doelsoorten en het omkeren van de negatieve trend. Mogelijk kan Marker Wadden ook bijdragen aan het herbergen van landelijk relevante N2000 vogel soorten. Voor de monitoring is gekozen is om – m.u.v. de N2000 en KRW doelen - geen andere kwantitatieve doelen te stellen op soort niveau.

De relevante evaluatie vraag voor het creëren van een Vogelparadijs is:

1. Ontwikkelen de Marker Wadden zich tot een productief en duurzaam ecosysteem voor moeras- en watervogels?
2. Wordt Marker Wadden door publiek ervaren als een vogelparadijs?

2.3.3 Leren en innoveren

Het gehele gebied Marker Wadden is een Living Lab, waar onderzoek en experimenten kunnen worden uitgevoerd door overheid, maatschappelijke organisaties, kennisinstututen en bedrijfsleven (Gouden Vierhoek). Een Living Lab nodigt uit om onderzoek te doen, innovaties te ontwikkelen en kennis ten toon te spreiden voor belangstellenden uit binnen- en buitenland. Door Marker Wadden als Living Lab te presenteren is de bedoeling meer kennis te generen en te verspreiden.

De evaluatievragen op basis van de eerste fase Marker Wadden zijn;

1. Wat willen we leren van de aanleg?
2. Hoe moet het geleerde 'doorstromen' naar de wetenschap en praktijk?

Het beantwoorden van deze twee evaluatievragen vindt plaats binnen KIMA. KIMA speelt namelijk een belangrijke rol in kennisontwikkeling en kennisdisseminatie.

2.4 Onderzoeks- en systeemvragen

Naast de beleidsvragen van 2.1 heeft KIMA als doel te leren van de aanleg en zodoende kennis toe te voegen. Het gaat hierbij zowel om de effecten op Marker Wadden zelf, als de effecten van de eilanden op het Markermeer en daarbuiten. Het onderzoeksprogramma van het KIMA bestaat uit drie thema's: Elk thema heeft eigen ambities op het vlak van kennisontwikkeling:

Thema 1: Bouwen met slib en zachte keringen

- Het onderzoek van de aanleg van Marker Wadden heeft tot doel om een beter begrip te ontwikkelen van de omzetting van slib in een stabiel substraat geschikt voor ecologische ontwikkeling, de productie en vastlegging van mobiel slib in de waterkolom en als zachte flufflaag en de werking van de zachte keringen.
- Deze kennistoename dient te resulteren in betere ontwerpregels voor bouwen met slib en een afname van de onzekerheid bij het ontwerp.

Thema 2: Ecosysteem van waarde

- Is de kennis over ontwikkeling van habitats in het ecosysteem vergroot?
- Is de kennis over de relatie tussen ontwerp en een veerkrachtig systeem vergroot?

Thema 3: Adaptieve Governance

- In hoeverre verloopt uitvoering en beheer zoals afgesproken in de contracten, wat leren we hiervan?
- In hoeverre verloopt de samenwerking zodanig dat kennis, en innovatie optimaal doorwerken zodat opschaling mogelijk is? Wat leren we hiervan?

2.4.1 Slibdynamiek Markermeer

De bestaande kennis van de slibdynamiek is vrij goed ontwikkeld waar het gaat om de dynamiek in de waterkolom op een tijdschaal van enkele jaren. De waargenomen grote variatie van de slibconcentratie in ruimte en tijd kan redelijk goed worden verklaard door de sterke wind gedreven stroming en golven. Het bestaande slibmodel is destijds succesvol gevalideerd met hoogfrequente metingen van de slibconcentratie middenin het Markermeer (2007-2008) en met satellietwaarnemingen van het jaar 2006 (van Kessel et al., 2009).

Uit de kennis van de afgelopen jaren (Noordhuis et al., 2014, RWS, 2015) is gebleken dat de kalibratie van het bestaande slibmodel mogelijk niet langer geldig is voor de huidige en toekomstige situatie. Zonder een validatie en mogelijke herkalibratie van het model voor de huidige situatie is de toepassing van het model voor de beoordeling van de effecten van Marker Wadden op het Markermeer (te) onzeker.

De verwachting is dat Marker Wadden leidt tot een afname van de hoeveelheid mobiel slib in het Markermeer. Maar om deze afname goed te kunnen kwantificeren moeten ook de andere factoren beter bekend zijn, anders wordt het effect van Marker Wadden mogelijk over- of onderschat. Zonder slibmodel zou de monitoringinspanning vele malen groter moeten zijn om de evaluatievragen te kunnen beantwoorden.

Gebruik van het huidige slibmodel betekent dat dezelfde winddynamiek nu, 10 of 20 jaar geleden resulteert in dezelfde slibconcentratie en troebelheid. Er zijn echter sterke aanwijzingen dat zowel de hoeveelheid mobiel slib als de eigenschappen ervan anders zijn dan in het verleden.

De kennis over de sedimentatie van slib in geulen en putten in het Markermeer is beperkt. Hierdoor zijn ook de modeluitkomsten m.b.t. sedimentatiesnelheid onzeker en zijn metingen nodig voor begripsvorming en modelvalidatie.

De evaluatievragen zijn:

1. Hoe gaat de invang van slib in geulen en putten?
2. Wat is de invloed van Marker Wadden op de slibdynamiek van het Markermeer?
3. Kunnen we met de monitoringsgegevens het huidige slibmodel kalibreren?

De informatiebehoefte voor dit onderdeel kan als volgt op hoofdlijnen worden samengevat:

- Hydrodynamica: waterstand, stroomsnelheid en –richting, golfhoogte
- Slibdynamica: slibconcentratie in waterkolom, lichtklimaat, sedimentatie en bodemsamenstelling (o.a. dikte flufflaag)
- Slibsedimentatie in geulen en putten: sedimentatiesnelheid als functie van hydrodynamica en slibconcentratie, dichtheid van afzetting
- Slibeigenschappen: o.a. valsnelheid, korrelgrootteverdeling, organisch gehalte

Deze meetgegevens zijn niet alleen nodig om het systeem te karakteriseren, maar ook als informatiebron voor de kalibratie en validatie van satellietwaarnemingen van de slibconcentratie en het lichtklimaat en van het hydrodynamische en slibmodel.

2.4.2 Bouwen met slib en zachte keringen Marker Wadden

Voor bouwen met slib is de hoofdvraag hoe het proces verloopt van de consolidatie en rijping van slib tot een stabiel substraat met voldoende draagkracht voor een aantal van de gewenste habitats. Het gaat dan om de volgende habitats VIII, XI, X, XII, XIII en VIII (zie tabel 3.3 van de Beheervisie Marker Wadden, 2016). In het begin is zwaartekracht dominant (consolidatie) en later, als de sliblaag boven water uitkomt, verdamping (rijping). Hierop hebben ook vegetatieontwikkeling en chemische processen invloed. Deze kennis is nodig om goede ontwerpregels te kunnen opstellen.

Voor de zachte keringen is de hoofdvraag hoe de dwars- en langsprofielen zich na aanleg ontwikkelen onder invloed van de lokale hydrodynamische belasting (stroming en golven). Naarmate het aanlegprofiel sterker afwijkt van het evenwichtsprofiel, is een sterkere morfologische ontwikkeling te verwachten. Met name bij vrije randen (d.w.z. niet ingesloten door een harde kering) is het evenwichtsprofiel als functie van de hydrodynamische belasting, oriëntatie en sedimentsamenstelling nog onzeker en daarmee ook het optimale ontwerp.

De evaluatievragen zijn:

1. Hoe kunnen we met voldoende zekerheid en kosteneffectiviteit een stabiel substraat creëren met slib?
2. Hoe werken de zachte keringen onder invloed van stroming en golven in het meer?

2.4.3 Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen

Uit de systeemkennis die in de loop der jaren is opgedaan (Noordhuis et al., 2014, RWS, 2015) blijkt dat ruimtelijke diversiteit en gradiënten, dynamiek, waterbodembodem interactie en vooral de interactie tussen slib en biota (bodemfauna en algen) van groot belang zijn voor het functioneren van het Markermeer. Het succes van de inrichtingsprojecten als Marker Wadden en Houtribdijk hangt af van hun rol in het optimaliseren van deze aspecten binnen het Markermeer.

De circulatie van voedingsstoffen in het open water is verzwakt, en de voedselketens van de oevergebonden habitats (via waterplanten en moeras) zijn momenteel nauwelijks in beeld. Hetzelfde geldt voor gradiënten en ruimtelijke patronen in waterkwaliteit. Om het succes van Marker Wadden ten aanzien van een duurzaam, productief en flexibel ecosysteem te kunnen evalueren wordt daarom geadviseerd aanvullende aandacht te besteden aan: water- en bodemkwaliteit in de omgeving van de Marker Wadden en de ruimtelijke ontwikkeling van habitats.

Naast trends in waterkwaliteit en ecologie moet het MEP ook die aspecten van dynamiek en processen in beeld brengen die informatie geven over de sturingsmogelijkheden van het systeem. Van belang zijn daarbij:

- De rol van de interactie tussen slib en biota, vooral in de vorm van bioturbatie door bodemfauna en vlokvorming van algen met zwevend slib. Daartoe is informatie over de soortensamenstelling van enerzijds bodemfauna, anderzijds fytoplankton van belang.
- De structuur en het functioneren van het voedselweb onder invloed van factoren als licht en sedimentatie in relatie tot vlokvorming en de voedingswaarde van de primaire producenten. Dit vraagt monitoring van primaire productie en van de conditie van secundaire producenten zoals mosselen en watervlooien (herinvoering van zoöplankton monitoring) als basis voor het onderzoek naar productie en draagkracht voor bodemfauna, vissen en vogels.
- Concentraties van voedingsstoffen en elementen zoals ijzer en zwavel in het sediment met het oog op circulatie van voedingsstoffen (nalevering), beschikbaarheid voor planten en de mogelijkheden voor de vorming van voedselrijke moerassen. Daartoe is informatie over de bodemchemie en de ontwikkeling van de moerasvegetatie van belang.

Evaluatievragen voor het ecologische onderzoek zijn gericht op de ruimtelijke ontwikkeling, de processen en de beoogde ecologische doelen. Het zijn:

1. Kan een natuurlijk voedselrijk moeras zich ontwikkelen en duurzaam in stand houden? Het gaat hierbij om het ontstaan van gradiënten in bodemsamenstelling en productiviteit, groei van water- en moerasplanten, de samenstelling en dichtheid van macrofauna en vis. Wat is de invloed van de inrichting hierbij?
2. Wat is de rol van de bodemfauna voor het verhogen van de productiviteit? Ontwikkelingen in ruimtelijke patronen in water- bodem interactie (circulatie van voedingsstoffen vanuit de bodem) in relatie tot samenstelling en kwaliteit (voedingswaarde) van de bodemfauna, inrichting (strijklengte, diepte en voedselbeschikbaarheid vanuit Marker Wadden) en de watervegetatie.
3. Hoe ontwikkelt Marker wadden zich t.o.v. van bestaande luwe gebieden in het MM? Rol plankton in voedselweb Ontwikkelingen in ruimtelijke patronen in slib (zwevend stof), helderheid en plankton (chlorofyl, primaire productie en soortsamenstelling fyto- en zoöplankton) en hun onderlinge processen (vlokvorming, sedimentatie/resuspensie evenwicht en effect op secundaire producenten) in relatie tot inrichting (luwte, strijklengte).

