

Milieueffectrapport ten behoeve van het bestemmingsplan Marker Wadden



Definitief

Gemeente Lelystad / Natuurmonumenten

juni 2013

Milieueffectrapport ten behoeve van het bestemmingsplan Marker Wadden

Definitief

dossier : BA8757-102-104

registratienummer : AM-AF20130454/ES

versie : 3.0

classificatie : openbaar

Gemeente Lelystad / Natuurmonumenten

juni 2013

0	SAMENVATTING PLAN-MER MARKER WADDEN	5
0.1	Een plan-MER voor het bestemmingsplan Marker Wadden	5
0.2	Waarom Marker Wadden?	5
0.3	Hoe gaat Marker Wadden er uitzien en wat is de verwachte winst ervan?	6
0.4	Waarom Marker Wadden op deze locatie?	8
0.5	Marker Wadden en het bestemmingsplan	9
0.6	Hoe komt Marker Wadden tot stand?	10
0.7	Milieueffecten van Marker Wadden	12
0.8	Wat weten we nog niet zeker?	16
1	MILIEUEFFECTRAPPORTAGE VOOR BESTEMMINGSPLAN 'MARKER WADDEN'	17
1.1	Aanleiding	17
1.2	Een milieueffectrapportage voor 'Marker Wadden'	17
1.3	Leeswijzer	18
2	PROBLEEM- EN DOELSTELLING	19
2.1	Het Markermeer	19
2.2	De beleidscontext	20
2.3	Het ecologisch probleem van het Markermeer	21
2.4	Doelstellingen Marker Wadden	22
3	ZOEKLOCATIES VOOR MARKER WADDEN	25
3.1	Beschouwde alternatieve locaties	25
3.2	Locatiekeuze natuureiland	29
4	HET VOORNEMEN 'MARKER WADDEN'	30
4.1	Plan- en studiegebied	30
4.2	Achtergronden van het voornemen	31
4.3	Het bestemmingsplan Marker Wadden	33
4.4	Hoofdpijnen van de realisering van het voornemen	33
4.5	Bandbreedtes binnen de wijze van aanleg	35
4.6	Te nemen besluiten om de uitvoering te kunnen realiseren	44
5	GEVOLGEN MARKER WADDEN OP SYSTEEMNIVEAU MARKERMEER	45
5.1	Inleiding	45
5.2	Beschrijving van het voedselweb	45
5.3	Directe effecten onderwaterlandschap	50
5.4	Directe effecten bovenwaterlandschap	50
5.5	Te verwachten effecten voor het Markermeer & IJmeer	51
6	EFFECTEN OP HET MILIEU	54
6.1	Inleiding	54
6.2	Water en bodem	55
6.3	Natuur	81
6.4	Visserij	98
6.5	Veiligheid	102
6.6	Landschap	108
6.7	Cultuurhistorie en archeologie	115
6.8	Recreatie	119
6.9	Leefomgeving	124
6.10	Kabels en leidingen	131
6.11	Samenvattende conclusies milieueffecten	133

7	DOORKIJK NAAR HET EINDBEELD EN BEHEER VAN 10.000 HECTARE IN 2050	136
8	LEEMTEN IN KENNIS EN MONITORING	138
8.1	Leemten in kennis die samenhangen met de uitvoering	138
8.2	Leemten in kennis voetafdruk van Marker Wadden	141
8.3	Leemten in kennis doelrealisatie	142
8.4	Monitoring	144
	COLOFON	147

BIJLAGE

1	Geraadpleegde literatuur
2	Beleid, wet- en regelgeving
3	Kaarten geluid (35 dB(A) en 60 dB(A))
4	Achtergrondrapport Water en Bodem
5	Passende Beoordeling

0 SAMENVATTING PLAN-MER MARKER WADDEN

0.1 Een plan-MER voor het bestemmingsplan Marker Wadden

Voor U ligt het plan-MER bij het ontwerp-bestemmingsplan 'Marker Wadden' van de gemeente Lelystad. Dit plan-MER heeft tot doel om de milieueffecten van het bestemmingsplan in beeld te brengen en om bovendien inzichtelijk te maken dat dit bestemmingsplan past binnen de kaders van wet- en regelgeving. Het bestemmingsplan maakt de realisering van Marker Wadden voor de eerstkomende 10 jaar ruimtelijk mogelijk. Voor het Markermeer binnen de gemeente Lelystad geldt nu nog geen bestemmingsplan.

Het opstellen van een milieueffectrapport (MER) voor dit bestemmingsplan is wettelijk verplicht. Dit omdat het plan een grootschalige verandering in het Markermeer beoogt, die mogelijk aanzienlijke milieueffecten kan hebben. Een tweede reden is dat niet op voorhand is uit te sluiten dat er effecten ontstaan op natuurwaarden die op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn beschermd.

0.2 Waarom Marker Wadden?

Het concept Marker Wadden is door Natuurmonumenten geïnitieerd. Natuurmonumenten wil op deze wijze een belangrijke bijdrage leveren aan herstel en ontwikkeling van het ecosysteem van het Markermeer. Het voornemen is om dit te doen door een combinatie van maatregelen gericht op met name vermindering van de slibproblematiek van het Markermeer, het vergroten van de biodiversiteit en het ontwikkelen van overgangszones tussen water en land.

Het Markermeer is met 70.000 hectare één van de grootste natuurgebieden en zoetwatermeren van Nederland en Europa. Desondanks heeft het Markermeer ecologisch gezien verschillende problemen. Door de aanleg van dammen en dijken (zoals het afsluiten van het IJsselmeer door de Afsluitdijk en de aanleg van de Houtribdijk) is de natuurlijke dynamiek in het Markermeer voor een groot deel aan banden gelegd. Hierdoor hoopt zich slib op in het meer. Dit slib maakt het water in het Markermeer troebel. Het beperkt de aanwas en groei van algen en bodemfauna, driehoeksmosselen, zoöplankton en vis. Er is daarom te weinig voedsel voor vogels beschikbaar. De hoeveelheid watervogels neemt dan ook af, met als gevolg dat de gehele ecologische kwaliteit van dit natuurgebied achteruit gaat. Deze trend manifesteert zich al meerdere jaren en alles wijst erop, dat zonder maatregelen de kwaliteit van het Markermeer verder zal verslechteren. Daarnaast ontbreekt het in het Markermeer aan natuurlijke moeras- en oeverzones. Overgangen tussen dijk en diep water verlopen in het Markermeer bijna overal abrupt. Dat is historisch zo gegroeid. Als gevolg hiervan heeft het Markermeer minder ecologische variatie dan vergelijkbare grote zoetwatermeren elders.

Wil het Markermeer als internationaal natuurgebied duurzaam kunnen voortbestaan, dan zal er iets met het ecosysteem moeten gebeuren.

De beleidscontext

Decennia lang was het Markermeer gereserveerd voor de afronding van de Zuiderzeewerken met de beoogde aanleg van de Markerwaard. Met de vaststelling van de Nota Ruimte in 2006 werd de reservering voor inpoldering definitief ingetrokken. Met dit besluit lag de toekomst van het Markermeer weer open.

De afgelopen jaren hebben overheden en maatschappelijke organisaties zich samen gebogen over een visie op deze toekomst. Dat heeft ertoe geleid, dat eind 2009 het toenmalige kabinet de uitgewerkte lange termijnvisie, die uit dit proces naar voren kwam, heeft overgenomen in de zogeheten RAAM-brief aan de Tweede Kamer. Centraal in deze brief staat een drievoudige ambitie voor verstedelijking, bereikbaarheid en natuur. In de RAAM-brief wordt de totstandkoming van het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (zie tekstkader) naar voren gebracht als het verbindend element in de integrale ontwikkeling van de Noordvleugel van de Randstad tot een internationaal concurrerende topregio. Onderdeel van het TBES is een grootschalige en dynamische land-waterzone, die is beoogd in het noorden van het Markermeer.

Deze drievoudige ambitie is inmiddels verder uitgewerkt in de recent verschenen ontwerp-Rijksstructuurvisie. In deze Rijksstructuurvisie is vastgelegd, dat deze ambitie wordt waargemaakt door eerst te starten met de realisering van het TBES, vóór dat andere ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk worden gemaakt. In deze aanpak vervult Marker Wadden een belangrijke rol.

Het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem is een antwoord op de achteruitgang van de natuurwaarden van het Markermeer. Op basis een verkenning van de belangrijkste ecologische knelpunten zijn oplossingen aangedragen voor een robuuster en natuurlijker Markermeer.



Doelen:

Helder én troebel water,
Slibbeheersing,
Land-waterovergangen,
Ecologische verbindingen

Maatregelen:

- Grootschalig moeras
- Luwtmaatregelen
- Vooroevers
- Lepelaareiland
- Vispassages

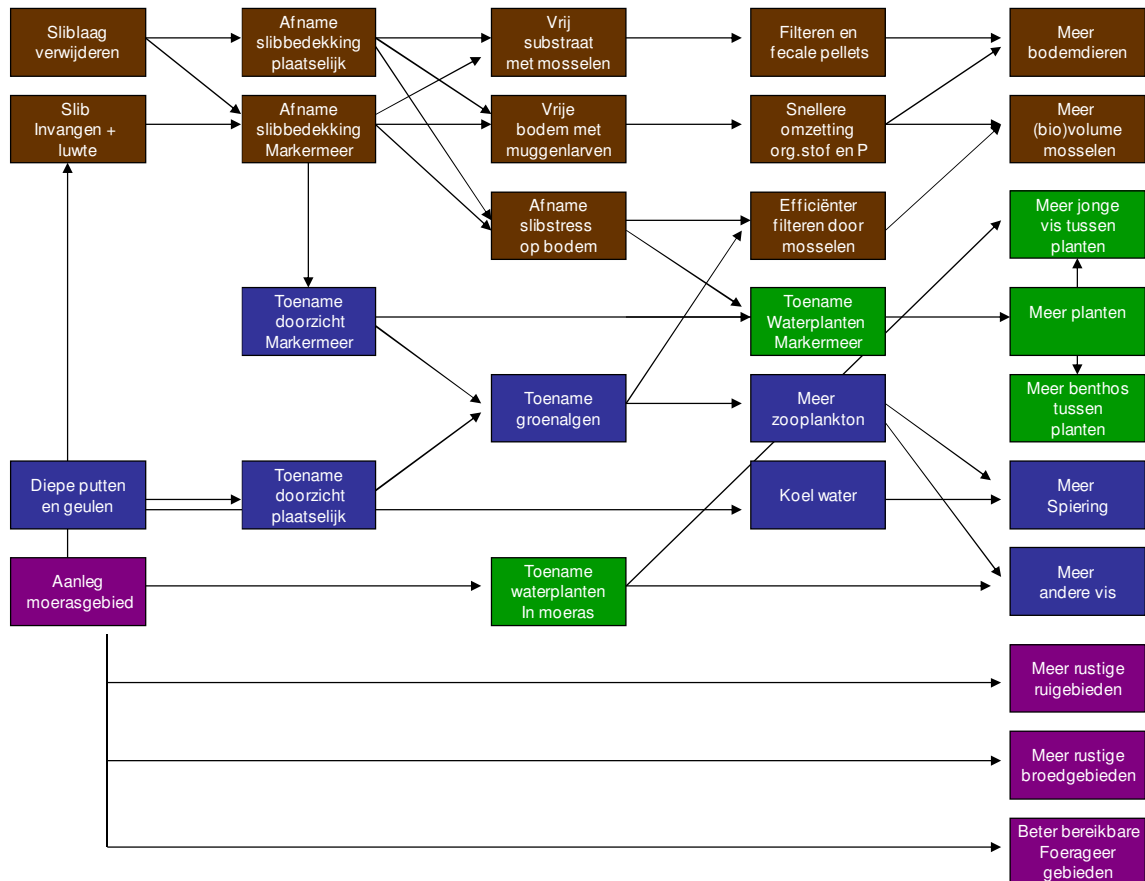
Doel van Marker Wadden is daarom het bewerkstelligen van een robuust herstel van het ecosysteem van het Markermeer door het verbeteren van de productiviteit van het open water en het toevoegen van moerasgebieden in de vorm van eilanden. Binnen dit programma is er volop ruimte voor de mens om deze nieuwe natuur te kunnen beleven. Het einddoel van Marker Wadden is een natuurgebied van circa 4500 hectare bovenwaterlandschap en 5500 hectare onderwaterlandschap. Met het bestemmingsplan wordt de realisering van een substantiële eerste stap op weg naar dat einddoel mogelijk gemaakt.

0.3 Hoe gaat Marker Wadden er uitzien en wat is de verwachte winst ervan?

Ten opzichte van wat er nu is, zullen er grote veranderingen ontstaan boven én onder water. Het zichtbare deel (het 'bovenwaterlandschap' zal na verloop van tijd bestaan uit een archipel met slikken, zand- en schelpenbanken, ondiep water, oeverbegroeiingen, moeras en rietland. Om dit te kunnen maken, zal er onderwater ook het nodige veranderen. Er wordt een geulenstelsel gegraven in combinatie met diepe putten, het 'onderwaterlandschap'. Het materiaal dat hieruit vrijkomt wordt gebruikt voor het maken van het bovenwaterlandschap. Deze geulen en putten gaan vervolgens slib invangen, en dat slib wordt weer gebruikt om natuur in de archipel te bouwen. Dit bouwen is proces van vele jaren. De verwachting is dat gedurende de looptijd van het bestemmingsplan (10 jaar) de eerste 1500 ha bovenwaterlandschap kan worden gemaakt.



In deze periode ontstaat er niet alleen nieuwe natuur, maar zal het Markermeer ook helderder worden en daarmee ecologisch aan kwaliteit winnen, omdat geleidelijk steeds meer slib wordt vastgelegd. De 'winst' van Marker Wadden strekt zich dus verder uit dan alleen het deel van het Markermeer waarvoor het bestemmingsplan wordt gemaakt. De verwachting is, dat Marker Wadden langs verschillende wegen volgende positieve effecten voor het Markermeer gaat opleveren. Onderstaande figuur illustreert dat.



Belangrijke veranderingen die worden verwacht zijn onder andere:

- Het graven geulen en putten levert een meer afwisselend onderwaterlandschap op. De diepe putten kunnen fungeren als koel refugium voor spiering in warme perioden en als relatief warm refugium tijdens koude perioden. De aanleg van (overspoelbare) zand- en schelpenbanken ter hoogte van het Enkhuizerzand zorgt voor een toename van luwte en voor meer geschikt milieu voor de ontwikkeling van driehoeksmosselen en waterplanten.
- Er wordt slib aan het systeem onttrokken. Het doorzicht van het water neemt toe. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van groenalgen in het water, een belangrijke voedselbron voor vis zoals spiering. Er ontstaan aan de rand van de geulen slibvrije randen waar het bodemleven met onder meer driehoeksmosselen zich kan herstellen.
- Door de aanleg van het eiland ontstaan andere stromingspatronen en opwaaiingscondities ter plaatse van Marker Wadden. Toenemende stroming langs de randen van het eiland leidt plaatselijk tot erosie van de sliblaag met betere kansen voor ontwikkeling van bodemleven. Het ontstaan van grotere oppervlakten luw en helder water is gunstig voor de ontwikkeling van waterplanten. Zeker op het ondiepe Enkhuizerzand mag deze ontwikkeling worden verwacht. Met Marker Wadden krijgt de autonome ontwikkeling van waterplanten in het Markermeer een extra impuls.
- Het natuureiland zelf geeft een impuls aan ontwikkeling van water- en moerasvegetaties. Voor een breed scala aan soorten krijgt dit moeras een functie als voedsel-, rust- en ruijhabitat. Bovendien kan het moeras als kraamkamer voor vis gaan fungeren.

Een beter functionerend Markermeer is goed voor de natuur in de hele regio. Marker Wadden kan gaan werken als een 'stapsteen' tussen natuurgebieden in Flevoland (bijvoorbeeld Oostvaardersplassen) en de veenweidegebieden in Noord-Holland. Water- en moerasvogels krijgen zo de beschikking over een groter oppervlakte geschikt gebied om voedsel te zoeken, te ruien of te rusten.

Natuurontwikkeling van dit kaliber kent altijd een zekere mate van onvoorspelbaarheid. Ook al weten we veel van het Markermeer, het blijft vooraf lastig in te schatten hoe snel en in welke omvang verbeteringen in het ecosysteem van het Markermeer optreden. Daarom wordt Marker Wadden stapsgewijs en gefaseerd gemaakt, met een 'knip' in het beoogde areaal van 1500 ha bovenwaterlandschap. Er wordt begonnen met een eerste fase van 500 ha. Daarna – in de tweede helft van de bestemmingsplanperiode – komt de tweede fase met nog eens 1000 ha aan bod. Tijdens de aanleg worden de effecten gemonitord, en de informatie die dat oplevert wordt benut om onderweg bij te sturen. Het maken van Marker Wadden is dus ook een leerproces dat waardevolle inzichten gaat opleveren voor vervolgstappen en mogelijk ook voor toepassingen elders.

0.4 Waarom Marker Wadden op deze locatie?

Het maken van Marker Wadden leidt tot een grote verandering ten opzichte van de bestaande toestand. Daarom is het zaak, om bij die verandering de bestaande functies en kwaliteiten van het Markermeer zoveel mogelijk te ontzien. Er is dan ook vooraf verkend, waar Marker Wadden het minste effect op die bestaande functies en kwaliteiten. Drie mogelijke locaties zijn er in beschouwing genomen:

1. De kust van Noord-Holland: deze kust heeft met zijn oude stadjes een grote cultuurhistorische en recreatieve waarde. Ook de beleving van het open water vanaf het land is hier een factor van betekenis. Marker Wadden op deze plek zou afbreuk doen aan deze kwaliteiten. Bovendien herstelt de natuur zich langs de Noord-Hollandse kust al uit eigen beweging, zij het langzaam. Daarom is deze locatie afgevalen.
2. De kuststrook tussen Almere – Lelystad heeft weliswaar niet de boven genoemde bezwaren, maar is desondanks evenmin een verstandige keuze en daarom ook afgevalen. Dat komt omdat de eenvormige meerbodem (klei en slib) en de relatief beperkte waterdynamiek geen goede uitgangssituatie is voor de gewenste ontwikkelingen. Tenslotte is langs deze kuststrook sprake van drukke beroeps- en recreatievaart. Grootschalige natuurontwikkeling kan hiermee botsen.
3. De derde beschouwde locatie - en deze is uiteindelijk gekozen - is het open water tussen Lelystad en Enkhuizen. Deze locatie kent niet de bezwaren van de andere twee. Er zijn weinig actuele natuurwaarden en het water wordt relatief weinig door andere functies zoals recreatie en visserij gebruikt. Ter plaatse bestaat de bodem uit slib en zand, en tenslotte ligt de locatie vol in de zuidwestenwind. Dat maakt dat hier veel dynamiek van waterbeweging en slib optreedt, en er dus goede vooruitzichten zijn voor natuurontwikkeling.

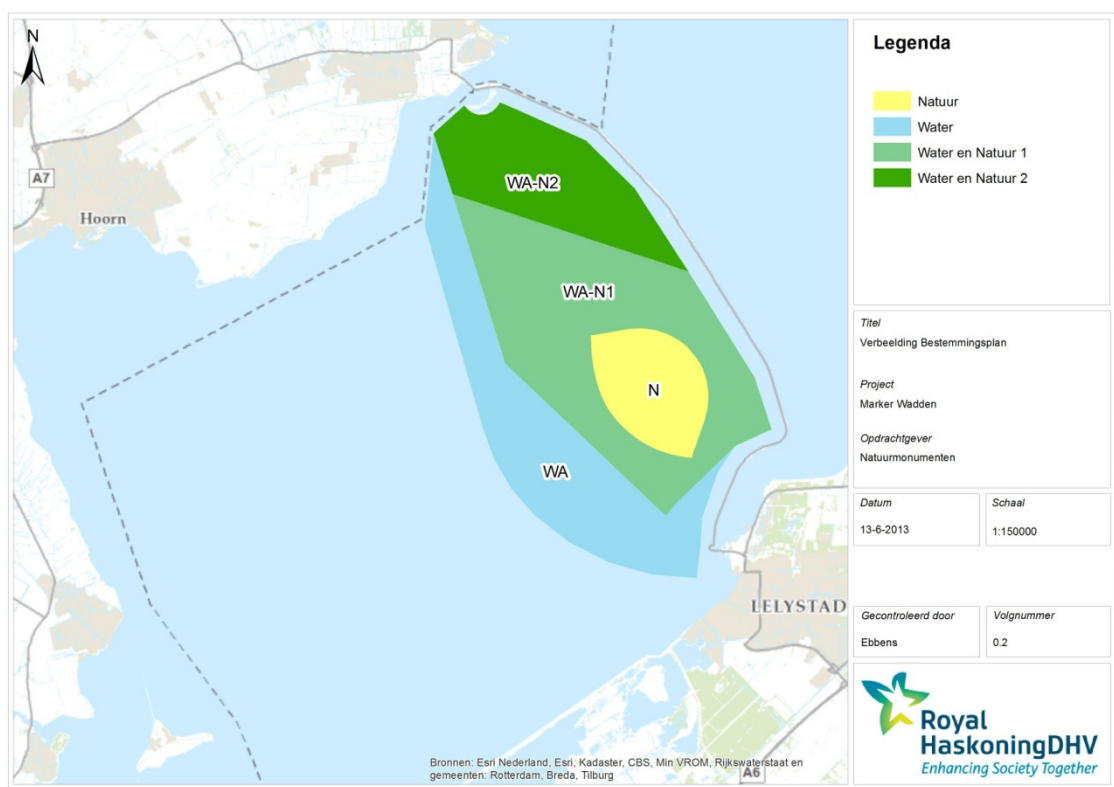
Op de gekozen locatie is vervolgens overwogen of natuur gemaakt zou moeten worden in de vorm van een eiland of aansluitend op het vasteland of de Houtribdijk. Vooral de laatste optie leek aantrekkelijk, omdat de dijk aan verbetering toe is. In dat geval zouden dijkverbetering en natuurontwikkeling gecombineerd kunnen worden. Dat bleek helaas niet te kunnen. Zo'n koppeling bleek niet alleen beperkingen op te leggen aan de ambities voor Marker Wadden, maar ook aan de mogelijkheden om de veiligheid van de dijk te waarborgen. Daarom is van koppeling afgezien.

Een eiland in het Markermeer bleek deze bezwaren niet te hebben, maar wel diverse belangrijke voordelen. Een eiland biedt de mogelijkheid om een rustige plaats, ver van bebouwing, te kiezen. Daarnaast ontstaat achter een eiland een luw milieu, wat voor natuur gunstig is. Tenslotte past een eiland goed in het recreatieve 'pakket' van het Markermeer: een mooie bestemming voor varende recreanten, een vogelparadijs ver van de drukte van steden en wegen.

0.5 Marker Wadden en het bestemmingsplan

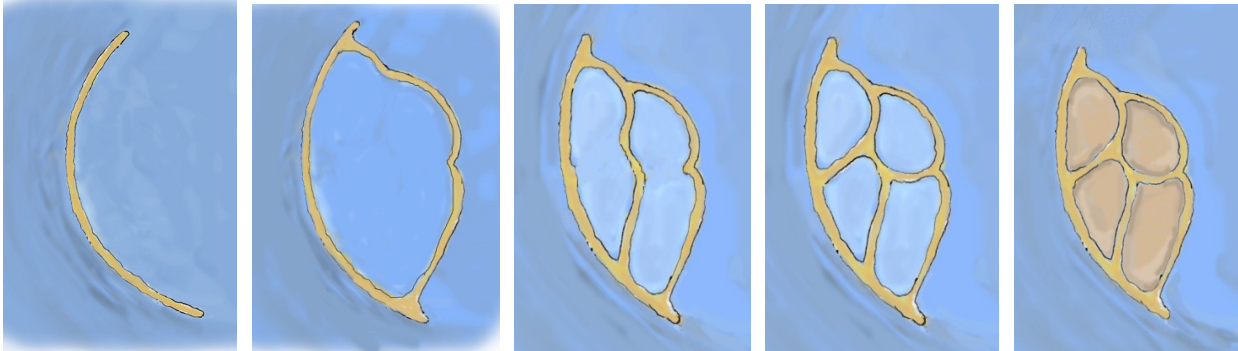
De gekozen locatie van Marker Wadden ligt binnen de gemeente Lelystad. Daarom heeft de gemeente nu een bestemmingsplan opgesteld, dat het mogelijk maakt om de komende 10 jaar de eerste 1500 ha van het bovenwaterlandschap van Marker Wadden te realiseren. Dit deel van het water krijgt in het bestemmingsplan de bestemming 'Natuur'. Een groter deel van het water wordt gebruikt om het onderwaterlandschap te maken. Dit deel krijgt in het bestemmingsplan de bestemming 'Water en Natuur' of 'Water', afhankelijk van de ligging. Binnen dit gedeelte is het ondiepe Enkhuizerzand apart in het bestemmingsplan aangegeven. Dit is gebeurd omdat hier ook een klein deel bovenwaternatuur in de vorm van zand- en schelpbanken mogelijk wordt gemaakt.