2.4.4 Governance

In tegenstelling tot de KRW en N2000 doelen zijn er voor governance geen kwantitatieve 'beleidsdoelen' benoemd. Om de 'governance' doelen van Marker Wadden toch zo goed mogelijk in beeld te krijgen en te operationaliseren hebben we gekeken naar de formele doelen die zijn vastgelegd in de afspraken en contracten rond Marker Wadden. Daarnaast is ook gekeken tijdens een werksessie met verschillende actoren (27 september) naar doelen die niet zijn opgenomen maar wel expliciete of impliciete onderleggers zijn van governance ten aanzien van beleid, onderzoek en beheer van Marker Wadden.

De volgende overeenkomsten en formele (beleids)documenten zijn bekeken:

- Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden (2014).
- Erfpachtovereenkomst tussen het ministerie van BZK (Rijksvastgoedbedrijf) en Natuurmonumenten;
- Kaderovereenkomst tussen de Staat der Nederlanden, Natuurmonumenten, provincie Flevoland en stichting Groenfonds;
- Uitvoeringsovereenkomst tussen Natuurmonumenten en ministerie van I&M/Rijkswaterstaat;
- Milieu Effect Rapport 'Eerste Fase Marker Wadden' (2014);
- RRAAM: Rijksstructuurvisie Amsterdam, Almere, Markermeer;
- Kennis en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA) programma als deel van het kernteam Deltatechnologie van Topsector Water en het Nationaal Kennis en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK).

Evaluatievragen rond het thema governance zijn gericht op interactie met betrokken partijen. Het zijn:

- 1 Hoe worden de continuïteit in relatie tot beleidsdoelen, uitvoering, beheer geborgd?
- 2 Is het aanleg- en onderzoeksprogramma rond Marker Wadden adaptief en hoe blijft dit?
- 3 Verbetert onze kennispositie dankzij de aanleg Marker Wadden en welke aspecten zijn daarbij belangrijk?
- 4 Hoe heeft de samenwerking in het 'gouden vierkant' (overheid, bedrijfsleven, maatschappelijke organisatie en kennis instellingen) gewerkt?

2.4.5 Gebruik

Bij gebruik gaat om zowel fysieke aspecten van gebruik van Marker Wadden en het Markermeer als om perceptie, zijnde de beleving van landschap en natuur door gebruikers. Bij het opstellen van de gebruiksdoelstellingen en de informatiebehoefte is gedacht vanuit ruimtelijke kwaliteit. Er is daarom een onderscheid gemaakt naar economisch, maatschappelijk en landschappelijk belang.

Economisch belang

- Stedelijk en bereikbaarheidsambities (RRAAM)
- Beroepsvisserij
- Duurzame energievoorziening (Energieverkenning IJsselmeergebied, 2017)
- Recreatie, o.a. watersport, natuurrecreatie en sportvisserij
- Mobiliteit, (beroeps) scheepvaart door het Markermeer
 - Innovaties

Maatschappelijk belang

- Toegankelijkheid. Denk hierbij aan: wandelruimte, ontmoetingsplaats, rust etc.
- Educatie: inzet van Marker Wadden als educatief project

Landschappelijk belang

- Openheid en schaal van het landschap. Openheid is een kernkwaliteit van de Nederlandse grote wateren.
- Archeologie. Markermeer is een archeologisch aandachtsgebied.

De informatie behoefte is grotendeels gedekt door bestaande trajecten. Het gaat dan om scheepsbewegingen (RWS) en verschillende belevingsonderzoeken (Natuurmonumenten, provincies Flevoland en Noord Holland). Dezelfde informatiebehoefte rond gebruik komt ook terug onder het TBES doel (paragraaf 2.1.1).

2.5 Leeswijzer

De beleids- en onderzoeksvragen (paragrafen 2.3 en 2.4) zijn overgenomen uit het rapport “Uitvoeringsprogramma MEP Marker Wadden” (De Rijk et al., 2018). In hoofdstuk 2.5 (Evaluatie beleidsdoelen) en 4 (Evaluatie Onderzoeks- en systeemvragen) worden per beleidsdoel in tabelvorm de volgende gegevens gepresenteerd:

- De vraag uit het MEP;
- De in het MEP gekozen indicator;
- Status van data;
- Tussentijdse uitkomst evaluatie;
- Aanbevelingen.

De legenda van de tabellen is als volgt:

Kleur	Betekenis
Groen	Conform verwachting
Oranje	Matig
Rood	Onvoldoende
Wit	Niet te beoordelen/ onbekend

Hoofdstuk 5 geeft voorgestelde aanpassingen van het programma op basis van de aanbevelingen van de voorgaande twee hoofdstukken.

3 Evaluatie beleidsdoelen

3.1 TBES doelen

TBES-1:

Levert Marker Wadden een bijdrage aan het behalen van de voor het systeem en heel Nederland gestelde ecologische doelen? Zijnde de N2000 en KRW doelen.

Indicator	KRW: fytoplankton, vissen, macrofauna, waterplanten. N2000: aantal vogels, landelijke relevante vogels
Status data	KRW: er is geen officieel nieuw KRW meetpunt bij Marker Wadden opgenomen. Fytoplankton wordt bij de MWTL meetpaal gemeten, vis wordt gemonitord, waterplanten door MWTL in 2021. Macrofauna wel bemonsterd deels geanalyseerd. Frequentie voldoende. N2000: MWTL vogeltellingen uitgebreid boven Marker Wadden. Op Marker Wadden zelf worden vogels gemonitord; visdieven en kluten en broedvogels
Uitkomst evaluatie	Op dit moment kunnen we nog geen uitspraak doen over de N2000 en KRW doelen, in 2022 zal dat wel mogelijk zijn gezien de gegevens die worden verzameld. KIMA data zal ook deels kunnen bijdragen aan de Natuurthermometer (zie bijlage II)
Aanbevelingen	Er zijn monsters verzameld t.b.v. macrofauna analyse, er moet nog een prioritering van de te analyseren monsters gemaakt worden.

TBES-2:

Levert Marker Wadden een bijdrage aan de productiviteit van het Markermeer-IJmeer?

Indicator	Beschikbare voedingsstoffen in bodem en water; bodemleven Markermeer en Marker Wadden
Status data	Er wordt voldoende data verzameld; zie paragraaf 4.3

Uitkomst evaluatie	<p>De productiviteit op Marker Wadden zelf is hoog, dit was ook de verwachting omdat voedselrijke bodem (Holoceen slib) omhoog wordt gebracht. Het riet groeit snel op de eilanden. De nutriënten impuls vanuit de bodem zal weer afnemen. Hoe snel dat gaat is nog een vraag. Verdere ontwikkeling van de productiviteit op Marker Wadden is afhankelijk van de inrichting en ontwikkeling van waterplanten.</p> <p>De eerste resultaten lijken voorzichtig te wijzen op een verhoogde productiviteit van het systeem in een groot gebied “benedenstrooms” van Marker Wadden, gekoppeld aan de werkzaamheden. Dit gebied ligt buiten het belangrijkste mosselgebied, maar is in 2019 door mosselen ge(her)koloniseerd door mosselen (BuWa rapportage, 2020). Daarbij lijkt ook de groei van zwavelbacteriën zodanig te worden gestimuleerd dat ze een belangrijk deel van de primaire productie voor hun rekening nemen. Op dit moment lijkt de productie nog niet gekoppeld aan de hogere niveau’s (vis) binnen het voedsel web omdat ze niet aangetroffen worden in vissenmagen (rapport WiBo). De zwavel bacteriën reduceren wel de opwerveling van sediment door de wind, zodat ze de helderheid (in theorie) gemiddeld enigszins doen toenemen. De rol van deze bacteriën in het voedsel web en effecten op slibdynamiek, die vooralsnog beide zeer relevant lijken te kunnen zijn, wordt verder onderzocht binnen het programma Levend Markermeer en het KIMA Helder troebelplan. Zie voor meer informatie paragraaf 4.3</p>
Aanbevelingen	Versterken Helder troebelplan: rol van zwavel bacteriën in voedsel web en interactie met slib. Remote sensing combineren met slibmodel. Meten van bodemchemie op de eilanden (fosfaat gehalte) ten behoeve van ontwikkeling nutriënten beschikbaarheid. Rol van macrofauna beter in beeld.

TBES-3:

Heeft de aanleg van Marker Wadden geleid tot een gewenste omzetting van slib in een stabiel substraat geschikt voor ontwikkeling van een hogere diversiteit in habitats voor flora en fauna?

Indicator	Arealen moeras habitats
Status data	Observaties in het veld; drone opnames en remote sensing beelden
Uitkomst evaluatie	Opgebracht slib (Holoceen materiaal) is al binnen een week begaanbaar voor ganzen. Hoewel ganzenvraat nog steeds een issue is, zie je dat vegetatie volop in ontwikkeling is en de bedekking toeneemt. Je ziet competitie patronen tussen soorten zoals eerder in Nederland geobserveerd (proefschrift Gerard ter Heerdt). Omdat ontwikkeling wordt beïnvloed door aanleg (peil manipulatie en extra vulslagen) is de natuurlijke vegetatie successie nog moeilijk vast te stellen. Met variatie in vegetatie wordt de diversiteit aan vogels gestimuleerd. Nog geen uitspraken te maken over de diversiteit per habitat.
Aanbevelingen	Er is een tool ontwikkeld om nu systematisch en herleidbaar vegetatie kartering uit te voeren m.b.v. remote sensing beelden. Een waardevolle methode om vegetatie te blijven volgen met nieuwe beelden. Er dient wel een combinatie gemaakt te worden met de beheer activiteiten zoals het vullen van compartimenten.

TBES-4:

Heeft de aanleg geleid tot meer diversiteit van het onderwaterlandschap en tot hoever reikt die invloed? bijvoorbeeld een grotere ruimtelijke variatie van het mobiel slib in de waterkolom en veranderingen van de zachte flufflaag op de bodem van het Markermeer?

Indicator	Ruimtelijke verdeling van mobiel slib in het water en op de bodem van Markermeer
Status data	Er zijn remote sensing beelden geanalyseerd. Slibconcentratie metingen: MWTL meetpaal (Marker Wadden en Markermeer Midden) en meetframe geplaatst op de bodem bij slibgeul. Ook is de ontwikkeling van de hoogte en samenstelling van de MM-bodem rondom Marker Wadden vastgesteld d.m.v. peilingen en bodembemonstering.

Uitkomst evaluatie	In de luwe delen achter Marker Wadden wordt het zeker helder en hier zijn ook hoge concentraties van Daphnia's (wijzend op hogere productiviteit) waargenomen. Hier wordt ook accumulatie van slib op de bodem waargenomen. Er hebben zich echter nog geen velden met waterplanten ontwikkeld. De verwachting is dat er zich hier nieuwe habitats gaan ontwikkelen geschikt voor waterplanten en macrofauna. De remote sensing beelden en analyse laten nu vooral effecten van aanleg zien.
Aanbevelingen	Meetcampagnes van 2020 en 2021 worden belangrijk omdat hier nu effecten van de aanleg veel minder zullen zijn. De ruimtelijke variatie in het onderwaterlandschap en het slib wordt ook beïnvloed door andere inrichtingsprojecten (gepland of in uitvoering). Denk aan Trintelzand, versterking Houtribdijk, Oostvaarderoevers of Markermeer dijken. De combinatie van effecten van verschillende ingrepen op het systeem wordt nu niet bekeken maar is van belang om een uitspraak te kunnen doen over het doelbereik op systeem niveau.

3.2 Vogelparadijs

Vogelparadijs-1:

Ontwikkelen de Marker Wadden zich tot een productief en duurzaam ecosysteem voor moeras- en watervogels?

Indicator	Arealen moerashabitats; biomassa macrofauna, vis en waterplanten op Marker Wadden, biodiversiteit vogels en broedsucces
Status data	Op Marker Wadden zelf worden vogels door professionals en vrijwilligers gemonitord. Marker Wadden is ook onderdeel van het biologische meetnet MWTL en er wordt maandelijks vogeltellingen uitgevoerd. Er zijn camera vallen geplaatst om o.a. vast te leggen welk voedsel visdieven hun jongen voeren. Camerabeelden zijn verzameld in 2018 en 2019 en dit wordt in 2020 gecontinueerd. In 2020 worden de beelden geanalyseerd.
Uitkomst evaluatie	<p>Marker Wadden is momenteel het belangrijkste voor landelijk bedreigde pioniersoorten. De aantallen visdieven, dwergsterns, plevieren en kluten zijn regionaal en nationaal van belang. Marker Wadden wordt een steeds interessanter gebied voor moerasvogels zoals diverse eenden soorten, grauwe ganzen, meerkoeten en kleine karekieten. Het nieuwe gebied is ook geschikt is voor vogelsoorten die nog niet eerder in Nederland broedden of landelijk als broedvogel erg zeldzaam zijn. Denk aan het geslaagde broedgeval van een ijseend. Ook de nestvondst van een zuidelijke bonte strandloper is bijzonder. In 2019 werden 36 vogelsoorten aangetroffen die zeker of waarschijnlijk gebroed hebben. De MWTL tellingen en cameravallen zijn nog niet uitgewerkt.</p> <p>Vegetatie bedekking neemt toe. Het lijkt er op dat riet zich uitbreidt en er minder graas door ganzen is. Het kunstmatig peil is nog steeds wel belangrijk om wilgen te weren. Rietvelden bieden al wel een habitat voor vogels (bv baardmannetje).</p> <p>De kennis over de opbouw van het voedsel web groeit. Macrofauna en waterplanten zijn slechts schaars aanwezig. De rol van macrofauna en waterplanten binnen het voedsel web is nog niet in beeld.</p> <p>In paragraaf 4.3 komt de ontwikkeling van biomassa macrofauna, vis en waterplanten uitgebreider aan de orde</p>
Aanbevelingen	Rol van macrofauna is nog onderbelicht en er is nog behoefte aan een kartering van de ontwikkeling van waterplanten (naast de MWTL driejaarlijkse opnames)

Vogelparadijs-2:

Wordt Marker Wadden door publiek ervaren als een vogelparadijs?

Indicator	Beleving
Status data	Hoe bezoekers hun tocht en verblijf naar Marker Wadden ervaren wordt gepeild middels enquêtes van Natuurmonumenten. Er is nog geen uitwerking van de enquêtes.
Uitkomst evaluatie	De indruk op basis van gesprekken met bezoekers is dat het landschap en de ervaring van op het eiland zijn enorm gewaardeerd wordt.

Aanbevelingen	Voorstel om de uitwerking van deze vraag te combineren met de vraag uit paragraaf 4.4 'Gebruik-1 Wat is het gebruik en perceptie van bezoekers'.
---------------	--

3.3 Leren en innoveren

Leren en Innoveren-1:

Kennisontwikkeling: Wat willen we leren van de aanleg?

Indicator	Aantal publicaties binnen KIMA thema's; het succes van het concept van Living Lab en aantal verrassingen
Status data	Door de communicatie rond KIMA planmatig te organiseren en een communicatiemanager aan te stellen, is er een goed overzicht van de publicaties binnen KIMA.
Uitkomst evaluatie	<ul style="list-style-type: none"> • Er zijn nog geen peer-reviewed papers. Wel diverse in Nederlandse vakbladen, (H2O, Visionair, Cobouw) deze artikelen worden veel gelezen gezien de reactie op LinkedIn. • Binnen het Living Lab zijn nu zijn 6 activiteiten afgerond of gaande. Deze projecten leveren informatie aan tbv kustveiligheid (duin ontwikkelingen versterking Houtribdijk) of testen innovatieve meetmethodes uit (algen-drone). Van elke activiteit binnen het Living Lab is een factsheet gemaakt en deze is via de KIMA website in te zien. • Een groot aantal verrassingen. Enkele voorbeelden: de grote aanwezigheid van zwavel bacteriën binnen invloedssfeer van Marker Wadden, gebrek aan dun slib in geulen, vullen van de compartimenten met Holoceen slib i.p.v. het geplande dunne slib, niet doorgaan NWO proposals etc.
Aanbevelingen	Alle publicaties die door KIMA onderzoekers gedaan worden dienen gemeld te worden bij de communicatiemanager die zal zorgen voor verspreiding. Auteurs moeten zorgen dat KIMA genoemd wordt, een link naar de website is dan minimaal vereist. Dit kan het best in het komende afsprakenkader voor het datamanagement worden opgenomen

Leren en innoveren-2

Kennisdisseminatie: Hoe moet het geleerde 'doorstromen' naar de wetenschap en praktijk?

Indicator	Participatie in KIMA workshops of bijeenkomsten door adviesbureaus en aannemers; aantal gezamenlijke publicaties; adviezen gegeven op basis van ervaringen met bouwen met slib en zand / projecten of mensen geïnspireerd door Marker Wadden
Status data	Dit wordt door KIMA bijgehouden
Uitkomst evaluatie	<p>Voorbeelden van disseminatie activiteiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • KIMA website en LinkedIn pagina; • Vanaf 2018 is er een jaarlijks KIMA congres georganiseerd, wordt bezocht door ongeveer 90 deelnemers; • Per thema of gecombineerde thema's worden expert workshops gegeven. Vaak met input van expert buiten de vaste KIMA partners ; • Jaarlijkse wordt het MEP en TOP geëvalueerd door alle KIMA onderzoekers; • Door KIMA worden vrijwilligers, zzp-ers, MKB en adviesbureaus ingezet, meestal door het uitvoeren van monitor activiteiten of voor analyses (zie bijlage III); • Het wetenschappelijk onderzoek binnen KIMA bestaat uit het Natuur in Productie programma, met drie PhD's en een postdoc (RUG, RUN en NIOO); • Zeven studenten van Hogescholen (HAN, AERES, HZ) of universiteiten (UvA, EUR, CML) hebben sinds 2017 een stage binnen KIMA uitgevoerd en zo een stuk van het onderzoek uitgevoerd (bijlage IV); • Lectorschap te ontwikkelen met AERES, deze zal ook onderzoek en onderwijs starten rond Marker Wadden in relatie tot Park Nieuwland; • UvA heeft een excursie opgenomen naar Marker Wadden in Masters' colleges, en • Ecoshape stelt een strategie op voor kennisdisseminatie vanaf 2020.
Aanbevelingen	Ecoshape speelt een belangrijke rol in de kennisdisseminatie, zowel nationaal als internationaal. Het huidige Ecoshape loopt echter af in 2020. Hier moet een alternatief plan voor gemaakt worden. Deze aanbeveling moet worden gecombineerd met de onderzoeksvraag 'governance en gebruik-4'.

4 Evaluatie onderzoeksvragen

4.1 Slibdynamiek Markermeer

Slibdynamiek Markermeer-1

Hoe gaat de invang van slib in geulen en putten?

Indicator	Slibconcentratie en bodemsamenstelling
Status data	Rond Marker Wadden zijn in 2015 op 30 locaties bodemmonsters genomen op 25 locaties in 2019. Deze meetcampagne staat bekend onder 'scheepmetingen'. Van de bodemmonsters wordt naast de fysische samenstelling (o.a. bulkdichtheid, percentage zand en slib,) ook de chemische samenstelling van de bodemmonsters bepaald (o.a. organisch materiaal, nutriënten). De MWTL meetpaal is bij Marker Wadden geplaatst en is operationeel vanaf mei 2019. Meetframe geplaatst rond de slibgeul.
Uitkomst evaluatie	<p>De eerste analyse van de metingen geven al een beeld: in de slibgeul heeft zich grofweg 20 cm slib verzameld; in de luwte van de Marker Wadden 5 tot 10 cm en in de zandwininput nog meer. Kwaliteitscontrole van de data wordt in 2020 gedaan.</p> <p>In de luwe delen achter Marker Wadden wordt het zeker helder en hier zijn ook hoge concentraties van Daphnia's (wijzend op hogere productiviteit) waargenomen. Er hebben zich echter nog geen waterplanten velden ontwikkeld. De verwachting is dat er zich hier nieuwe habitats met waterplanten gaan ontwikkelen.</p>
Aanbevelingen	Doorzetten van de scheepsmetingen volgens het protocol zodat er een tijdreeks ontstaat. Helder troebel plan (integratie van thema 1 en 2) wordt relevant voor het beantwoorden van deze vraag.

Slibdynamiek Markermeer-2

Wat is de invloed van Marker Wadden op de slibdynamiek van het Markermeer?

Indicator	Slibconcentratie en bodemsamenstelling
Status data	Idem vraag Slibdynamiek Markermeer-1. Voor ruimtelijke patronen zijn de remote sensing (Sentinel-2) beelden tussen juli 2015 en november 2017 beschikbaar gemaakt en aangevuld met modelberekeningen.
Uitkomst evaluatie	De remote sensing beelden van de waterkwaliteit van het Markermeer geven, in combinatie met het slibmodel en de wind, een goed beeld van de dynamiek van het zwevend stof in het systeem. Er is een video gemaakt waarin remote sensing beelden naast het slibmodel zijn gelegd en er tevens een windroos is geplot. De video laat in de tijd zien hoe de beelden het zwevend stof heeft waargenomen en het model vult de tussenliggende periodes in (per uur). De video is te vinden op (PM). Wat we nu zien zijn vooral de effecten (pluimen) tijdens de aanleg van Marker Wadden. Op dit moment kunnen we nog niet zeggen wat de lange termijn effecten zijn. In 2022 kunnen we met nieuwe beelden hier wel een uitspraak over doen Wel is duidelijk dat modelberekeningen essentieel blijven om de gaten te vullen.
Aanbevelingen	Doorzetten van remote sensing omdat dit de enige manier is om een ruimtelijk beeld te verkrijgen. Versterken Helder troebelplan. De ruimtelijke en temporele variatie in de slibdynamiek wordt ook beïnvloed door andere inrichtingsprojecten (gepland of in uitvoering). Denk aan Trintelzand, versterking Houtribdijk, Oostvaarderoevers of Markermeer dijken. De combinatie van effecten van verschillende ingrepen op het systeem wordt nu niet bekeken maar is van belang om een uitspraak te kunnen doen over het doelbereik op systeem niveau.