Het is nadrukkelijk de bedoeling dat mensen van Marker Wadden kunnen genieten. Het bestemmingsplan biedt daarom de ruimte om via een wijzigingsbevoegdheid de ontwikkeling van bescheiden recreatieve voorzieningen op het natuureiland mogelijk te maken. Denk daarbij bijvoorbeeld aan een kleine passantenhaven, een klein bezoekerscentrum, vogelkijkhutten en dergelijke. De bedoeling is wel dat er ook grote delen van het gebied rustig blijven. Daarom zijn deze voorzieningen vooral op de zuidwestzijde van het toekomstige natuureiland gedacht.



0.6 Hoe komt Marker Wadden tot stand?

Er ligt nog geen uitgewerkt plan voor Marker Wadden. Maar er zijn al veel verkenningen uitgevoerd naar de manier waarop Marker Wadden gemaakt kan worden, en tot welke ruimtelijke contouren dat maakproces kan leiden. In grote lijnen wordt het natuureiland gemaakt door achter een rand het water gecompartmenteerd op te vullen met slib, afkomstig uit de te graven putten en geulen. Zo ontstaat een cluster van 'atollen' die gezamenlijk een eiland vormen.



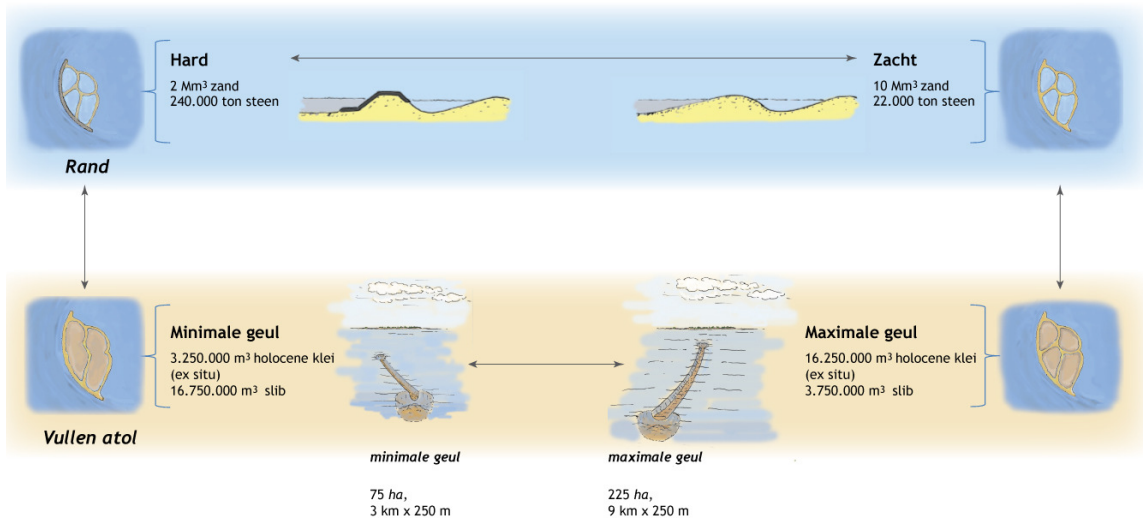
Dit gebeurt in een drietal stappen:

1. De rand van het eiland wordt aangelegd, waarbinnen de luwte ontstaat die nodig is om met het slib te kunnen bouwen zonder dat het weer wegspoelt. De rand kan volledig van zand (zachte rand) of met stenen worden beschermd (harde rand) tegen golfslag. De basis van de rand bestaat uit zand dat gewonnen wordt uit de te graven put(ten). De rand wordt zo aangelegd dat deze in de beginfase voldoende bescherming biedt tegen golfslag, zonder dat hiermee alle mogelijke dynamiek van golven en peilwisselingen binnen het eiland verdwijnt.
2. Het materiaal dat bij het graven van de putten en geulen vrijkomt wordt benut voor de eerste opvulling van de atollen binnen het eiland. Afhankelijk van de wijze waarop de winning plaatsvindt (knijpen of hydraulisch) wordt het (holocene) materiaal gebruikt voor de tussenkades.
3. Het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten vangt slib uit het Markermeer in. Zodra er voldoende slib is ingevangen wordt het slib verpompt naar de atollen. Indien er onvoldoende natuurlijke aanslibbing in het geulensysteem is, wordt de natuur door middel van hydrojetten (een soort slibblazer, die het slib verplaatst naar de gewenste locatie) een handje geholpen. Doordat tegelijk aan het slib hangend water uit de atollen wordt teruggepompt in het Markermeer, neemt de dichtheid van het slib in de atollen toe. Bij een voldoende dichtheid aan slib begint een proces van korstvorming binnen de atollen en ontstaat er 'land'.

Zodra het eerste atol er ligt ontstaat daarachter een luwte, waarna verdere atollen in de luwte kunnen worden gebouwd. Voor deze atollen is dan een minder zwaar uitgevoerde rand voldoende. Zo min als er een uitgewerkt inrichtingsplan ligt, is er in dit stadium nog geen vastomlijnd beeld over de manier waarop en de snelheid waarmee deze stappen worden uitgevoerd. Het ligt in de bedoeling om de manier van uitvoering straks plaats vindt via de markt (dus door de aannemers) te laten uitwerken. Omdat juist het maken van Marker Wadden de grootste kans heeft op het optreden van ongewenste milieueffecten, is in dit MER verkend wat de variatie in keuze van uitvoeringswijze is en in het tempo van uitvoering is (de 'bandbreedte'). Aan de hand daarvan is bepaald wat de maximale milieueffecten van de uitvoering kunnen zijn. Voor dit plan-MER is een keuze tussen de hieronder beschreven varianten nog niet aan de orde.

Welke varianten zijn er voor de uitvoering?

Voor de rand van het eiland zijn twee varianten denkbaar: een zachte variant (stranden) en een harde variant met stortstenen (dijk). Voor de rand aan de westzijde is ook een tussenvorm mogelijk, namelijk een vooroeverdam met bekleding van steen met daarachter een strand. Bij alle varianten is zand nodig. De bandbreedte in de hoeveelheid zand dat nodig is voor realisatie van de rand voor de 1^e fase (500ha) ligt tussen 2 miljoen en 10 miljoen m³. Aan steen wordt minimaal 22.000 ton ingezet bij een zachte rand en maximaal 240.000 ton bij een volledig harde rand. Behalve voor de rand is er ook grond nodig voor vulling van de atollen. Deze hoeveelheid wordt bepaald door de verhouding waarin slib en klei worden ingezet bij het vullen van de atollen (inclusief het maken van tussenranden). Dit is afhankelijk van de hoeveelheid zand en klei die vrijkomt door het graven van de geulen. Om zeker te zijn van een jaarlijkse invang van slib uit het systeem is er een ondergrens vastgesteld voor het oppervlakte aan slibgeulen van 75 hectare (3 km bij 250 m) per geul. Kostentechnisch gezien lijkt de realisering van 225 ha (9 km bij 250 m) aan geulen maximaal.



Naast een bandbreedte van toe te passen materialen is er bij de aanleg ook sprake van varianten op het punt van in te zetten materieel en de duur van de uitvoeringsperiode. Voor het in beeld van de milieueffecten in dit plan-MER zijn vier uitvoeringsvarianten ontwikkeld. Afhankelijk van het gewenste tempo en van de – nog onbekende – meest efficiënt geachte inzet van technische en financiële middelen kan voor de uitvoering van de eerste 500 hectare gekozen worden voor de volgende opties:

- 1) Intensief en snel; deze variant wordt gekenmerkt door de inzet van relatief veel materieel in een relatief kort tijdsbestek, waardoor snel en compact de eerste 500 hectare natuurlandschap gerealiseerd kan worden. In deze variant wordt 24 uur per dag, 7 dagen in de week gewerkt.
- 2) Intensief en snel zonder nachtperiode. In deze uitvoeringsvariant wordt er maximaal van 07.00 tot 23.00 uur gewerkt. Hierdoor neemt de intensiteit van het materieel af, maar is de uitvoeringsperiode grofweg anderhalf keer langer dan bij uitvoeringsvariant 1 'snel en compact'.
- 3) Intensief en snel, met zand van elders. Het kan (zowel technisch als financieel) nodig zijn om materiaal (en dan met name zand) van buiten het plangebied te gebruiken voor de bouw van het natuurlandschap. Dit materiaal wordt dan bijvoorbeeld vanuit een andere zandwinlocatie of depot aangevoerd door schepen. Aangezien er minder 'gebiedseigen zand' gebruikt wordt neemt, in vergelijking met uitvoeringsvariant 1 en 2, in deze variant het aantal cutterzuigers af en het aantal schepen met beunbakken en aantal kranen toe.
- 4) Beperkte hoeveelheid materieel, realisatie over langere periode. Deze variant wordt gekenmerkt door de inzet van een relatief beperkte hoeveelheid materieel in een langer tijdsbestek. Er wordt circa twee jaar uitgetrokken om de randen van de atollen te bouwen; het dubbele in vergelijking met variant 1.

De beschreven varianten voor de aanleg hebben in eerste instantie betrekking op de realisering van de eerste 500 ha van Marker Wadden. Ervaringen die in deze fase met de aanleg zijn opgedaan, worden gebruikt om de aanlegmethode bij de volgende 1000 ha binnen de planperiode te verbeteren op punten zoals efficiëntie, kosteneffectiviteit en gevolgen voor het milieu.

0.7 Milieueffecten van Marker Wadden

Ofschoon Marker Wadden tot doel heeft om een betere toestand van het milieu te bereiken, is het nodig om voor het bereiken van dit doel fors in te grijpen in het bestaande systeem. Dit kan tot gevolg hebben, dat bestaande, kwetsbare natuurwaarden in omvang en/of kwaliteit achteruit gaan. Ook al gaat het bij de aanleg om tijdelijke – zij het over meerdere jaren optredende – effecten, een dergelijke achteruitgang kan ook juridische gevolgen hebben wanneer deze in strijd zou zijn met wet- en regelgeving van Nederland en Europa. Een tweede mogelijk effect kan zijn, dat de aanwezigheid van Marker Wadden blijvend ten koste gaat van bestaande kwetsbare natuurwaarden, kwaliteiten en functies in het en om het Markermeer.

Om een goed besluit over het bestemmingsplan te kunnen nemen is in het plan-MER verkend, in hoeverre de uitvoering van het bestemmingsplan kan leiden tot aanzienlijke milieueffecten, en onder welke condities deze effecten kunnen worden voorkomen of beperkt. De juridische toelaatbaarheid van het bestemmingsplan wordt vooral bepaald door de europeesrechtelijke bescherming van het Markermeer via de Vogel- en de Habitatrichtlijn. Deze bescherming is in de Natuurbeschermingswet 1998 uitgewerkt. Om deze toelaatbaarheid van het bestemmingsplan te onderzoeken is een zogeheten Passende beoordeling opgesteld. Deze Passende beoordeling vormt één geheel met het plan-MER.

Hieronder leest U een overzicht van de belangrijkste milieueffecten van Marker Wadden. Eerst wordt ingegaan op de effecten van de aanleg. In deze fase is immers de kans op negatieve effecten het grootst. Vervolgens wordt ingezoomd op de effecten van aanwezigheid van Marker Wadden. Centraal staan daarbij de effecten van de maximale invulling van het bestemmingsplan (1500 ha bovenwaterlandschap). Waar dat tot belangrijke verschillen in effecten leidt, is kort ingegaan op de effecten van de aanwezigheid van de eerste fase van 500 ha Marker Wadden.

De beschrijving van effecten is uitgevoerd aan de hand van de volgende thema's:

- Bodem en water
- Ecologie (inclusief Passende Beoordeling)
- Visserij
- Beroepsvaart
- Landschap
- Cultuurhistorie en archeologie
- Recreatie
- Leefomgeving
- Kabels en leidingen.

Effecten van de aanleg

De belangrijkste effecten op bodem en water worden veroorzaakt door het graven van putten en geulen en het verplaatsen van slib. Een in het oog springend effect is vertroebeling van het water. De mate waarin dit optreedt, is afhankelijk van het weer. In geval van windstil weer is de vertroebeling verhoudingsgewijs groot, maar de verspreiding juist weer klein. Bij omstandigheden met meer wind neemt het beïnvloedingsgebied toe, maar is het water al troebel van zichzelf. Het areaal water dat door Marker Wadden maximaal wordt vertroebeld, bedraagt 55 tot 95 ha. Deze vertroebeling zal, gezien de afstand, niet leiden tot meer onderhoudsbaggerwerk in de vaargeul Amsterdam-Lemmer. Het proces van het invangen van mobiel slib begint al in de aanlegfase, wanneer delen van het onderwaterlandschap gemaakt zijn. Het proces tot verbetering van het doorzicht van het Markermeer komt dan ook al in de aanlegfase op gang.