Slibdynamiek Markermeer-3

Kunnen we met de monitoringsgegevens het huidige slibmodel kalibreren?

Indicator	Waterstanden, golfhoogte en slibconcentratie
Status data	Idem vraag Slibdynamiek Markermeer-2
Uitkomst evaluatie	Kalibratie is in gang gezet, maar binnen thema 1 is zeer beperkt budget voor verbetering van het slibmodel. Een verbeterd slibmodel is van belang voor de vragen uit thema 1 en 2. Het is

	duidelijk dat een verbeterd slibmodel ook buiten KIMA gebruikt kan worden voor overheid als beheerder en voor markt als gebruiker t.b.v. effectbeoordeling ingrepen als zandwinning, oeverversterking e.d Binnen KIMA Thema 1 is zeer beperkt budget beschikbaar voor modellering, maar dit is ook belangrijk voor Thema 2 en MEP/Remote Sensing en buiten KIMA ook Markermeer-breed (.).
Aanbevelingen	Een additionele inspanning rond de kalibratie is noodzakelijk. Het gaat om integratie van het slibmodel met biota. Deze integratie is noodzakelijk om goede voorspellingen te doen over effecten van maatregelen op de slibhuishouding. Deze inspanningen moeten worden opgenomen in het Helder troebelplan en zijn belangrijk voor de vragen van thema 1 en 2.

4.2 Bouwen met slib en zachte keringen Marker Wadden

Bouwen met slib en zachte kering-1

Hoe kunnen we met voldoende zekerheid en kosteneffectiviteit een stabiel substraat creëren met slib?

Indicator	Ontwikkeling bodemhoogte, dichtheid en sterkte
Status data	Vorming van een stabiel substraat wordt momenteel getest in de drie slibcompartimenten. De compartimenten zijn gevuld in zomer van 2019, later dan gepland. Er wordt echter geen dun slib getest maar Holoceen slib, dit is iets dikker. De eerste meetcampagne is in november 2019 succesvol afgesloten. De analyse van de monitoringsdata is nog niet uitgevoerd.
Uitkomst evaluatie	De observaties bij het slibcompartiment laten zien dat substraat met Holoceen slib met voldoende draagkracht (begaanbaar voor ganzen) al op korte termijn (weken) behaald kan worden, afhankelijk van begindichtheid, peilbeheer en weer. Wel ondergaat het slib in de beginfase een sterke zetting. De eerste meetreeks is nog niet uitgewerkt. Om iets te zeggen over de toekomstbestendigheid (m.n. behoud van hoogte) is een langere tijdsreeks van 3 a 4 jaar nodig. Als we een uitspraak willen doen over toekomstbestendigheid van het substraat dienen we ook zonder interventie zoals vulslagen kunnen meten. Het is dus onzeker of we in 2022 deze vraag betrouwbaar genoeg kunnen beantwoorden.
Aanbevelingen	Er moeten nog afspraken gemaakt worden over beheer in de compartimenten (denk aan peil en aanwezigheid vegetatie) tussen beheerder en KIMA onderzoekers. Aanvullend budget nodig voor analyse monitoringsdata om tot een gevalideerd model te komen voor rijping en bodemvorming. Reeds geplande monitoring in slibcompartimenten aanvullen met meten van chemische en biologische processen bij rijping. Mogelijk aanvullend experiment: het volgen van riet ontwikkeling bij vulslagen op de eilanden. Zo krijgen we meer vat wat er mogelijk is met vullen in relatie tot het overleven van het riet.

Bouwen met slib en zachte kering-2

Hoe werken de zachte keringen onder invloed van stroming en golven in het meer?

Indicator	Waterstanden en golfhoogte
Status data	In combinatie met LakeSide (TUD project) wordt data verzameld. Deels onder de vlag van het Living Lab, deels met KIMA budget. Focus op de vorm van dwarsprofielen (vier meetvakken) en effecten van verlagen drempel in de zandige randen. Nog geen verwerking van de data waardoor er geen tussen evaluatie te geven is. 2020 is het laatste meetjaar
Uitkomst evaluatie	Er wordt voldoende data verzameld om de vraag over het dwarstransport in 2022 te beantwoorden.
Aanbevelingen	Er wordt nog niet gekeken naar effecten vegetatie, naar gedrag zandige koppen en effecten van langstransport. De vraag hoeveel zand je verliest na aanleg blijft dan ook onbeantwoord. Het aanlegconsortium en de beheerder hebben aangegeven juist dit onderdeel belangrijk te vinden.

4.3 Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen

Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen-1

Kan een natuurlijk voedselrijk moeras zich ontwikkelen en duurzaam in stand houden? Het gaat hierbij om het ontstaan van gradiënten in bodemsamenstelling en productiviteit, groei van water- en moerasplanten, de samenstelling en dichtheid van macrofauna en vis. Wat is de invloed van de inrichting hierbij?

Indicator	Op Marker Wadden: macrofauna, vis (aanwezigheid jonge vis), waterplanten en moerasplanten (arealen) Bodemchemie Marker Wadden: beschikbare voedingsstoffen in de bodem (ijzer en zwavel) Aanwezigheid van grote insecten
Status data	<ul style="list-style-type: none"> • Bodemchemie op de eilanden zelf is gedaan door NiP, in 2018 en 2019, gebonden aan de vegetatie exclusures (nutriënten en metalen). • Macrofauna: bemonsterd op en rond MW, nog niet alles gedetermineerd • Vis: mei en september 2018 en 2019 door Sportvisserij Nederland gemonitord vanuit een boot - vooral de buitenzijde van de eilanden en de haven. WMR monitoring (vis en larven) in zomer 2019 van punten tussen de eilanden waar je met een kano kan komen. Ook diepe put bemonsterd. Er zijn geen extra locaties aan bestaande MWTL vismonitoring toegevoegd. • Waterplanten: in het MWTL meetnet is Marker Wadden als locatie toegevoegd, elke drie jaar wordt een kartering uitgevoerd. In 2019 is de eerste opname gedaan. Daarnaast hebben we observaties door veldwerkers en hebben duikers tijdens de 1000 soorten dag waterplanten verzameld in de slib compartimenten (anekdotisch) • Moerasvegetatie: opnames met drones en remote sensing proof of concept ontwikkeld. • Insecten: door NiP en vrijwilligers van EIS worden vanaf 2017 regelmatig malaisevallen, potvallen en uitsluitvallen verzameld. Verdere monitoring is anekdotisch: In zomer 2018 heeft EIS een dag excursie georganiseerd en soorten (ook grotere insecten als libelles en kevers) gedetermineerd en gedocumenteerd. Waarschijnlijk wordt deze excursie in 2020 herhaald. Tijdens de 1000 soorten dag zijn ook insecten gemonitord.
Uitkomst evaluatie	<p>Hoewel de ruimtelijk interpretatie van de gegevens nog gedaan moet worden, kunnen we wel al enkele indicatieve resultaten benoemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De invloed van inrichting is groot: op dit moment wordt het peil op de eilanden nog geheel gestuurd om groei van wilgen tegen te gaan. Het is nog een vraagteken wat er gaat gebeuren bij openstellen, d.w.z. het gelijk stellen van het peil tussen de eilanden met dat van het Markermeer. De verwachting van experts is dat wilgen vrij snel zullen opkomen. Bij openstellen dienen extra meetpunten aangelegd te worden om uitwisseling te volgen. KIMA onderzoekers zie naast peilsturing nog twee risico's voor het instandhouden van een rietmoeras: consolidatie en ganzenvraat. • De productiviteit (groei vegetatie, primaire productie) op Marker Wadden zelf is momenteel hoog, dit was ook de verwachting omdat voedselrijke bodem (Holoceen slib) omhoog wordt gebracht. Verdere ontwikkeling van de productiviteit op Marker Wadden is afhankelijk van de inrichting en ontwikkeling van waterplanten. De vraag of productiviteit lokaal blijft of dat er uitwisseling met het meer mogelijk wordt is nog niet te beantwoorden. • Waterplanten: de MWTL monitoring 2019 heeft een soortenlijst opgeleverd. Observaties door veldwerkers: waterplanten al redelijk aanwezig in havenkom en slibcompartimenten (voordat ze gevuld werden). • Macrofauna: De systematisch genomen monsters op de eilanden zijn nog niet geheel uitgewerkt. Veldwerkers zien geen hoge dichtheden, maar merken wel hier en daar (in plukken) aanwezigheid van voornamelijk slakken, vooral in de buurt van waterplanten. • Vis: er zijn meer dan 20 soorten gezien rond de Marker Wadden, ook veel jonge vis gesignaleerd tussen de eilanden. De aanwezigheid van vis zal zeker effect kunnen sorteren voor het gehele meer omdat de jonge vis niet rond Marker Wadden blijft. Diepe putten fungeren als refugia. • Insecten: eerste resultaten komen in het proefschrift van Y. Kahlert (RUG) eind 2020 (biomassa en soorten). De steekproef (EIS excursie) verraste door het hoge aantal keversoorten (109). In totaal werden 198 soorten insecten, negen spinnen en één slak waargenomen.

Aanbevelingen	<ul style="list-style-type: none"> • Bij openstelling van deel van de eilanden moeten extra meetpunten worden ingericht om uitwisseling, ontstaan van gradiënten te kunnen volgen. er is een deel dat al opengesteld is (B6 Noord), ongeveer 7 hectare, hier zou wellicht extra meetpunten kunnen komen. <p>Aanvullende monitoring nodig met betrekking tot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Macrofauna: prioriteren van uitwerken van monsters. De productiviteit van de bodem en de rol van macrofauna in het zich opbouwende voedsel web is nog onderbelicht. Vanaf 2020 is het opportuun om aantal (onverstoorde door aanleg) land water overgangen te bemonsteren en te analyseren. • De link tussen vis en vogels: het onderzoek naar de voedselbehoefte en voedselmogelijkheden van vogels verdient meer aandacht. Middels hydroacoustic en tracking is het tegenwoordig mogelijk om patronen in kaart te brengen. • Karteren van waterplanten: om ontwikkelingen goed bij te houden is een uitgebreidere kartering nodig (meer dan de MWTLpunten) alleen dan kan je de relatie leggen tussen vis, luwte en waterplanten. Remote Sensing kan waarschijnlijk niet de aanwezigheid van waterplanten detecteren. • Chemische analyses van substraat op Marker Wadden herhalen zodat je kunt vaststellen hoe snel de uitputting van nutriënten is. • Ontwikkelingen in slibconsolidatie, bodemchemie en effecten op de vegetatie op langere termijn (na 2022) zijn onzeker en van groot belang voor het toekomstig beheer. In de omgeving van het Markermeer/IJsselmeer zijn in het verleden maatregelen genomen die al verder in de ontwikkeling zijn en die inzicht kunnen geven in de te verwachten successie. Te denken valt o.a. aan de Kreupel, Oostvaardersplassen, Vijfhoek Diemen, Hanzeplaat en IJsseldelta. Aanbevolen wordt deze maatregelen bij het onderzoek te betrekken.
---------------	--

Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen-2

Wat is de rol van de bodemfauna voor het verhogen van de productiviteit? Ontwikkelingen in ruimtelijke patronen in water- bodem interactie (circulatie van voedingsstoffen vanuit de bodem) in relatie tot samenstelling en kwaliteit (voedingswaarde) van de bodemfauna, inrichting (strijklengte, diepte en voedselbeschikbaarheid vanuit Marker Wadden) en de watervegetatie.