Het graven van putten en geulen heeft een tijdelijke toename van kwel in de Flevopolder tot gevolg. Het effect is tijdelijk, omdat het slib in het water ervoor zorgt, dat de doorlatendheid van de meerbodem (en daarmee de extra kwel) snel afneemt. De tijdelijke toename van kwel leidt tot een toename van de hoeveelheid te verpompen water van minder dan 1 %.

Aanleg van Marker Wadden heeft geen effect op de chemische kwaliteit van water en bodem. De waterbodem van het Markermeer is schoon en voldoet nu aan klasse A of aan de achtergrond waarden. Tijdens de aanleg neemt lokaal de fosfaatconcentratie toe door het slibvrij maken van de waterbodem.

Voor ecologie betekent de aanlegfase meer verstoring in een nu rustig deel van het Markermeer. Deze verstoring, gevoegd bij een verwachte toenemende verstoring door recreatief medegebruik – zo'n nieuw project wekt de nieuwsgierigheid van toervaarders – kan ertoe leiden dat de kwaliteit van het ruigebied van een aantal watervogels (met name fuut en kuifeend) wordt aangetast. Omdat deze soorten nu al kwetsbaar zijn, is niet uit te sluiten dat hier sprake is van een significant effect zoals bedoeld in de Natuurbeschermingswet. Dit effect is echter gemakkelijk te mitigeren door indien nodig ruigebieden in het ruseizoen te vrijwaren van recreatie. Voor het overige blijkt uit de Passende Beoordeling dat significante effecten zijn uit te sluiten. Omdat er niet of nauwelijks via de Flora- en faunawet beschermde soorten voorkomen binnen de grenzen van het bestemmingsplangebied, staat deze wet de uitvoering van het bestemmingsplan niet in de weg.

Door de aanleg van Marker Wadden zal het areaal voor de visserij geleidelijk beperkt afnemen. De visstand zal tijdens de aanlegfase niet worden beïnvloed.

Ook op de beroeps- en recreatievaart kunnen zich effecten tijdens de aanlegfase voordoen. Dit is het geval wanneer zand van elders wordt aangevoerd. In dat geval kan het aantal passages van de Houtribsluizen tijdelijk met maximaal 13 % toenemen. Als gevolg hiervan kunnen de wachttijden voor de beroepsvaart bij de Houtribsluizen tijdelijk oplopen. Verder doorkruist de vaarroute Lelystad-Krabbersgat het gebied waar Marker Wadden wordt aangelegd. Dit kan hinder voor de scheepvaart op deze route opleveren. Het is echter geen veel gebruikte route. Bovendien kunnen problemen tijdens de aanleg worden voorkomen door informeren en geleiden van de scheepvaart.

Effecten op het landschap ontstaan pas wanneer er zichtbare delen van Markerwadden klaar zijn en komen dus verderop aan bod. Effecten op archeologie kunnen optreden, wanneer bij het graven van putten en geulen objecten in de bodem verstoord worden. Om deze effecten voor te zijn, zal er nader onderzoek plaatsvinden zodra bekend is waar er precies gegraven wordt. Wanneer uit dit onderzoek naar voren komt, dat er objecten in de bodem zitten die beschermd moeten worden, zijn gepaste vervolgmaatregelen in het kader van de archeologische monumentenzorg aan de orde.

Ofschoon het plangebied ver van de bebouwing ligt, zijn effecten op de leefomgeving tijdens de aanleg niet uit te sluiten. Dat komt vooral omdat Markermeer als stiltegebied is aangewezen. Het materieel waarmee Marker Wadden wordt gebouwd produceert per definitie geluid, ongeacht de te kiezen variant, en daarmee worden de grenswaarden voor stiltegebieden (omgevingsverordening provincie Flevoland) overschreden. Overigens blijft de 60 dB-contour bij de aanleg van Marker Wadden in alle varianten op grote afstand van de woonbebouwing. Dit geldt eveneens voor de 50 dB-contour. Wel is het zo dat in de variant 'aanvoer zand van elders' de geluidcontouren dichter naar woningen en andere geluidgevoelige bestemmingen toeschuiven, vanwege de extra vaarbewegingen, maar ook in die variant blijft de 50 dB-contour nog steeds op het water liggen.

Effecten van 1500 ha Marker Wadden

Door de aanwezigheid van 1500 ha ontstaat er in het algemeen een positief effect op bodem en water. Doordat de hoeveelheid mobiel slib in het systeem is afgenomen, verbetert het doorzicht en daarmee de ecologische waterkwaliteit. Deze effecten doen zich op kleinere schaal ook al voor, wanneer fase één van 500 ha is gerealiseerd. Binnen de termijn van het bestemmingsplan neemt de hoeveelheid mobiele slib af met 9 tot 30 miljoen m³, wat overeenkomt met circa 9% tot 30 % van totale mobiele slib in Markermeer. Als

gevolg daarvan is op langere termijn ook een vermindering van aanslibbing in de vaargeul te verwachten, met als gevolg minder onderhoudsbaggerwerk.

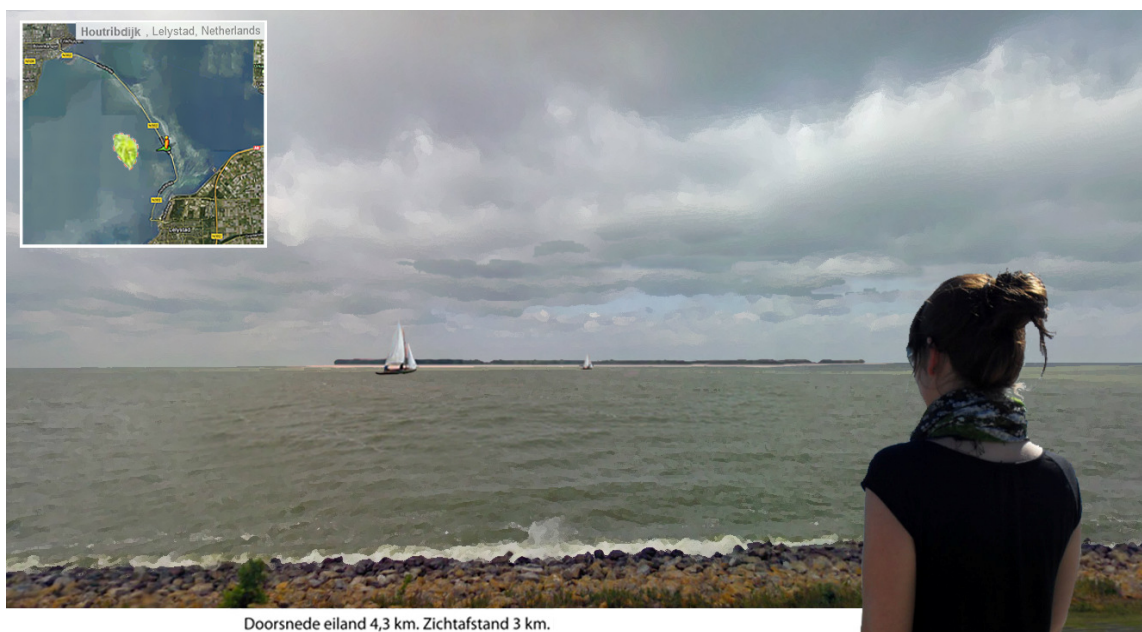
Momenteel is er geen fosfaatbalans van het Markermeer bekend. Als gevolg daarvan bestaan er onzekerheden over de effecten van Marker Wadden op de fosfaatconcentratie. De verwachting is dat het verbeterde doorzicht en de toegenomen ontwikkeling van waterplanten op de duur ertoe leidt dat de fosfaatconcentratie in de waterkolom iets toeneemt. Marker Wadden heeft een positief effect op de ecologische KRW-doelen. De omstandigheden voor vis, groenalgen en macrofauna zullen namelijk verbeteren. Deze verbetering is het grootst wanneer 1500 ha Marker Wadden is gerealiseerd.

De aanwezigheid van eilanden voor de Houtribdijk beperkt de golfloop op deze dijk. Dit is een positief effect vanuit het perspectief van waterveiligheid.

De realisering van Marker Wadden heeft een positief effect op ecologie. Voor alle vogels in het Markermeer zal de voedselsituatie beduidend verbeteren. Bovendien ontstaan er meer ondiepe en rustige plekken achter en tussen de atollen waar vogels kunnen rusten en ruïen. De instandhoudingsdoelen, die nu voor het Markermeer gelden, zullen zeker in de situatie dat 1500 ha is gerealiseerd, naar verwachting worden gehaald. Daarbij moet bedacht worden, dat de versturende effecten van de uitvoering het grootst zijn bij de start van de aanleg. Tegen het eind van de looptijd van het relatief bestemmingsplan zijn de positieve effecten van een groot oppervlak Marker Wadden dan ook groter dan de op dat moment beperkte negatieve effecten van een extensieve uitvoering. Positief effect van Marker Wadden is tenslotte dat aan het ecosysteem met het bovenwaterlandschap de component land-water-overgang wordt toegevoegd. Deze is nu niet of nauwelijks in het Markermeer aanwezig.

Door de aanwezigheid van Marker Wadden neemt het areaal dat voor de visserij beschikbaar is af. Bij realisatie van 1500 ha gaat het om een afname van ongeveer 2% van het wateroppervlak van het Markermeer en bij 500 ha is er sprake van een afname aan areaal van circa 0,7%. De visstand zal echter door de aanwezigheid van Marker Wadden verbeteren, met name wanneer sprake is van 1500 ha. Dit is gunstig voor zowel de recreatie- als de beroepsvisserij.

Effecten op de (nautische veiligheid voor) beroeps- en recreatievaart als gevolg van de aanwezigheid van Marker Wadden doen zich niet voor. Het beschikbaar wateroppervlak wordt weliswaar iets kleiner (zie bij visserij), maar het plangebied wordt nu ook niet of nauwelijks bevaren.



Met de komst van Marker Wadden wordt de openheid en de schaal van het landschap van het Markermeer kleiner. Dit effect, dat zich uit in de zichtbaarheid van Markerwadden vanaf de Oostvaardersdijk bij Lelystad en een deel van de Houtribdijk (tussen Houtribsluizen en Trintelhaven), treedt al op bij een bovenwaterlandschap van 500 ha. Marker Wadden kan worden beleefd in een gebied met een straal van ongeveer 7 km rondom het eiland. Met name indien als gevolg van (achterwege blijven van) beheer na verloop van tijd struwelen en bomen tot ontwikkeling komen, kan dit de openheid en schaal van het landschap veranderen. Aan de andere kant wordt met de komst van Marker Wadden een nieuw element aan het Markermeer toegevoegd dat zijn eigen waarde krijgt en dat onderdeel wordt van de cultuurhistorische 'herinneringswaarde' van het Markermeer. Er ontstaat zo ook een contrast met het karakter van het IJsselmeer.

Marker Wadden draagt bij aan een grotere diversiteit aan voorzieningen en doelen voor recreatie in het Markermeer. Dit effect doet zich al voor wanneer er 500 ha is gerealiseerd. Voorwaarde is wel, dat er dan invulling is gegeven aan de wijzigingsbevoegdheid zoals die ten aanzien van recreatie in het bestemmingsplan is opgenomen. Marker Wadden ligt tenslotte te ver van de bewoonde wereld om een rechtstreeks effect te hebben op de kwaliteit van de groene leefomgeving.

Onderstaande tabel presenteert een overzicht van de effecten van Marker Wadden.