Indicator	Idem als voor vraag 1 m.u.v. moerasplanten en grote insecten en dan op schaal van het Markermeer
Status data	<ul style="list-style-type: none"> • Zie deels informatie bij vraag 1 • Daarnaast zijn rond MW in 2015 (30 locaties) en 2019 (zelfde locaties minus 5) bodemmonster genomen en geanalyseerd. • In 2019 is op 10 en 12 september een survey uitgevoerd waarbij bodemmonsters zijn genomen op 29 locatie verspreid over het Markermeer. Doel bepalen aanwezigheid zwavel bacteriën en bepalen kwaliteit oppervlakte en poriën water, inclusief biomassa bepaling, maar ook bepalen effect bacteriematten op slibopwerveling en productiemetingen van de overige bodemorganismen (UvA). • Aansluitend is bodemvis van vier soorten verzameld voor maagonderzoek naar de rol van zwavel bacteriën in het voedsel web (secundaire productie; W+B) • MWTL heeft in het najaar van 2019 een nieuwe mosselkartering uitgevoerd. Deze bemonsteringen zijn uitgevoerd op het grid van locaties dat ook gebruikt is voor de hiervoor genoemde bemonsteringen, zodat de gegevens gemakkelijk kunnen worden gekoppeld. Naast veldgegevens is gebruik gemaakt van MWTL waterkwaliteitsdata en KNMI gegevens (wind) en van satellietbeelden, bewerkt voor zwevend stof, en slibmodellering.
Uitkomst evaluatie	Deze vraag gaat over de rol van de bodem, de interactie slib-biota en het bentische systeem in het voedsel web in het Markermeer. Het antwoord vraagt om een integratie van thema 1 en 2, hiervoor is het Helder-troebelplan (zie paragraaf 5.2) geschreven. De vraag rond productiviteit in het Markermeer wordt ook in het project Levend Markermeer geadresseerd (), daarom wordt hier intensief mee samengewerkt.

	<p>De aanwezigheid van grote hoeveelheden draadvormige zwavelbacteriën is opgemerkt op en in de bodem rond Marker Wadden. Enkele waarnemingen: de bacteriën komen op alle onderzochte locaties voor in de bovenste 5 cm van het sediment. Het gebied met de grootste biomassa (met matvorming) is een groot gebied tussen Marker Wadden en Marken. Dit gebied ligt buiten het belangrijkste mosselgebied, maar is wel recent door mosselen ge(her)koloniseerd (2019 t.o.v. 2011-16), en vertoont ook een verhoogde nachtelijke zuurstofconsumptie (wijst op activiteit bodemfauna; analyse UvA). De bacteriën hebben dus geen negatief effect op de rest van het bodemleven; het gebied heeft relatief hoge concentraties opgelost fosfor in de waterkolom en ook enigszins verhoogde concentraties zwavel, calcium en silicium.</p> <p>Er is een overeenkomst tussen de abundantie van de zwavel bacteriën en de ruimtelijke verspreiding van graafwerkzaamheden in het kader van Marker Wadden (en dijkverbetering langs de Noord Hollandse kust) en de positie van concentraties zwevend stof geassocieerd met (de aanleg van) Marker Wadden, die zichtbaar zijn op de satellietbeelden (en niet op de modelresultaten).</p> <p>De biomassa is hoog ten opzichte van andere onderdelen van het voedsel web maar in de magen van bodemvis zijn de bacteriën niet aangetroffen. De resultaten lijken te wijzen op een verhoogde productiviteit van het systeem in een groot gebied "benedenstrooms" van Marker Wadden, gekoppeld aan de werkzaamheden. Daarbij lijkt ook de groei van zwavelbacteriën zodanig te worden gestimuleerd dat ze een belangrijk deel van de primaire productie voor rekening nemen, dat echter niet rechtstreeks aan productie in de hogere niveau's (vis) binnen het voedsel web ten goede komt. Aan de andere kant vertragen de zwavel bacteriën wel de opwerveling van sediment door de wind, zodat ze de helderheid (in theorie) gemiddeld enigszins doen toenemen. De rol van deze bacteriën in het voedsel web en effecten op slibdynamiek, die vooralsnog beide zeer relevant lijken te kunnen zijn, wordt verder onderzocht binnen het programma Levend Markermeer en het KIMA Helder troebelplan.</p> <p>Ook bodem monsters rond Marker Wadden laten effecten van aanleg te zien; in de 2019 resultaten is een laagje zand ten westen van Marker Wadden te zien. Remote sensing beelden bevestigen het feit dat de aanleg de nodige sediment verplaatsing in het meer tot gevolg had, mogelijk met effecten tot aan Marken toe.</p> <p>Data vraagt nog om ruimtelijke integratie. De bovenstaande analyse suggereert dat een deel van de ontwikkelingen tijdelijk is door een relatie met de werkzaamheden. Het jaar 2020 zal het eerste seizoen zijn zonder (of bijna geen) effecten van de aanleg. Het meten van twee seizoenen zou voldoende moeten zijn om de mechanismen rond effecten van Marker Wadden te kunnen duiden.</p>
Aanbevelingen	<ul style="list-style-type: none"> • Bodemchemie rond Marker Wadden: ook in 2020 en 2021 bemonsteren (scheepsmetingen). • Versterken Helder troebelplan; onderzoeken van de relatie van de gevonden ruimtelijke patronen in waterkwaliteit en productie met werkzaamheden (en andere vormen van dynamiek zoals wind), seizoensritmiek in de gevonden patronen verder onderzoeken. • Vergelijking met omliggende wateren (steekproefbemonstering bacteriën IJsselmeer). • Verdere verbetering van modellering van zwevend stof stroming vanuit Marker Wadden / een gebied met inrichtingsactiviteiten door het Markermeer, onder meer door het aanbrengen van detaillering in de opgelegde KNMI windgegevens • Om een uitspraak te kunnen doen over het doelbereik van Marker Wadden op de omgeving is meer aandacht nodig naar de onderlinge samenhang van inrichtingsmaatregelen in het Markermeer. De ruimtelijke variatie in het onderwaterlandschap, de N2000 en KRW doelen, sedimentstromen en slibdynamiek worden ook beïnvloed door andere inrichtingsprojecten (gepland of in uitvoering). Denk aan Trintelzand, versterking Houtribdijk, Oostvaarderoevers of Markermeer dijken. De onderlinge afhankelijkheid van verschillende ingrepen op het systeem

	<p>wordt nu nog onvoldoende bekeken en zou door KIMA moeten worden meegenomen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invoeren / verbeteren van productiemetingen (binnen de reguliere monitoring) • Verkennen of MWTL monitoring van mosselkartering in 2021 kan plaatsvinden i.p.v. 2022. Een kartering geeft inzicht in de eventuele tijdelijkheid van kolonisatie van het gebied tussen Marker Wadden en Marken die in 2019 bleek. • Prioriteren van uitwerking monsters macrofauna en bemonsteren land water overgangen
--	---

Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen-3

Hoe ontwikkelt Marker Wadden zich t.o.v. van bestaande luwe gebieden in het Markermeer? Rol plankton in voedselweb Ontwikkelingen in ruimtelijke patronen in slib (zwevend stof), helderheid en plankton (chlorofyl, primaire productie en soortensamenstelling fyto- en zoöplankton) en hun onderlinge processen (vlokvorming, sedimentatie/resuspensie evenwicht en effect op secundaire producenten) in relatie tot inrichting (luwte, strijklengte).

Indicator	Veldmetingen chlorophyl, zwevend stof, primaire productie, doorzicht, soortensamenstelling fytoplankton
Status data	<p>Fytoplankton en zoöplankton: vierwekelijks tussen maart en september, vanaf 2018 t/m 2021 drie meetpunten: Marker Wadden, Markermeer midden (MWTLmeetpalen) en Hoornse Hop. Fytoplankton soortensamenstelling en Chl-A worden op deze locaties gemeten.</p> <p>Data van MWTL is nog niet beschikbaar.</p> <p>Fytoplankton en zoöplankton: studenten onderzoek in samenwerking met UvA: watermonsters op zes locaties in 2017, soortensamenstelling is bepaald.</p> <p>Voor ruimtelijk beeld waterkwaliteit zijn er 40 remote sensing beelden van 2015 tot 2017 geselecteerd / remote sensing beelden in combinatie met slibmodel, bewerking satellietbeelden met algoritmen voor chlorofyl en zwevend stof (en lichtuitdoving), waarmee ratiokaarten chlorofyl / zwevend stof kunnen worden gemaakt.</p>
Uitkomst evaluatie	<p>fytoplankton: studentenonderzoek icm UvA wijst uit dat in luwe gebieden andere soortensamenstelling aanwezig is. Hier is het aandeel van flagellaten, algen die zelf kunnen zwemmen en dus "aan vlokvorming kunnen ontsnappen" groter en in de waterkolom blijven. De beschikbaarheid voor het voedsel web (zowel grazers als watervlooien en mosselen) is in luwe gebieden ook beter is.</p> <p>Remote sensing beelden: Uit combinatie van remote sensing bewerkingen blijkt dat de verhouding chlorofyl / zwevend stof in luwe gebieden hoger is. De beschikbaarheid van algen voor het voedsel web zou dus via inrichting verbeterd kunnen worden. Het bepalen van de schaal waarop dit werkt en de seizoensdynamiek in de relatie tussen chlorofyl en zwevend stof vragen echter nog studie.</p>
Aanbevelingen	<p>Versterken Helder Troebelplan</p> <p>Verdere studie van ratiokaarten chlorofyl / zwevend stof met aanvulling naar ruimtelijke uitwerking van lichtuitdoving via remote sensing.</p> <p>Naast systeemaanpak inzoomen op locaties voor studie van de invloed van andere inrichtingsprojecten als Marker Wadden. Mogelijk in combinatie met analyse van voorkomen van algenbloei en drijfalg, maar ook samenhang met de verspreiding en ontwikkeling van waterplanten (en eventueel bentische organismen als mosselen en bacteriën).</p>

4.4 Governance en gebruik

Governance-1

Hoe worden de continuïteit in relatie tot beleidsdoelen, uitvoering, beheer geborgd?

Indicator	Interactie met partijen en evaluatie
Status data	Er zijn 18 interviews afgenomen met 22 respondenten en er is gerapporteerd op basis van de verslagen.
Uitkomst evaluatie	Het gaat om continuïteit tussen beleidsdoelen, uitvoering, beheer en doorontwikkeling. De continuïteit van de beleidsdoelen en uitvoering (aanleg) is goed geborgd door stabiele beleidskaders en een duidelijke focus in de uitvoering van het project (het realiseren van zoveel mogelijk hectares). Omdat de overgang naar de beheerfase nu plaats vindt, kunnen nog geen conclusies worden getrokken over de continuïteit richting beheer. Voor eventuele doorontwikkeling wordt de continuïteit geborgd doordat projectleden van Marker Wadden fase 1 ook meedenken over nationaal park Nieuwland, waarin de ambitie is uitgesproken om ook in andere delen van het Markermeer eilanden aan te leggen.
Aanbevelingen	De continuïteit m.b.t. beheer zou verder onderzocht kunnen worden.

Governance-2

Is het aanleg- en onderzoeksprogramma rond Marker Wadden adaptief en hoe blijft dit?

Indicator	Interactie met partijen en evaluatie
Status data	De 18 interviewverslagen geven informatie met name over aanleg en deels over onderzoeksprogramma.
Uitkomst evaluatie	Rapport ('Een uniek project, een unieke samenwerking. De governance van de Marker Wadden ontleed') geeft informatie over randvoorwaarden adaptiviteit m.b.t aanleg. Aanlegproject is adaptief, gedurende de aanleg wordt geleerd en waar nodig bijgestuurd. Hierin wordt niet veel gebruik gemaakt van resultaten van KIMA, daar liggen nog kansen.
Aanbevelingen	Adaptiviteit onderzoeksprogramma verder onderzoeken in 2020 en 2021, tot nu toe is vooral gekeken naar wisselwerking onderzoeken aanleg. Aanvullende interviews en analyse nodig (samen met vraag 4 hieronder).

Governance-3

Verbetert onze kennispositie dankzij de aanleg Marker Wadden en welke aspecten zijn daarbij belangrijk?

Indicator	Idem als bij vraag 'Leren en Innoveren-2'. Aangevuld met een expertbijeenkomst in 2020/2021 om de vraag te beantwoorden
Status data	Dit wordt door KIMA bijgehouden
Uitkomst evaluatie	Nog geen analyse gedaan van bestaande data. Wel zijn er aan thema slib vragen gesteld door adviesbureau die slibeiland wil ontwerpen in de Kaspische Zee.
Aanbevelingen	Uitvoeren reeds geplande monitoring en onderzoek

Governance-4

Hoe heeft de samenwerking in het 'gouden vierkant' (overheid, bedrijfsleven, maatschappelijke organisatie en kennis instellingen) gewerkt?

Indicator	Interactie met partijen en evaluatie
Status data	Interviewverslagen
Uitkomst evaluatie	Rapport geeft nog geen informatie over samenwerking binnen het gouden vierkant van onderzoek bij KIMA, maar wel al met name tussen bouwteam en andere partijen (kennis, financiers en opdrachtnemer) in het aanlegproject. De samenwerking is goed gelopen tussen de overheid en natuurmonumenten (publiek-private samenwerking).

	Hoewel de partijen en hun aanpak verschillen van elkaar, is daar steeds een passende oplossing voor gevonden.
Aanbevelingen	Meer onderzoek gewenst over samenwerking binnen KIMA en met onderzoekers daarbuiten. Ook is meer aandacht nodig voor de kennisdoorstroming vanuit KIMA naar de eindgebruikers.. Het ontwikkelen van een lespakket zodat de Marker Wadden als casus kunnen worden gebruikt in opleidingen is de andere aanbeveling. Deze aanbeveling moet worden gecombineerd met de onderzoeksvraag 'leren en innoveren - 2'.

Gebruik-1

Wat is het gebruik en perceptie van bezoekers

Indicator	Aantal bezoekers, vrijwilligers, type recreanten, km strand, aantal boten / invloedsfeer Marker Wadden op andere gebruikers
Status data	Enquêtes worden uitgezet door gemeente Lelystad (bewoners panel) en Natuurmonumenten (bezoekers Marker Wadden), maar zijn nog niet geanalyseerd. KIMA heeft over een aantal vragen meegedacht. Ook de 1000-soortendag heeft informatie opgeleverd. Verdere invulling wordt via participatieve monitoringsprojecten verkregen.
Uitkomst evaluatie	De indruk op basis van gesprekken met bezoekers is dat het landschap en de ervaring van op het eiland zijn enorm gewaardeerd wordt.
Aanbevelingen	Deze vraag is te combineren met de tweede van paragraaf 3.2. "Vogelparadijs-2: Wordt Marker Wadden door publiek ervaren als een vogelparadijs?" Als aanvullende vraag wordt op verzoek van Natuurmonumenten voorgesteld: wat is de verstoring van bezoekers op de ecologie, m.n. de vogels? Deze vraag wordt samen met thema 2 'Ecologie van waarde' opgepakt.

5 Voorlopige conclusies en aanpassingen Programma

5.1 Voorlopige conclusies

De conclusie van deze Mid Term Review is dat het programma van KIMA goed op schema ligt en perspectief biedt op een succesvolle beleidsevaluatie in 2022. Aanbevolen wordt het programma zo voort te zetten. Op basis van de eerste resultaten ziet het KIMA-team een meerwaarde in aanvulling van het KIMA programma op de volgende punten:

- Een aanvullende monitoring en nadere uitwerking van de data rond het slib experiment is gewenst. Alleen zo is er zicht op een betrouwbaar rijpingsmodel.
- Het is gewenst het effect van biota in de slibmodellering mee te nemen.
- Bepaling van het verlies van zand door langstransport van de zandige randen.
- Om een uitspraak te kunnen doen over de mate van het behalen van de TBES doelen door Marker Wadden is meer aandacht nodig voor de onderlinge afhankelijkheid van inrichtingsmaatregelen in het Markermeer. Denk aan Trintelzand, versterking Houtribdijk, Oostvaarderoevers of Markermeerdijken. De gegevens van basismonitoring in het Markermeer (MWTL) moeten nadrukkelijker betrokken worden in de definitieve evaluatie.
- Bepaling van de verstoring van bezoekers op de ecologie, m.n. de vogels. Dit is van belang voor toekomstig beheer.
- Om beter inzicht te krijgen in de opbouw van het voedselweb zijn een aantal onderdelen die vanaf 2020 meer aandacht behoeven; waterplanten, macrofauna en zwavelbacteriën en de beschikbaarheid van de nutriënten in het substraat. Het blijft een vraag of de huidige productiviteit van de eilanden hoog blijft en zich uitbreidt richting de waterkolom. We verwachten dat dit langjarige processen zijn die in de komende twee jaar nog niet uitgekristalliseerd zijn.
- De link tussen vis en vogels verdient meer aandacht: we weten nu onvoldoende over de voedselbehoefte en voedselmogelijkheden van vogels in het gebied van Nationaal Park Nieuwland. Middels hydro-akoestiek en tracking is het tegenwoordig mogelijk om patronen in kaart te brengen.
- De opmerkelijke vondst van grote hoeveelheden zwavel bacteriën benedenstrooms van Marker Wadden openbaart een aantal extra vragen die om verder onderzoek vragen. Met name de rol als primaire producent in het voedsel web en de mogelijk reducerende invloed die ze kunnen hebben op de opwerveling van de fluffy laag en daarmee op de helderheid. Ook de ontwikkeling van macrofauna in deze gebieden is nog onbekend.
- Aanbevolen wordt de monitoring met behulp van remote sensing krachtig voort te zetten. Het blijkt de enige manier om ruimtelijke patronen in het Markermeer te signaleren. In combinatie met het slibmodel en de wind geeft dit een goed beeld van de waterkwaliteit veranderingen en de dynamiek van het zwevend stof in het systeem. Ook de remote sensing is geschikt om de vegetatie te blijven volgen op de eilanden.
- Riet lijkt zich goed te ontwikkelen maar de toekomstbestendigheid van het rietmoeras zelf is nog wel een vraag voor het beheer op langere termijn. Risico's blijven ganzenvraat en onzekerheden in de consolidatie van het substraat en de daling van het maaiveld die daarmee gepaard gaat. Een aanbeveling is om de effecten te monitoren als het peil in de compartimenten gelijk wordt gesteld met het Markermeer. Dit geeft inzicht in de robuustheid van de eilanden en welke beheerinspanning nodig is om de functie van de eilanden te borgen. Daarnaast geeft het een beeld wat het bijdraagt aan de verbetering van het voedselweb in het Markermeer. Beheerder Natuurmonumenten stelt voor hiermee op basis van deskundigenraadpleging in fases mee te starten.

- Ontwikkelingen in slibconsolidatie (zowel in slibcompartimenten als op eilanden), bodemchemie en effecten op de vegetatie op langere termijn (na 2022) zijn onzeker en van groot belang voor het toekomstig beheer. In de omgeving van het Markermeer/IJsselmeer zijn in het verleden maatregelen genomen die al verder in de ontwikkeling zijn en die inzicht kunnen geven in de te verwachten successie. Te denken valt o.a. aan de Kreupel, Oostvaardersplassen, Vijfhoek Diemen, Hanzeplaat en IJsseldelta. Aanbevolen wordt deze maatregelen bij het onderzoek te betrekken.

De eerste resultaten van het monitorings- en onderzoeksprogramma KIMA en de ontwikkelingen op de Marker Wadden geven wel aan dat het meerwaarde zou hebben als het KIMA programma op een aantal punten wordt aangevuld. De analyses in Hoofdstuk 2.5 en 4 leveren een aantal aanbevelingen. Soms gaat het om intensifiëren van acties en soms om nieuwe acties gebaseerd op nieuwe inzichten. In dit afsluitende hoofdstuk staan de eerste acties of hoofdlijnen die nodig zijn om de aanbevelingen op te volgen. De aanbevelingen kunnen van toepassing zijn op het TOP (Toegepast Onderzoeksprogramma) of het MEP (Monitoring en Evaluatie Programma) KIMA.

5.2 Bouwen met slib

Het huidige KIMA budget is voldoende om een basismonitoring tijdens het consolidatie- en rijpingsproces in de slibcompartimenten uit te voeren. Wat blijft liggen is een goede analyse van de resultaten en het komen tot een model voor zetting en sterkte ontwikkeling. Voor het formuleren van ontwerp en rekenregels voor een optimale constructie van nieuwe habitats met Holoceen materiaal is een dergelijk model noodzakelijk. De ontwerp en rekenregels zijn van groot belang voor nieuwe projecten in binnen- en buitenland waar slib wordt gebruikt als constructie materiaal.

Het vullen van de slib-compartimenten valt onder het aanlegcontract met de aannemer en kunnen we vanuit KIMA niet zelf bepalen. We kunnen dus niet zoals gedacht verschillende vultechnieken beproeven. We kunnen wel een uitspraak doen wat een andere vulmethode zou kunnen betekenen. Hetzelfde geldt voor het beheer van de compartimenten. Denk aan water opzetten, vegetatie en grondwaterstand beïnvloeden.

Biochemische processen hebben tot nu toe weinig aandacht gehad in het lopende onderzoek vanwege budget beperkingen. Naast fysische rijping is ook de chemische en biologische rijping van groot belang. Er loopt nu slechts een zeer beperkte biochemische monitoring. Toch kan een jaar monitoring al nieuwe inzichten opleveren. De inzichten zijn samen met de fysische data een belangrijke component in het model voor rijping en bodemvorming. Een model dat zowel fysische, chemische en biologische rijping bevat, levert kennisregels aan voor andere projecten. Denk aan de pilot landbouwgronden, Hedwigepolder, kleirijperij of de 'aanleg' van kwelders in het Waddenzee en Eems Dollard (PAGW).