Thema	Aspect	Toetscriterium	Aanleg	500ha	1500ha
Water en Bodem	Oppervlaktewaterkwantiteit	Waterbergend vermogen	0	0	- / 0
		Stroming	0	0 / +	+
		Onderhoudsbaggerwerk	0	0 / +	+
	Slibhuishouding	Afname slib Markermeer	+	+	+
	Oppervlaktewaterkwaliteit	Doorzicht	- / 0	0 / +	+
		pH	0	0	0
		Fosfaat	0	0	0
		Chemische parameters	0	0	0
		Ecologische waterkwaliteitsdoelen	- / 0	0 / +	+
	Grondwater	Verandering grondwater	- / 0	0	0
		Verontreiniging van grondwater	0	0	0
	Verontreiniging waterbodembodem	Verontreinigingen	0	0	0
	Waterveiligheid	Golfoploop bij omliggende dijken	0	0 / +	+
		Stabiliteit	0	0	0
Ecologie	Natura2000-gebieden	Instandhoudingdoelstellingen	- / 0	0 / +	+
	Beschermde soorten	Gunstige staat van instandhouding	0	0 / +	+
	Ecologische Hoofdstructuur	Wezenlijke kenmerken en waarden	- / 0	0 / +	+
Visserij	Visserij	Effect op areaal	- / 0	- / 0	- / 0
		Effect op de visstand	0	0 / +	+
Veiligheid	Nautische veiligheid	Nautische veiligheid beroepsvaart	- / 0	0	0
		Nautische veiligheid recreatievaart	- / 0	0	0
		Vlotheid van de beroepsvaart	0	0	0
Landschap	Landschap	Openheid en schaal	n.v.t.	- / 0	- / 0
		Patronen en elementen	n.v.t.	0 / +	0 / +
		Belevingswaarde	n.v.t.	+	+
Leefomgeving	Luchtkwaliteit	Bijdrage concentratie PM ₁₀ en NO ₂	0	0	0
	Geluidbelasting	Stiltegebied	-	0	0
		Geluidgevoelige bestemmingen	0	0	0
Kabel&Leiding	Kabels en leidingen	Noodzaak tot verleggen	0	0	0

0.8 Wat weten we nog niet zeker?

Marker Wadden is in zijn opzet en uitvoering een uniek en innovatief programma. Dit betekent dat de wijze van uitvoering nog niet op voorhand vaststaat. Daarom is er veel ruimte om op grond van voortschrijdend inzicht bij te sturen. Centraal daarbij staat het verder terugdringen van negatieve effecten en het stimuleren van positieve effecten. De leemtes in kennis waar we tegenaan lopen hebben betrekking op:

- De uitvoering;
- De manier waarop het ecosysteem reageert op de te nemen maatregelen;
- De mate waarin de doelen van Marker Wadden zullen worden bereikt

De uitvoering

De grond die voor Marker Wadden nodig is, wordt in beginsel ter plaatse gewonnen, maar we weten nog niet de exacte samenstelling van de ondergrond. Vooral voor het zand is dat belangrijk, omdat dit wordt gebruikt voor het maken van 'zachte' randen. Hoe grover het zand, hoe minder volume ervan nodig is. Aanvullend grondonderzoek zal daarom plaats vinden, vóór dat aan de uitvoering wordt begonnen. Voor de uitvoering is het bovendien belangrijk om te weten of de modelberekeningen over de invang van slib sporen met de werkelijkheid. Het slibmodel is een vereenvoudiging van deze werkelijkheid en de uitkomsten kunnen dus een grote bandbreedte hebben. Daarom is de input van het model conservatief ingeschat en is de door het model voorspelde snelheid en grootte van invang van slib aan de veilige kant. In samenhang daarmee is ook onzeker hoe effectief de maatregel hydrojetten is om slib naar de gewenste plek te brengen. Tenslotte is onzeker in welke mate ruiende vogels worden verstoord door uitvoering van Marker Wadden in combinatie met recreatie. Omdat een te grote verstoring significante effecten kan hebben, zal tijdens de uitvoering de ontwikkeling van de populaties ruiende vogels nauwlettend worden gevolgd, en zullen zo nodig effectbeperkende maatregelen worden getroffen.

Reactie ecosysteem op maatregelen

Binnen de atollen en achter de eilanden komt slib tot bezinking, maar we weten niet precies hoe snel dat gaat. Waarschijnlijkheid is deze snelheid van invloed op de vestiging van nieuw bodemleven, maar de precieze relatie tussen beide processen is niet helder. Dit zal in de praktijk ervaren moeten worden door middel van gerichte monitoring. Een tweede belangrijke leemte is de reactie van de populatie spiering op de maatregelen van Marker Wadden. Spiering is belangrijk voedsel voor vogels, maar is de laatste jaren afgenomen, zonder dat de oorzaken exact bekend zijn. Ondanks dat de oppervlakte diep water in het Markermeer met Marker Wadden afneemt, verwachten we dat vanwege de grotere beschikbaarheid van de voedselbron groenalgen de populatie spiering zich in gunstige zin zal ontwikkelen.

Doelbereik

De richting waarin het Markermeer zich ecologisch zal ontwikkelen als gevolg van Marker Wadden is in grote lijnen helder, maar de snelheid waarmee doelen bereikt kunnen worden is onzeker. Deze hangt onder meer af van de nalevering van slib vanuit de bodem. Als deze groot blijkt te zijn, dan zal het langer duren voor het water helderder wordt. Daarnaast weten we niet precies hoe de voedselrijkdom van het Markermeer zich met Marker Wadden gaat ontwikkelen, ook al omdat we de huidige fosfaatbalans niet in de vingers hebben. Wanneer voedingsstoffen een beperkende factor blijven, kan dit ook de ontwikkeling van de biodiversiteit in het Markermeer vertragen. We weten niet hoe snel slib en klei zullen inklinken, waardoor het lastig vooraf is te voorspellen wat de verhouding tussen ondiepwater en moeras binnen de natuureilanden zal gaan worden.

Om deze leemtes in kennis op te vullen zal er dan ook op verschillende onderwerpen intensief worden gemonitord, vanaf het begin van de uitvoering. Belangrijke vragen waarop meetprogramma's een antwoord moeten geven zijn onder andere:

- De ontwikkeling van de bodemfauna op nieuw gemaakte bodems;
- De mate van slibvangst in putten en van vertroebeling van het water door opwervend slib, als ook de effectiviteit van de aanvullende maatregel hydrojetten;
- De snelheid waarmee land ontstaat in samenhang met ontwikkeling van vegetatie en vogelpopulaties;
- De ontwikkeling van de populatie spiering.

1 MILIEUEFFECTRAPPORTAGE VOOR BESTEMMINGSPLAN 'MARKER WADDEN'

1.1 Aanleiding

De gemeente Lelystad heeft het ontwerp bestemmingsplan 'Marker Wadden' opgesteld. Doel van dit bestemmingsplan is het ruimtelijk mogelijk maken van de ontwikkeling van Marker Wadden. Het concept Marker Wadden is door Natuurmonumenten geïnitieerd. Natuurmonumenten wil op deze wijze een belangrijke bijdrage leveren aan herstel en ontwikkeling van het ecosysteem van het Markermeer. Het voornemen is om dit te doen door een combinatie van maatregelen gericht op met name vermindering van de slibproblematiek van het Markermeer, het vergroten van de biodiversiteit en het ontwikkelen van overgangszones tussen water en land. Het bestemmingsplan maakt de realisering van Marker Wadden voor de eerstkomende 10 jaar mogelijk. Voor het Markermeer binnen de gemeente Lelystad geldt nu een beheerverordening en nog geen bestemmingsplan.

Voor de besluitvorming over dit bestemmingsplan is het opstellen van een milieueffectrapport (MER) verplicht. Dit MER ligt thans voor u. De gemeenteraad van Lelystad zal, als bevoegd gezag voor dit bestemmingsplan, de milieu-informatie in het MER betrekken bij het nemen van een besluit over dit plan.

1.2 Een milieueffectrapportage voor 'Marker Wadden'

In Nederland is het verplicht voor ontwikkelingen met mogelijke belangrijke milieugevolgen een zogenaamde milieueffectrapportage te doorlopen (een procedure die wordt afgekort als m.e.r.) en een milieueffectrapport op te stellen (afgekort MER, dit betreft het uiteindelijke rapport). Het doel van een m.e.r. is het milieubelang volwaardig en vroegtijdig in de plan- en besluitvorming te betrekken. Dit om ten behoeve van het ontwikkelen van plannen en het nemen van besluiten inzicht te krijgen in de effecten van de voorgenomen activiteit op de omgeving en om onderzoek te kunnen doen naar mogelijke maatregelen om eventuele negatieve effecten op de omgeving te verminderen en/of te compenseren.

Een m.e.r.-plicht voor Marker Wadden

Bepalend voor een m.e.r.-plicht is de activiteit (of activiteiten) waarop het plan of besluit betrekking heeft. Het Besluit milieueffectrapportage (Besluit m.e.r.) bepaalt of bij de voorbereiding van een plan of een besluit een m.e.r. moet worden doorlopen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt in m.e.r.-plicht en m.e.r.-beoordelingsplicht.

Voor diverse onderdelen van het plan Marker Wadden is in het Besluit m.e.r. bepaald dat deze activiteiten m.e.r.-beoordelingsplichtig zijn. Het betreft de volgende activiteiten:

- D29.2 'winning van mineralen door afbaggering van de zee-, meer- of rivierbodem'. Er geldt een m.e.r.-beoordelingsplicht in de gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op een oppervlakte van 50 hectare of meer en plaatsvindt in een gevoelig gebied, zoals een Natura2000-gebied
- D18.3 'De oprichting van een inrichting bestemd voor het storten van slib en baggerspecie, of het in de diepe ondergrond brengen van niet-gevaarlijke afvalstoffen'.

Aangezien het bestemmingsplan Marker Wadden kaderstellend is voor m.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten, is het bestemmingsplan m.e.r.-plichtig. Daarnaast schrijft de Wet milieubeheer voor dat plannen waarvoor een passende beoordeling moet worden gemaakt, m.e.r.-plichtig zijn. Aangezien het voornemen Marker Wadden in het Natura2000-gebied 'Markermeer&IJmeer' ligt en significante effecten niet op voorhand zijn uit te sluiten, is het uitvoeren van een passende beoordeling conform artikel 19 j van de Natuurbeschermingswet 1998 nodig. Ook op basis van deze bepaling in de wet geldt voor het bestemmingsplan Marker Wadden de m.e.r.-plicht.

De m.e.r.-procedure tot nu toe

Op 13 maart 2013 heeft het college van de gemeente Lelystad als initiatiefnemer een kennisgeving gepubliceerd in de Flevopost, editie Lelystad. In deze kennisgeving heeft het college aangegeven te starten met de m.e.r.-procedure voor de bestemmingsplan 'Marker Wadden'. Daartoe heeft het college van B&W een Notitie Reikwijdte en Detailniveau opgesteld. Deze notitie beschrijft welke aspecten in het milieueffectrapport aan de orde zullen komen en op welk detailniveau het milieuonderzoek wordt uitgevoerd. Betrokken bestuursorganen en (wettelijke) adviseurs zijn op de hoogte gesteld van het voornemen en zijn in de gelegenheid gesteld advies uit te brengen. Ook de Commissie voor de milieueffectrapportage is als onafhankelijk adviesorgaan om advies gevraagd. De adviezen van de betrokken bestuursorganen, Commissie voor de milieueffectrapportage en de gemeenteraad zijn door het college van B&W als initiatiefnemer van het bestemmingsplan en Natuurmonumenten als initiatiefnemer van de m.e.r.-beoordelingsplichtige activiteit overgenomen. Het advies is opgenomen als bijlage 5.

1.3 Leeswijzer

In **hoofdstuk 1** is toegelicht waarom dit MER is opgesteld. Tevens is aangegeven waarom er voor het bestemmingsplan 'Marker Wadden' een m.e.r.-plicht geldt en hoe de m.e.r.-procedure tot nu toe is verlopen. Het ecologisch probleem van het Markermeer staat al langer op de (politieke) agenda. Met de 'Toekomstvisie Markermeer-IJmeer' uit 2005 en de 'Rijksbesluiten Amsterdam-Almere-Markermeer'-brief uit 2009 van het kabinet aan de Tweede Kamer wordt de basis gelegd voor een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem voor het Markermeer. Deze en overige richtinggevende en kaderstellende besluiten voor 'Marker Wadden' zijn in **hoofdstuk 2** uiteengezet.

Binnen het Markermeer zijn er diverse locaties waar maatregelen kunnen leiden tot een beter ecologisch systeem. Op basis van de functies natuur, landschap, cultuurhistorie, recreatie en draagvlak is in de voorfase van dit plan-MER onderzocht wat de meest geschikte locatie is voor 'Marker Wadden'. Hierbij zijn drie zoeklocaties beschouwd. Onderzoek heeft geleid tot een voorkeurslocatie tussen Lelystad en Enkhuizen. Hoe de afweging heeft plaatsgevonden en welke argumenten hieraan ten grondslag hebben gelegen, is in **hoofdstuk 3** behandeld.

Het definitieve ontwerp voor Marker Wadden ligt nog niet vast. Mede afhankelijk van de keuzes van de marktpartij over de wijze van aanleg en inzet van het materieel én de ervaringen met de eerste 500 ha worden de contouren van Marker Wadden bepaald. Uiteraard liggen de randvoorwaarden waaraan Marker Wadden minimaal moet voldoen wel vast. Ondanks dat het definitieve ontwerp niet vast ligt, zijn op de basisstappen bekend die nodig zijn om een natuureiland te bouwen. Tevens is al een goede inschatting te maken van de bandbreedte van het in te zetten materiaal, materieel en de uitvoeringsperiode voor de eerste fase. **Hoofdstuk 4** gaat in op de ontwikkelingsfilosofie en de genoemde bandbreedtes.

In **hoofdstuk 5** wordt ingegaan op de ecologisch systeemeffecten van het Markermeer die als gevolg van Marker Wadden verwacht worden. Met name de verandering van de slibhuishouding (de invang van het slib in slibgeulen) en het creëren van luwte heeft invloed op de voedselketen van het Markermeer, van algen en waterplanten via driehoeksmosselen en vissen tot herbivore, visetende en mosseletende vogels. De 'bouw' en ontwikkeling van Marker Wadden leidt naast de systeemeffecten binnen het Markermeer ook tot lokale (milieu)effecten. In **hoofdstuk 6** zijn de gevolgen van Marker Wadden voor de thema's 'water en bodem', natuur, visserij, nautische veiligheid, landschap, cultuurhistorie en archeologie, recreatie, leefomgeving en kabels en leidingen beschreven en beoordeeld. Waar van toepassing zijn de gevolgen van de verschillende bandbreedtes in beeld gebracht. De effectbeschrijving richt zich op de fasen van aanleg, 500 hectare bovenwaterlandschap en 1500 hectare bovenwaterlandschap. **Hoofdstuk 7** geeft een doorkijk van de (systeem)effecten en het beheer en onderhoud van de 10.000 ha in 2050.

In **hoofdstuk 8** wordt ingegaan op de leemte in kennis, wat de aard, de gevolgen hiervan voor de effectbeschrijving, de gevolgen hiervan voor de beoordeling van (mogelijke) effecten, de voorgestelde maatregelen hoe met deze leemte in kennis om te gaan en de monitoring die daarvoor nodig wordt geacht.

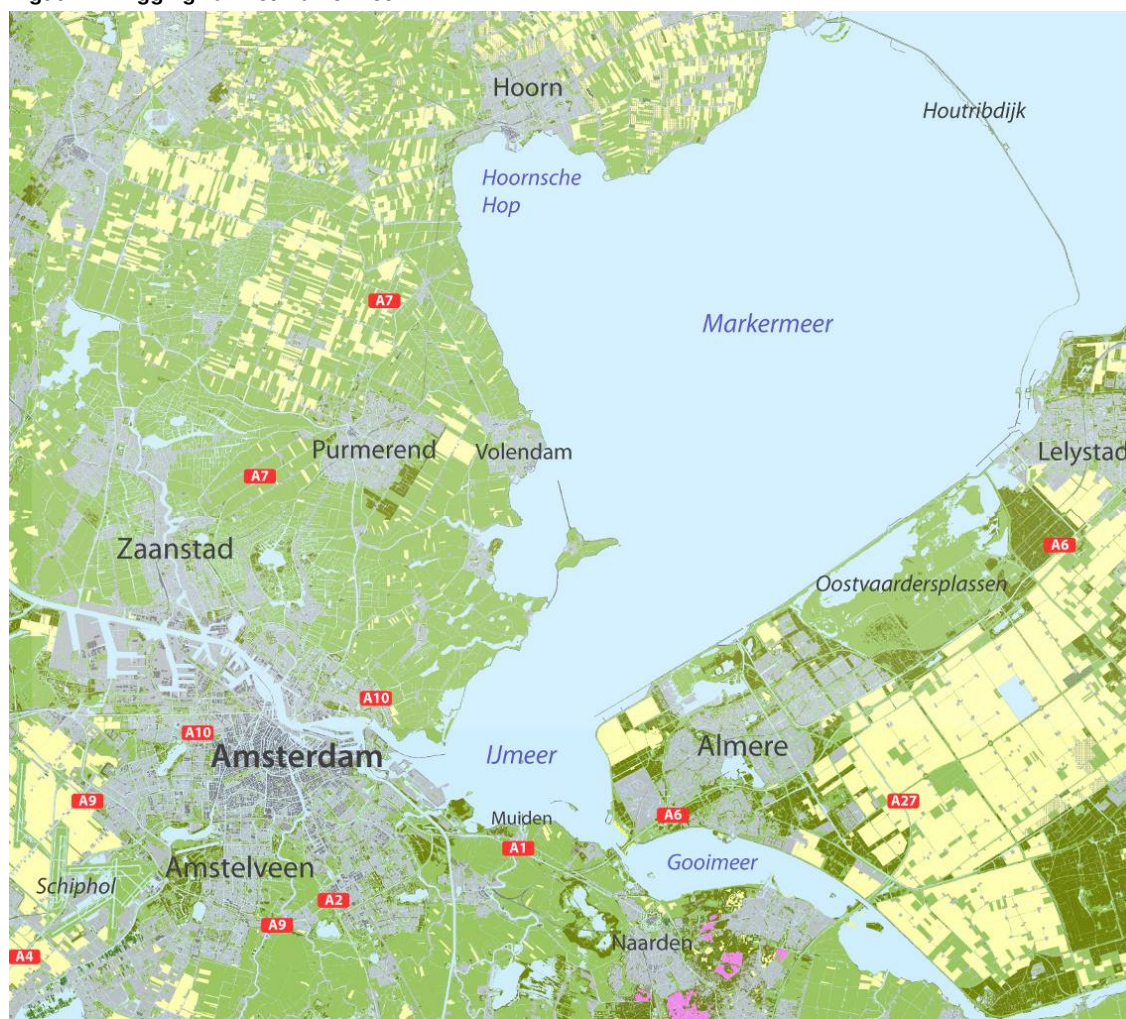
2 PROBLEEM- EN DOELSTELLING

2.1 Het Markermeer

Het Markermeer is met 70.000 hectare één van de grootste natuurgebieden en zoetwatermeren van Nederland en Europa. Het is als geheel onderdeel van het Europese natuurnetwerk 'Natura 2000' en de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het gebied is op Europees niveau van belang voor het habitatype kranwierwateren, voor watervogels, voor de vis rivieronderpad en voor de meervleermuis.

Het Markermeer ligt in de provincies Noord-Holland en Flevoland, tussen het IJmeer en het IJsselmeer. Met de voltooiing van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad in 1976 is het Markermeer ontstaan. Door deze dijk werd het water van het Markermeer-IJmeer afgesloten van het IJsselmeer. Kenmerkend voor het Markermeer is dat het relatief ondiep is, met uitzondering van enkele diepe putten, namelijk gemiddeld circa 3,5 meter diep. De oevers bestaan voor het merendeel uit dijken met stenen beschoeiing. Luwe en plaatselijk ondiepe delen, zoals bepaalde oeverzones, de Kustzone Muiden en de Gouwzee (het deelgebied tussen het eiland Marken en het vasteland van Noord-Holland), zijn belangrijke kerngebieden voor waterplanten (fonteinkruiden en kranwieren). Ze dienen als voedselbron voor diverse vogels en zijn biotoop voor in het water levende dieren en bodemorganismen.

Figuur 2.1 Ligging van het Markermeer



2.2 De beleidscontext

Decennia lang was het Markermeer gereserveerd voor de afronding van de Zuiderzeewerken met de beoogde aanleg van de Markerwaard. Met de vaststelling van de Nota Ruimte in 2006 werd de reservering voor inpoldering definitief ingetrokken.

Maatschappelijke organisaties en overheden hebben in 2005 de Toekomstvisie Markermeer-IJmeer opgesteld. Deze stelt dat een gerichte investering in de groen-blaauwe kwaliteit een essentiële voorwaarde is voor een verdere stedelijke ontwikkeling van de as Schiphol-Amsterdam-Almere. Provincies Flevoland en Noord-Holland hebben in vervolg hierop het Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer neergelegd. Het Toekomstbeeld beschrijft hoe het Markermeer en IJmeer kunnen uitgroeien tot een vitaal en gevarieerd natuurgebied, krachtig genoeg om ook andere ontwikkelingen zoals klimaatverandering, verstedelijking, infrastructurele investeringen, economische groei en toenemende recreatie te kunnen accommoderen.

In de Noordvleugelbrief van augustus 2006 onderkent ook het kabinet dat in de Noordvleugel een 'natuuropgave' te vervullen is. Provincies Noord-Holland en Flevoland kregen daarom het verzoek om samen met regionale en maatschappelijke partijen en het rijk een nader uitgewerkte langetermijnvisie op te stellen. Ook stelde het kabinet de financiële middelen ter beschikking voor een onderzoeksprogramma naar de verbetermogelijkheden van het Markermeer en IJmeer. Parallel aan deze ontwikkeling werden voorbereidingen getroffen om Markermeer en IJmeer tezamen aan te wijzen als speciale beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn en als internationaal erkend Wetlandgebied.

Eind 2009 heeft het toenmalige kabinet de uitgewerkte lange termijnvisie overgenomen in de RAAM-brief aan de Tweede Kamer. Centraal daarin staat een drievoudige ambitie voor verstedelijking, bereikbaarheid en natuur. In de RAAM-brief wordt de totstandkoming van het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem naar voren gebracht als het verbindend element in de integrale ontwikkeling van de Noordvleugel van de Randstad tot een internationaal concurrerende topregio. Het ecologisch systeem van het Markermeer en IJmeer moeten daarvoor kwalitatief worden verbeterd, zodat een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem ontstaat (TBES).

Onderdeel van het TBES is een grootschalige en dynamische land-waterzone die is beoogd in het noorden van het Markermeer. De belangrijkste redenen om deze grootschalige en dynamische land-waterzone juist hier te situeren waren:

- Het gebied is gunstig gelegen ten opzichte van Oostvaardersplassen en IJsselmeer en kan daardoor een belangrijke functie als ecologische stapsteen vervullen.
- De meerbodem bestaat grotendeels uit klei; bovendien zijn de peilverschillen door windstuwing op deze plaats het grootst binnen het Markermeer. Deze peilverschillen zijn essentieel voor de beoogde dynamiek in het ecosysteem.
- Het betreft diep water met relatief weinig actuele natuurwaarden, waardoor de aanleg niet of nauwelijks ten koste van bestaande actuele waarden plaatsvindt.

Figuur 2.2 Uitgangspunten Optimalisatie TBES¹



Doelen:

Helder én troebel water,
Slibbeheersing,
Land-waterovergangen,
Ecologische verbindingen

Maatregelen:

- Grootschalig moeras
- Luwtemaatregelen
- Vooroevers
- Lepelaareiland
- Vispassages

In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2011) wordt de boven genoemde drievoudige opgave benoemd als integrale opgave van nationaal belang: “Opgaven van nationaal belang in dit gebied zijn: (...) Het mogelijk maken van de drievoudige schaa sprong in het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer (woningbouw, werkgelegenheid, infrastructuur en groen/blauw) samen met betrokken overheden”.

In de recent (april 2013) gepubliceerde ontwerp-Rijksstructuurvisie is de grondgedachte uitgewerkt, dat deze opgave wordt gerealiseerd door te starten met de realisering van het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem, vóór dat andere ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk worden gemaakt. In deze aanpak vervult Marker Wadden een belangrijke rol.

Voor alle Natura 2000-gebieden in Nederland worden of zijn beheerplannen opgesteld. Het beheerplan geeft de kaders aan waarbinnen het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen behaald moet worden en geeft de ruimte aan voor andere vormen van gebruik in en om het gebied. Het Natura 2000-beheerplan Markermeer & IJmeer is nog niet definitief vastgesteld. Het beheerplan zal waarschijnlijk geënt zijn op:

- behoud en versterking van de natuurwaarden, waarbij ruimte wordt geboden aan behoud en ontwikkeling van de menselijke activiteiten in het gebied;
- het treffen van maatregelen ten behoeve van het verbeteren van de voedselbeschikbaarheid voor vogels, volgend uit de ANT-studie;
- het bieden van kale grond als broedgelegenheid voor de visdief;
- het garanderen van rust en ruimte op foerageer-, rust- en ruillocaties van vogels.

2.3 Het ecologisch probleem van het Markermeer

Het Markermeer verkeert ecologisch gezien in een slechte toestand. Door de aanleg van dammen en dijken (zoals het afsluiten van het IJsselmeer door de Afsluitdijk en de aanleg van de Houtribdijk) is de hydrologische en morfologische dynamiek in het Markermeer voor een groot deel aan banden gelegd. Ten gevolge hiervan is er sprake van het ophopen van slib. Dit slib, dat door de turbulentie van het water onder invloed van de wind wordt opgewerveld en voor een groot deel mobiel in het systeem aanwezig is, maakt het water in het Markermeer troebel. Het slib beperkt de aanwas en groei van algen en bodemfauna, driehoeksmosselen, zoöplankton en vis. De productiviteit van het ecosysteem en dus de

¹ Uit RRAAM, Werkmaatschappij Markermeer IJmeer (2011), Naar een toekomstbestendig Ecologisch Systeem.