Om het slibexperiment een succes te maken zijn aanvullende middelen nodig voor: analyse van monitorings data om een gevalideerd model te leveren voor rijping en bodemvorming. De monitoring zou aangevuld moeten worden met meting van chemische en biologische processen bij rijping in de slibcompartimenten. Deze gegevens moeten ook opgenomen worden in het modelinstrumentarium, in eerste instantie via een aanpassing van de empirische materiaalfuncties in het rijpingsmodel.

Naast het slibexperiment zijn er nog twee aanvullende acties mogelijk die ons veel kunnen leren over het bouwen met slib. Ten eerste het inrichten van monitoringspunten op die plekken waar het peil binnen een eiland gelijk wordt met het Markermeer door het openstellen van de omringende zandige randen. Een groep van deskundigen gaat komende tijd nadenken over of, wanneer en waar dit mogelijk zou zijn. Het tweede mogelijke leerpunt is het volgen van een vulslag. Het kan namelijk zijn dat in 2020 op sommige plekken de eilanden aangevuld moeten worden. Het monitoren van deze actie kan veel kennis opleveren. Deze actie moet in nauw overleg met de aannemer plaatsvinden.

5.3 Helder troebelplan

Het Helder Troebel Plan is in 2018 ontstaan door integratie tussen KIMA thema's 1 (Bouwen met slib) en 2 (Ecosysteem van waarde). Het plan dient om meer kennis te verkrijgen over de invloed van biologische processen op het gedrag van slib, d.w.z. op erosie, resuspensie en/of sedimentatie van het sediment in het Markermeer. Zo kan erosie worden bevorderd door bioturbatie, dus gravende activiteiten van bodemorganismen zoals wormen. Resuspensie kan worden bevorderd door bodemwoelende vis zoals brasem. Het kan aan de andere kant worden belemmerd door de aanwezigheid van matten van algen of bacteriën op de bodem. Sedimentatie kan worden bevorderd door filtratie door ongewervelde dieren zoals mosselen en door de aanwezigheid van waterplanten.

Variatie van troebele en heldere delen in het Markermeer is essentieel voor het functioneren van het ecosysteem. Troebel water voorkomt dat er licht door kan dringen en beïnvloedt zo productiviteit, maar troebelheid biedt ook schuilmogelijkheden voor vis. Voor een evenwichtig en robuust ecosysteem wil je dus beide.

Om de ontwikkeling van de slibhuishouding in het Markermeer te voorspellen, gebruikt Rijkswaterstaat een door Deltares ontwikkeld slibmodel. Verbetering van het slibmodel is nodig om de volgende twee vragen goed te kunnen beantwoorden:

- Hoeveel slib wordt afgezet in de luwte van Markerwadden en wat is de invloed van de slibonttrekking door de aanleg en aanwezigheid van Markerwadden op de slibdynamiek en het onderwaterlichtklimaat?
- Is het mogelijk om de ontwikkelingen van een beter voor het voedselweb beschikbare fyto- en zoöplanktongemeenschap te stimuleren en hoe moeten luwtegebieden daartoe worden ingericht?

In het voorjaar van 2019 liet Rijkswaterstaat een meetpaal plaatsen ten oosten van Marker Wadden. Behalve de slibdynamiek, wind en golven wordt het lichtklimaat gemonitord: voldoende licht is een belangrijke voorwaarde voor de groei van waterplanten en het functioneren van een ecosysteem. Met de data moet het bestaande slibmodel voor het Markermeer-IJmeer worden geactualiseerd en verfijnd.

Er zijn recente inzichten dat de invloed van biota een significante rol spelen op de slibhuishouding. In 2019 is gekeken op basis van beschikbare informatie naar de invloed van: fytoplankton, waterplanten, zoöplankton, mosselen, bioturbatie en vis. Ondanks de verwerking van de mosselen kartering zijn er een aantal belangrijke onderdelen die nu in het plan ontbreken. Het eerste is een gevoeligheidsanalyse van de verschillende biota; welke is nu het meest significant en welke verwaarloosbaar? Het daadwerkelijk integreren van de invloed van de biota in het slibmodel ontbreekt ook nog.

Het andere ontbrekende stuk informatie betreft de rol van draadvormige zwavel bacteriën, die invloed hebben op slib en wellicht een factor zijn in de totale biomassa en productie. Relevante vervolgvragen zijn hoe dit samenhangt met de chemie en de dynamiek van het systeem (m.n. de rol van stormen, maar ook opbouw van gelaagdheid) en wat de effecten zijn op de relaties binnen het voedselweb.

Een belangrijk ontbrekend stuk is de invloed van de variërende windpatronen over het meer in het slibmodel. Die gegevens zijn er wel (KNMI, RWS meetpalen) maar zijn nog niet verwerkt. De genoemde aanvullingen op het helder troebelplan zullen leiden tot een significante verbetering van het slibmodel.

Aanvullende middelen nodig voor: integratie van het slibmodel met biota. Deze integratie is noodzakelijk om goede voorspellingen te doen over effecten van maatregelen op de slibhuishouding
--

5.4 Linken binnen het voedsel web

5.4.1 Vis en vogels

Visetende vogels zoals visdieven en futen zijn afhankelijk van gezonde bestanden kleine vis, vooral spiering en jonge baars. Voor visdief is bekend dat het broedsucces sterk afhankelijk is van de hoeveelheid vis. Uit waarnemingen naar de voedselkeuze blijkt dat verschillende voedselbronnen kunnen worden benut, maar is hoegenaamd niets bekend over de visgronden of beschikbaarheid van vis. Spiering en jonge baars kunnen scholen vormen, zeker bij helder water, en afhankelijk van de omstandigheden zich in dieper water of ondiep water bevinden, en zich op verschillende niveaus in de waterkolom bevinden, bij helder water en overdag vaak dicht bij de bodem, in troebel water en in de schemering dicht bij het oppervlak. Voor visdief is het van levensbelang of er vis bereikbaar is net onder het wateroppervlak omdat visdieven niet diep kunnen duiken. Voor futen geldt dat ze weliswaar diepere waterlagen kunnen benutten, maar alleen de bovenste waterlagen waar voldoende licht doordringt hun prooien kunnen achtervolgen.

De aanleg van de Marker Wadden schept geheel nieuwe condities van luwe en meer geëxponeerde plekken, van meer en minder troebel water, en op termijn ook meer of minder begroeide situaties. Daarnaast liggen de Marker Wadden weliswaar in het Markermeer, maar hemelsbreed dichtbij het IJsselmeer, en visdieven die op de Marker Wadden broeden maken van beide meren gebruik. Het onderzoek naar de voedselbehoefte en voedselmogelijkheden heeft zich tot dusver beperkt tot waarnemingen aan wat voor vis aan de jongen wordt gevoerd, maar geeft geen inzicht in waar de vis vandaan komt en waarom juist die prooien aangevoerd worden, en geen inzicht in hoeverre de aanleg van de Marker Wadden de foerageermogelijkheden beïnvloeden. Met jaarlijkse visbestandopnames en maandelijks vogeltellingen hebben we veel te weinig informatie om daar een beter beeld van te krijgen. Was het tot voor kort bijzonder lastig om dit soort details en dynamiek te bepalen, recente technologische ontwikkelingen, zowel onder water (hydroacoustiek) als boven water (lichtgewicht trackingsystemen), bieden tegenwoordig wel die mogelijkheden om deze informatie boven water te krijgen en een veel beter begrip te krijgen van welke omstandigheden de koppeling van visproductie en benutting van vis door vogels.

Omdat zowel de visbestanden als de vogels de dagelijkse omstandigheden volgen is meer gedetailleerde informatie nodig met betrekking tot de dagelijks (en over de dag) variërende diepteverdeling van vis en ruimtelijke patronen in benutting van visgronden (met dien verstande dat visgronden niet stabiel en vaste punten zijn maar dat waar de vis zich bevindt van dag tot dag kan wisselen).

5.4.2 Waterplanten en macrofauna

Er zijn twee onderdelen van het voedselweb nu nog onderbelicht in de KIMA monitoring op de Marker Wadden, nl de macrofauna en waterplanten. Waterplanten zijn wel opgenomen in de MWTL monitoring maar is niet voldoende om de ontwikkeling volledig te volgen. Rondom Marker Wadden zijn wel monsters genomen van macrofauna. Voor de komende twee jaar zijn de volgende acties nodig:

- Macrofauna: prioriteren van uitwerken van monsters en een aantal (onverstoord door aanleg) land water overgangen bemonsteren en analyseren. Dit verder uitwerken met de specialisten van WEnR.
- Karteren van waterplanten: om ontwikkelingen goed bij te houden is een uitgebreidere kartering nodig alleen dan kan je de relatie leggen tussen vis, luwte en waterplanten. Remote Sensing kan waarschijnlijk niet de aanwezigheid van waterplanten detecteren. Dit verder uitwerken met het team van Natuur in Productie

5.5 Langtransport van zand

Het onderdeel Bouwen met zand focust op de profiel ontwikkeling. Op dit moment wordt niet gekeken naar effecten vegetatie, naar gedrag zandige koppen of naar effecten van langtransport. De vraag hoeveel zand je verliest na aanleg Marker Wadden blijft onbeantwoord maar is voor de toekomstbestendigheid en beheer van de zandige randen wel van groot belang.

Er wordt een plan gemaakt voor aanvullende monitoring naar zandverlies door langtransport om hier een uitspraak over te kunnen doen.

5.6 Governance en gebruik

Eén van de eilanden is open voor bezoekers en op het te bezoeken eiland worden ook steeds meer voorzieningen aangelegd. Bezoekers zouden kunnen zorgen voor verstoring van met name broedende vogels. Daarnaast kan recreatie op het water ook een versturende factor vormen.

Voor het beheer is het van belang in kaart te brengen wat de mogelijke verstoringbronnen op en rondom de Marker Wadden zijn, te bepalen welke natuurdoeltypen en soorten gevoelig zijn voor verstoring (zoals broedende vogels), en vervolgens de effecten van het gebruik op deze verstoringgevoelige soorten vast te leggen. Het resultaat is een aanbeveling voor het beheer, waarbij een afweging wordt gemaakt in het omgaan met gebruik en het behalen van de natuurdoelen.

Ontwikkelingen in slibconsolidatie, bodemchemie en effecten op de vegetatie op langere termijn (na 2022) zijn onzeker en van groot belang voor het toekomstig beheer. In de omgeving van het Markermeer/IJsselmeer zijn in het verleden maatregelen genomen die al verder in de ontwikkeling zijn en die inzicht kunnen geven in de te verwachten successie. Te denken valt o.a. aan de Kreupel, Oostvaardersplassen, Vijfhoek Diemen, Hanzeplaat en IJsseldelta.