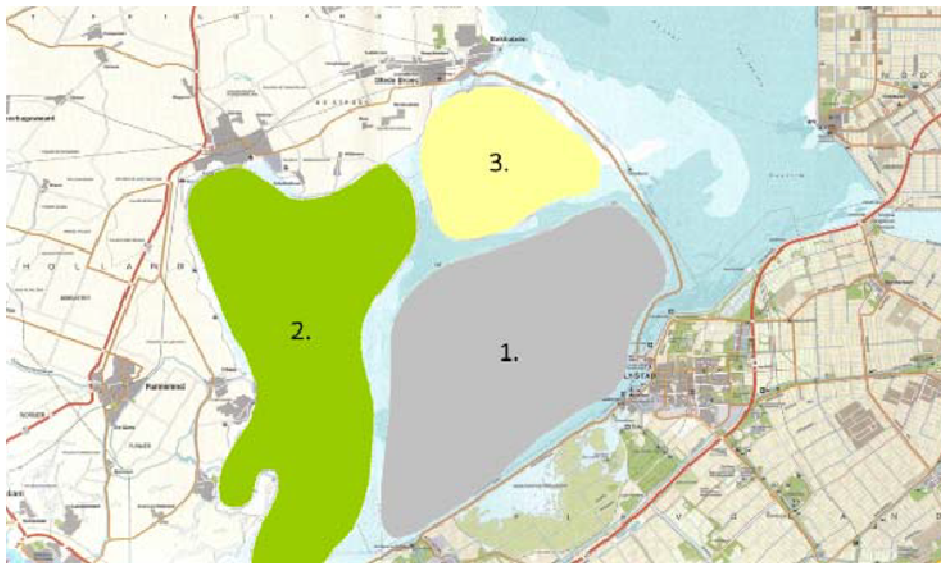
voedselbeschikbaarheid van het open water voor met name vogels is bij lange na niet wat het zou moeten zijn. Verschillende van deze voedselbronnen nemen de laatste jaren in omvang en kwaliteit af. Daardoor neemt ook de hoeveelheid watervogels af, met als gevolg dat de gehele ecologische kwaliteit van dit natuurgebied achteruit gaat. Daarnaast ontbreekt het in het Markermeer aan natuurlijke moeras- en oeverzones. Overgangen tussen dijk en diep water verlopen in het Markermeer bijna overal abrupt. Dat is historisch zo gegroeid. Als gevolg hiervan heeft het meer een beperkte habitatdiversiteit. Ook dit gegeven maakt het ecosysteem kwetsbaar.

Het hoge slibgehalte van het Markermeer wordt gezien als één van de belangrijkste knelpunten voor de ecologische ontwikkeling van het watersysteem. Om de ecologische draagkracht van het watersysteem te kunnen verhogen, is een substantiële verbetering van het gemiddelde doorzicht nodig.

Binnen het Markermeer verschilt de aquatische natuurkwaliteit sterk. Op hoofdlijn kan het Markermeer in ecologisch perspectief worden ingedeeld in drie delen (zie figuur 2.3):

1. In het diepe deel van het Markermeer ligt de slibdeken. Hier is geen autonoom natuurherstel mogelijk. Bij storm verspreidt het slib zich naar de ondiepe Noord-Hollandse kust en bedreigt daar kwetsbaar herstel. Slib verwijderen uit de diepere delen van het Markermeer door aanleg van Marker Wadden is een cruciale eerste stap voor duurzaam herstel van het hele Markermeer.
2. In het ondiepe deel langs de Noord-Hollandse kust is een (kwetsbaar) autonoom herstel zichtbaar. Zolang de mobiele slibwolken niet tot rust komen, blijft dit herstel kwetsbaar.
3. In het ondiepe deel van het Markermeer, Enkhuizerzand, is geen autonoom herstel zichtbaar. Door ondiepte en zandbodems is er wel sprake van een hoge natuurpotentie. Daarom is het kansrijk om hier gericht te investeren in kleinschalige herstelmaatregelen als schelpenriffen en zandbanken.

Figuur 2.3 Het Markermeer ingedeeld in drie, van ecologisch perspectief, deelgebieden



2.4 Doelstellingen Marker Wadden

Voor het Markermeer als duurzaam internationaal natuurgebied is een toekomstbestendig ecosysteem van open water nodig. De huidige situatie staat daar ver van af, zoals hierboven is beschreven. Het doel van Marker Wadden is dan ook het bewerkstelligen van een robuust herstel van het ecosysteem van het Markermeer door:

- Het verbeteren van de productiviteit van het open water en
- Het toevoegen van moerasgebieden in de vorm van eilanden.

Het einddoel van Marker Wadden is een natuurgebied van circa 4500 hectare bovenwaterlandschap en 5500 hectare onderwaterlandschap. Het tussendoel voor de bestemmingsplanperiode van de komende 10 jaar is de realisering van maximaal 1500 ha bovenwaterlandschap.

2.4.1 Verbeteren van de productiviteit van het open water

Beheersing slib heeft prioriteit

Zonder goede beheersing van de slibproblematiek blijft het ecosysteem in het Markermeer instabiel en kwetsbaar. Oeverbeplanting en driehoeksmosselbanken kunnen onder winderige condities weer verdwijnen. De grote schaal en de grote hoeveelheden slib maken zichtbaar natuurherstel tot een enorme opgave. Er zal ook altijd sprake zijn van aanvoer en productie van nieuw slib. De grootste uitdaging zit misschien wel in de samenstelling van het slib. Het deel dat zich telkens opnieuw verplaatst is uiterst fijn van samenstelling.

Aanpak slib: morfologie, slibpomp en natuurlijke zuivering

De problematiek van het slib vraagt om een allesomvattende aanpak. Zo moet de morfologie van de meerbodem zodanig worden aangepast, dat het slib kan worden ingevangen en samengebracht in diepe slenken (slibgeulen) en zandwinputten die onderdeel zijn van het zogenoemde 'onderwaterlandschap'. Het is echter ondenkbaar dat zo'n slibvangend systeem groot genoeg uitgevoerd kan worden om de volledige enorme slibvoorraad in op te slaan. Met het oog op de beoogde systeemeffecten binnen het meer is een hoeveelheid slib nodig van ordegrrootte 10-20% van de totale slibvoorraad² van het Markermeer. Door frequent opgehoopt slib weg te zuigen, is er blijvend capaciteit om het mobiele slib in te vangen. De 'ophoping' van slib is medebepalend bij de keuze voor de juiste locatie voor de eerste eilanden. De noordoosthoek van het Markermeer, nabij Lelystad, is het gunstigst (zie ook hoofdstuk 3 'Zoeklocaties en alternatieven').

Afname slibstress goed voor mosselen

Cruciaal is dat er ook maximaal ruimte wordt geboden aan de zuiveringsprocessen van de natuur zelf. In het open water vervullen mosselen die zuiverende functie. In die zin is de opkomst van de quaggamossel een welkome verschijning. Deze mossel, die ecologisch vergelijkbaar is met de driehoeksmossel, blijkt een robuustere soortgenoot. Het aanbieden van substraat en het verminderen van de slibstress zorgt naar verwachting voor een sterke toename van de hoeveelheden mosselen en daarmee voor een verbetering van de natuurlijke filtercapaciteit in het Markermeer.

Rijke meerbodems

Een succesvolle aanpak van het slib vergroot niet alleen de groeipotentie en stabiliteit van de waterplantvegetaties en de mosselgebieden, maar zorgt ook voor een ander systeemeigen habitat: die van de rijke meerbodem. Zonder verstikkende slibdeken is een kleibodem zoals die van het Markermeer juist rijk aan bodemdieren en daarmee aan voedsel voor vis. Van visarm naar visrijk, dat is het ecologisch perspectief voor het diepe deel van het Markermeer.

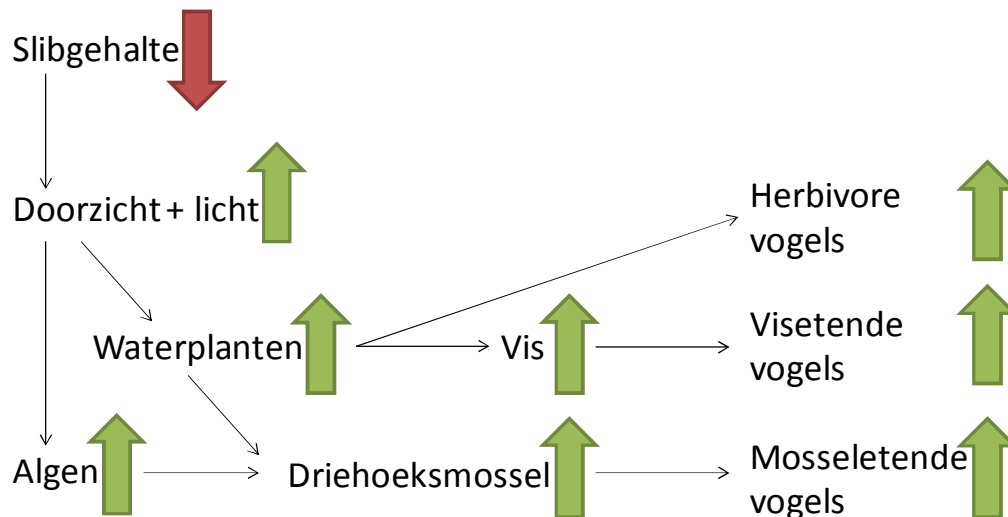
Natuur in Markermeer vraagt om beheer

Slibvorming is een proces dat een evenwichtige en rijke biodiversiteit in de weg zit. De productie van het slib stopt nooit, terwijl de natuurlijke afvoer gestremd blijft door de Houtribdijk. Het slib beheersen, vraagt om continu beheer, net zoals dat geldt voor alle infrastructuur en de meeste natuurgebieden. Door de juiste inrichtingsmaatregelen te treffen in de vorm van een slibverzamelstelsel in het onderwaterlandschap en slibdepots (eilanden) in het bovenwaterlandschap, is de infrastructuur op orde. Beheer komt neer op jaarlijks onderhoud. Het mooie van het concept Marker Wadden is dat de beheerinspanning wordt omgezet in groei van het vogelparadijs en groei van het zelfregulerend vermogen van het systeem, waardoor op termijn de onderhoudsinspanning afneemt.

Onderstaande figuur 2.4 geeft de hier bovengenoemde relaties schematisch weer. Een afname van het slibgehalte leidt tot een toename van het doorzicht, dus meer licht komt tot op de waterbodem. Dit leidt tot een grotere algenproductie en een toename van waterplanten. Driehoeksmosselen filteren de algen uit het water. Meer waterplanten leidt tot een toename van voedsel en daarmee tot meer vis en vervolgens tot meer vogels.

² Uitgaande van 120 miljoen m³ volume, moet orde 12 tot 24 miljoen m³ slib worden ingevangen (W&B, RHDHV 2013)

Figuur 2.4 Schematische weergave doelstelling 'Marker Wadden' met betrekking tot slib



2.4.2 Toevoegen van moerasgebieden in de vorm van eilanden

Het meest zichtbare en meest spraakmakende van het concept Marker Wadden is de aanleg van een archipel van eilanden. Hier is plaats voor de ontwikkeling van een vogelgebied waar op internationale schaal behoefte aan is en dat tegelijk een enorme toegevoegde waarde is voor de natuur en natuurbeleving van het Markermeer.

Landschapsbeeld

De opzet als archipel is heel geschikt om openheid en vergezichten te combineren met beslotenheid, waarbinnen eigen werelden ontstaan. De vergezichten zijn vanaf het water en de oever te beleven, de meer besloten werelden worden verkend per voet. Beredeneerd vanuit een kosteneffectieve aanleg zijn de eilanden opgebouwd als atollen waarbij de omranding stevig is en de 'opvulling' van zacht materiaal. Behoudens de randen zullen de atollen vooral bestaan uit slikken, waterplant- en oevervegetaties. De kans op grootschalige bosvorming is gering vanwege de zeer geringe houvast voor wortels. De eigenschap van deze zachte bodem is dat na eventuele vestiging bomen en struiken 'verdrinken' door onttrekking van water uit de bodem via de wortels en waardoor de bodem daalt. Wateruitwisseling met het aangrenzende Markermeer zorgt voor krekenpatronen en lokale erosie en sedimentatie. De kernen van de atollen zijn door de slappe bodem ontoegankelijk en dus heel geschikt als broed- en rustgebied voor vogels. Ook kwetsbare en zeldzame vogelsoorten zijn op Marker Wadden te verwachten. De voedselrijke bodem staat garant voor een goed voedselaanbod voor de vogels en daarmee voor hoge vogelwaarden. Een bijzonder gegeven is dat Marker Wadden alleen bereikbaar is via het water en dat het gebied op afstand ligt van bewoning. De verstoring is daardoor minimaal.