Inventarisatiegegevens over bodem en vegetatie in met Marker Wadden vergelijkbare gebieden die reeds eerder zijn aangelegd en inmiddels verder zijn in ontwikkeling en successie, zullen worden gebruikt om betere voorspellingen te kunnen doen over de op Marker Wadden te verwachten ontwikkelingen op langere termijn.

samenwerking binnen KIMA en kennisdoorstroming, of het ontwikkelen van een lespakket zodat de Marker Wadden als casus kunnen worden gebruikt in opleidingen van o.a. RWS

6 Bijlagen

6.1 BETROKKEN EXPERTS BIJ DE MID TERM

Naam	Organisatie	Rol binnen KIMA
Roel Posthoorn	Natuurmonumenten	Stuurgroep KIMA
Pieter den Besten	I&W	Opdrachtgever KIMA onderzoek en monitoring
Thijs van Kessel	Deltares	Thematrekker Bouwen met zand en slib
Marcel Klinge	Witteveen+Bos	Thematrekker Bouwen met zand en slib
Ruurd Noordhuis	Deltares	Thematrekker Ecosysteem van waarde
Joep de Leeuw	WMR	Thematrekker Ecosysteem van waarde
Stephanie IJff	Deltares	Thematrekker Adaptatieve Governance
Jeroen Veraart	WEnR	Thematrekker Adaptatieve Governance
Liesbeth Bakker	NIOO	Coördinator Natuur in Productie
Annemiek Hermans	Witteveen+Bos	Coördinator Toegepast Onderzoek Programma
Koen Princen	Witteveen+Bos	Vegetatie expert en als zodanig betrokken bij de aanleg en bij KIMA

6.2 KIMA GEGEVENS VOOR NATUURTHERMOMETER

Bijdragen van KIMA informatie op basis van Rekeneenheden volgens Grontmij 2014:

1. Formele rekeneenheden Natura 2000
 - a. Habitattypen: Gaat om kranswieren en fonteinkruiden, op basis van de waterplanten kartering. KIMA levert een bijdrage via het MEP door opname van het nieuw gevormde potentiële areaal in het meetnet voor waterplanten. Is gerealiseerd in de driejaarlijkse waterplanten kartering, uitgevoerd in 2019.
 - b. Habitatrichtlijnsoorten: Kleine Modderkruiper, Rivieronderpad en Meervleermuis. Via visbemonsteringen levert KIMA een bijdrage door informatie over voorkomen van de twee vissoorten rond de eilanden van Marker Wadden. Geen structurele bijdrage voor Meervleermuis.
 - c. Vogelrichtlijnsoorten: KIMA levert een bijdrage via het MEP door het toevoegen van telgebieden op en rond Marker Wadden voor de maandelijkse vliegtuigtellingen van watervogels (niet-broedvogels; tellingen RWS, in effect vanaf 2016) en door middel van steltloper- en broedvogeltellingen (georganiseerd door NM). Ook wordt binnen KIMA informatie verzameld over de kwaliteit van het leefgebied, bijv. via onderzoek naar voedselkeuze en broedsucces van Visdief (eveneens MEP).
2. Functionele rekeneenheid KRW
 - a. Biologische kwaliteitselementen: KIMA draagt bij aan invulling van de maatlatten via het MEP door middel van toevoeging van meetpunten voor fytoplankton samenstelling, aanvulling met nieuw karterings areaal voor waterplanten. KIMA-TO draagt in potentie bij door bemonsteringen van visen macrofauna in de nieuw aangelegde habitats.
 - b. Hydromorfologische elementen: KIMA MEP en TO kunnen bijdragen via bewerking van satellietbeelden en slibmodellering.
 - c. Algemeen fysisch-chemische elementen: KIMA draagt bij via het MEP door het toevoegen van een MWTL meetpunt Marker Wadden en een meetpaal. TO draagt bij door meer ruimtelijk gedetailleerde surveys van waterkwaliteit en remote sensing van bijv. zwevend stof en chlorofyl (Helder Troebel Plan).
 - d. Specifiek verontreinigende stoffen: KIMA draagt bij via het MEP door het toevoegen van een MWTL meetpunt Marker Wadden.
3. Functionele rekeneenheid soortgroepen
 - a. Fytoplankton: Via MEP door toevoegen van MWTL locaties voor soort samenstelling en remote sensing van chlorofyl en zwevend stof; via TO door kennisontwikkeling over de relatie tussen deze parameters
 - b. Zoöplankton: Via MEP door herinvoeren van zoöplankton monitoring
 - c. Waterplanten: Via MEP door aanvulling met kartering nieuw habitat

- d. Moerasplanten: In ontwikkeling binnen MEP via remote sensing
- e. Bodemfauna: Niet regulier; wel via TO door bemonstering rond nieuw habitat Marker Wadden
- f. Benthivore vis: idem
- g. Planktivore vis: idem
- h. Roofvis: idem
- i. Visetende vogels: Via MEP voor niet-broedvogels via nieuwe telgebieden Marker Wadden, broedvogels via tellingen NM en broedsucces Visdief
- j. Benthivore vogels: Via MEP voor niet-broedvogels via nieuwe telgebieden Marker Wadden
- k. Herbivore vogels: idem

4. Ruimtelijke rekeneenheid geschikt habitat

- a. Kranswierwateren: Via MEP bijdrage in de vorm van verbetering algoritme Kd voor gebruik van remote sensing voor ruimtelijke beelden van doorzicht, op den duur door verbetering slibmodellering (Helder Troebel Plan)
- b. Macrofyten algemeen: idem.
- c. Riet: Via MEP door ontwikkeling van technieken voor remote sensing van droge vegetatie
- d. Driehoeksmosselen: Via MEP door verbeterde monitoring van fytoplankton en chlorofyl en zwevend stof
- e. Benthivore vogels: zie Driehoeksmosselen
- f. Herbivore vogels: Zie macrofyten
- g. Rui- en broedgebied: Niet specifiek geregeld maar kan via remote sensing beelden e.d.

5. Rekeneenheid natuurpunten

Zie voorgaande, vooral met betrekking tot arealen; bijdragen via MEP in de vorm van bijv. verbetering kartering waterplanten, ontwikkeling remote sensing droge vegetatie, via MEP/TO door verbetering slibmodellering en remote sensing zwevend stof, chlorofyl en doorzicht

6. Rekeneenheid biodiversiteitsindex

Zie voorgaande: Regulier via aanvullingen bestaande meetnetten in het MEP met monitoring van de nieuw gevormde habitats. Aanvullingen via inventarisaties door vrijwilligers en anecdotische gegevens via NM.

7. Rekeneenheid TEEB (Economics of Ecosystems)

Niet uitgewerkt binnen KIMA

6.3 LIJST VAN BETROKKEN BEDRIJVEN BIJ KIMA MONITORING EN ANALYSE (ANDERS DAN PARTNERS)

Omegam
Nortek Oceanografische instrumenten
Jan van de Winden, Ecology Research
Venko Offshore BV
Euglena – aquatische ecologie
MultiSwath

6.4 STUDENTEN BINNEN KIMA

Naam	Jaar en onderwerp	KIMA thema	
Mischa Zwaan	2019: slibdynamiek	Thema 1	HAN
Hessel Hooijmaaijer	2019: slibdynamiek	Thema 1	HAN
Ilah van der Haas	2020: visuele en DNA analyse vismagen	Thema 2	AERES
Amber Woutersen	2017: fytoethos	Thema 2	UvA
Jelger Elings	2019: vis	Thema 2	WUR
Philippe Dols	2018: filtratie en vegetatiekaarten	Thema 2 (Helder troebelplan)	Centrum for environmental sciences Leiden (CML)

Luc Kaulh	2019: verspreiding zwavel bacteriën	Thema 2 (Helder troebelplan)	Hogeschool Zeeland
Een diverse groep van 6 trainees	2018: ontwikkeling serious game, ArchiSpel	Thema 3	Nationaal Water en bodem traineeship
Niels van den Berg	2019: adaptieve governance op Marker Wadden	Thema 3	EUR

6.5 REFERENTIES

- Beheersvisie Marker Wadden. 2016. Natuurmonumenten.
- Brinkmann B. 2016. Benthic hotspots in the pelagic zone. Aggregation of microalgae to suspended particles in an oligotrophic delta lake. Masters Thesis UvA, Amsterdam.
- De Lucas Pardo M.A. 2014. Effect of biota on fine sediment transport processes. A study of Lake Markermeer. PhD thesis Delft Technical University, Delft.
- De Rijk S., R. Noordhuis. T. van Kessel en G.J. Ellen. 2018. Monitoring en Evaluatie Programma Marker Wadden. Deltares rapport 11201465
- Energieverkenning IJsselmeergebied, 2017. Te vinden op <https://www.agendaijsselmeergebied2050.nl>
- Erfpachtovereenkomst. Rijksvastgoed- en ontwikkelingsbedrijf, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Overeenkomst tot vestiging van erfpacht, *eerste fase Markerwadden*, d.d. 14-03-2014, contractnummer: F518/F518/31003058
- Kaderovereenkomst Eerste Fase Marker Wadden, Staatscourant NR. 34041, 28 november 2014.
- Milieu Effect Rapport Eerste fase Marker Wadden. 2014. Rijkswaterstaat Midden-Nederland, milieueffectrapport 'eerste fase Markerwadden', definitieve versie, 12 december 2014, kenmerk: MD-AF20141283
- Mouissie, A.M., 2015. Thermometer Markermeer-IJmeer. Stand 2014. Grontmij rapport, ref nr GM-0170328.
- Noordhuis R. & M. Blaas 2016. Monitoring van doorzicht en gerelateerde parameters in het Markermeer-IJmeer. Deltares rapport 1221256-000, Utrecht.
- Noordhuis R., S. Groot, M. Dionisio Pires & M. Maarse 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen. Deltares rapport 1207767-000, Utrecht.
- Rijkswaterstaat 2015. Bureaustudie Natuurlijker Markermeer en IJmeer. Ecologische verbindingen en Habitatdiversiteit. Rijkswaterstaat, rapport 9V6742, Lelystad.
- RRAAM. 2015. Rijksstructuurvisie Amsterdam – Almere – Markermeer. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden. Staatscourant Nr. 34041 28 november 2014
- Uitvoeringsovereenkomst Eerste Fase Marker Wadden, Staatscourant Nr. 33971, 28 november 2014
- Van Kessel, T., G. de Boer en P. Boderie. 2009. Calibration suspended sediment model Markermeer. Report Q4612.
- Van Riel, M.C., R. Noordhuis, en P.F.M. Verdonschot. In preparation. Hypotheses on what processes degraded the lake Marken ecosystem. A historical review on the ecology of lake Marken.
- Van der Sluis M.T., N.S.H Tien, A.B. Griffioen, O.A. van Keeken, E. van Os-Koomen, K.E. van de Wolfshaar, J.A.M. Wiegierinck, M. Lohman 2016. Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2015. Deel II: Methodes. Wageningen Marine Research, Research rapport C115/16, IJmuiden
- Van der Winden J., 2017. Monitoringsplan Marker Wadden 2017-2022. Opzet gewenste monitoring en onderzoeken en samenhang met bestaande programma's. Rapport 2017-01, Jan van de Winden Ecology, Utrecht.

- Van der Winden J., Tussenrapportage Marker Wadden 2017-2019
- Woutersen A. 2017. The relation between turbidity and the phytoplankton community composition and the subsequent implications for the zooplankton community composition in lake Marker (the Netherlands). Masters Thesis UvA, Amsterdam.