Moeras werkt als filter

Het moeras draagt ook bij aan de biologische zuivering van het Markermeer. Het is onwaarschijnlijk dat moeras significante invloed heeft op de kwaliteit van het langsstromend water. Daarvoor is er teveel slib in het water en te weinig uitwisseling met het moeras. Wezenlijker is de werking als helofytenfilter aan het eind van de slibpomp. De grovere fracties bezinken gemakkelijk in de bassins. Door de fijne organische fractie via de eerder gerealiseerde moerascompartimenten te leiden, wordt voorkomen dat deze weer in het Markermeer terechtkomen.

3 ZOEKLOCATIES VOOR MARKER WADDEN

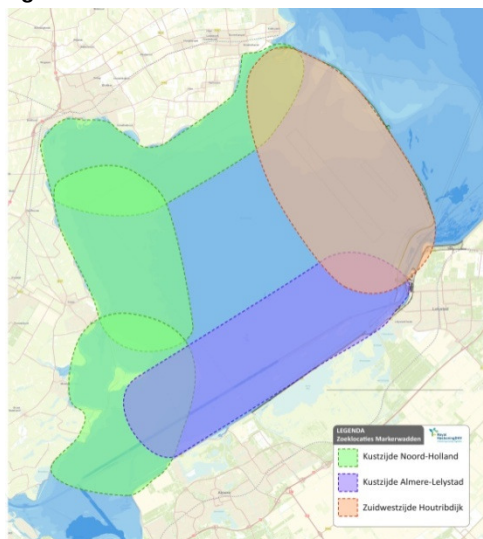
3.1 Beschouwde alternatieve locaties

Marker Wadden heeft tot doel een robuust systeemherstel van het Markermeer te bereiken door de bodem te ontdoen van de verstikkende slibdeken. Tegelijkertijd is het slib een bouwsteen voor nieuwe natuur. Het einddoel van Marker Wadden is een natuurgebied van circa 4500 hectare bovenwaterlandschap en 5500 hectare onderwaterlandschap. Op basis van de functies natuur (aanwezige waarden en toekomstig doelbereik), landschap, cultuurhistorie en recreatie (strijdigheid bestaande waarden) en draagvlak is onderzocht wat de meest geschikte locatie voor Marker Wadden is. Hierbij zijn de drie alternatieve zoeklocaties beschouwd zoals aangegeven in figuur 3.1, te weten:

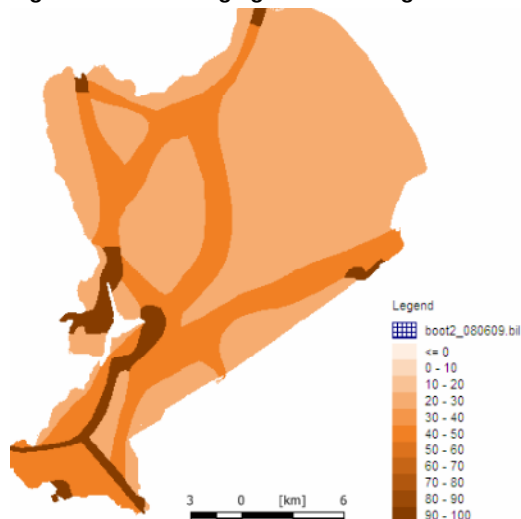
- Kustzijde Noord-Holland;
- Kustzijde Almere-Lelystad;
- Lelystad-Enkhuizen.

Afweging op basis van dit onderzoek heeft geleid tot een voorkeurslocatie tussen Lelystad en Enkhuizen.

Figuur 3.1 Zoeklocaties voor Marker Wadden



Figuur 3.2 Vaarbewegingen in de huidige situatie



3.1.1 Kustzijde Noord-Holland

Kenmerkend voor de kust van Noord-Holland zijn de cultuurhistorisch waardevolle en recreatief aantrekkelijke Zuiderzeesteden en – met name in het zuidelijk deel - de nabijheid van de drukke Noordvleugel van de Randstad. Dit maakt dat zowel het Markermeer als de oevers (met name tussen Enkhuizen en Diemen) frequent en intensief door recreanten wordt gebruikt.

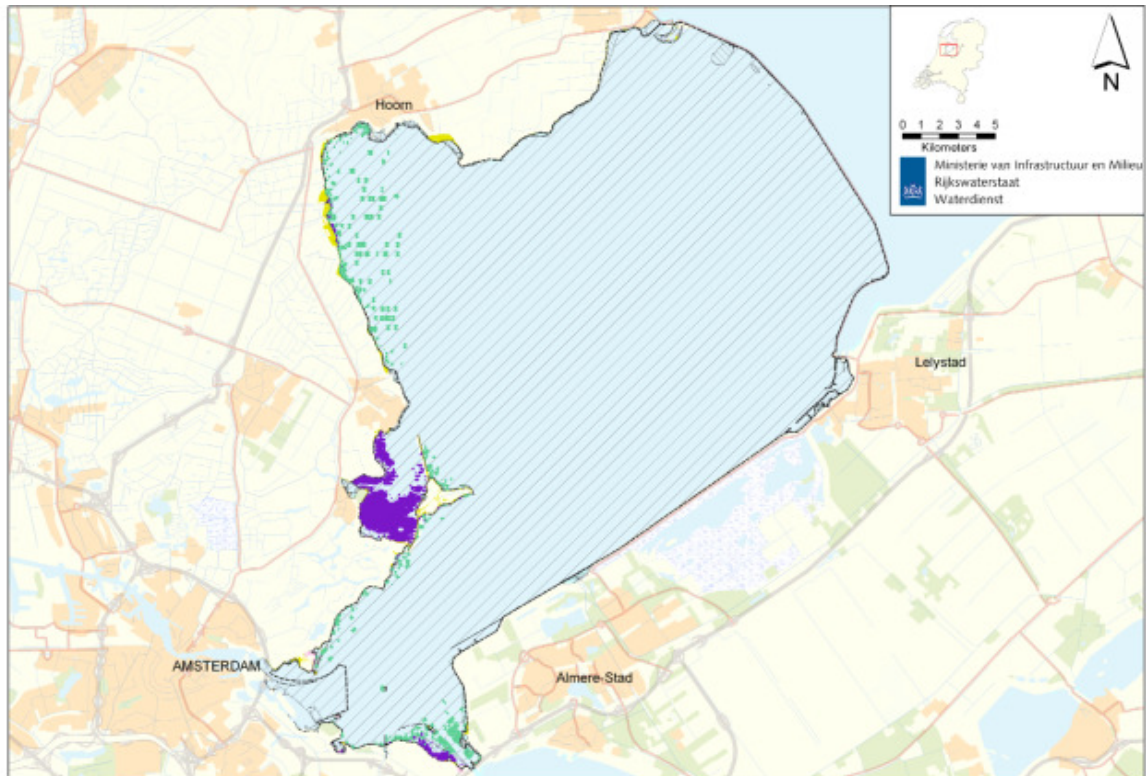
Verskillende gemeenten langs de Noord-Hollandse kust hanteren een conserverende ruimtelijke strategie³, waarbij wordt voortgebouwd op bestaande waarden en het authentiek karakter. Het vrije uitzicht vanaf de dijken op het open water is daarin een belangrijke waarde, die zo veel mogelijk moet worden behouden. Grootschalige natuurontwikkeling in een dergelijk intensief gebruik en landschappelijk en cultuurhistorisch waardevol gebied zou snel leiden tot conflicten tussen functies.

Het zwaartepunt van de bestaande natuurwaarden van het Markermeer bevindt zich aan het westelijke deel, waarbinnen een voorzichtig autonoom natuurherstel zichtbaar is. De meeste watervegetatie,

³ Structuurvisie Edam – Volendam (2009); Ontwerp bestemmingsplan Buitengebied Monnickendam (2013), Structuurvisie Hoorn (2012). Voor Marken-Waterland ligt nu ook een ontwerp-bestemmingsplan

waaronder kranswieren, wordt gevonden langs de ondiepere vooroevers van de kust van Noord-Holland. Op deze plaats ligt relatief weinig slib en is de golfenergie kleiner dan in andere delen van het Markermeer. Het autonoom herstel van kranswieren hangt ook samen met een reeds opgetreden verbetering van de waterkwaliteit in de luwe zones.

Figuur 3.3 Aanwezige kranswieren Markermeer

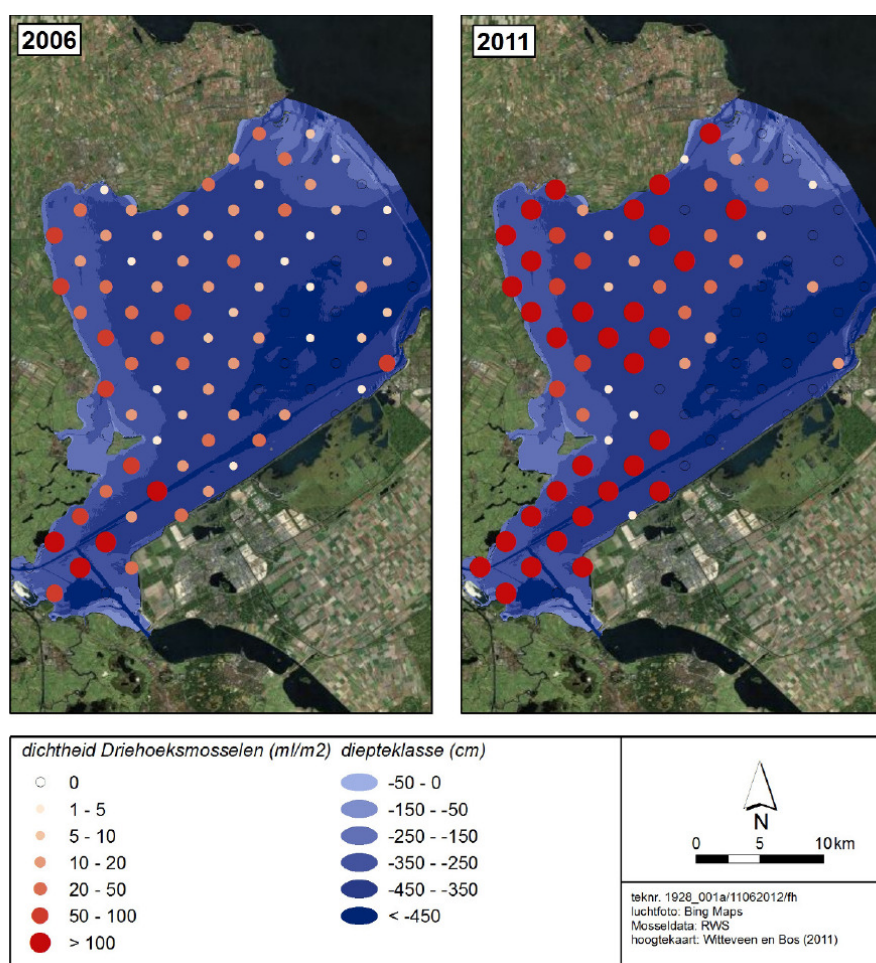


Ook aan de hand van het aantal driehoeksmosselen blijkt dat er aan de westzijde van het Markermeer een voorzichtig ecologisch herstel waarneembaar is.

Uit onderzoek⁴ naar driehoeksmosselen blijkt dat er inmiddels een toename is van driehoeksmosselen, zie ook figuur 3.4. Ontwikkeling van Marker Wadden op deze locatie zou ten koste gaan van dit autonoom herstel van natuurwaarden.

⁴ Waterfauna Hydrologisch Adviesburo (2011), Integraal tussenadvies NMIJ (2011)

Figuur 3.4 Driehoeksmosselen in het Markermeer en IJmeer in 2006 en 2011 (Witteveen en Bos, 2012)



Samenvattend: de kust van Noord-Holland is vanwege de mogelijke tegenstrijdige belangen tussen de cultuurhistorische en recreatieve waarden, alsook vanwege het autonome natuurherstel geen geschikte locatie voor de beoogde grootschalige natuurontwikkeling van Marker Wadden.

3.1.2 Kustzijde Almere - Lelystad

Gezien de beperkte actuele natuurwaarden zou deze locatie geschikt kunnen zijn voor grootschalige natuurontwikkeling. Deze locatie biedt daarvoor echter een ongunstige Ausgangssituatie. Dit deel van het Markermeer heeft namelijk een eenvormige ondergrond; er is beperkte variatie in waterdiepte en beperkte variatie in bodemsamenstelling. Beide factoren zijn bepalend voor de biodiversiteit van de bodemflora en fauna.

In dit deel van het Markermeer is daarnaast de morfologische en hydraulische dynamiek onvoldoende voor de beoogde natuurontwikkeling, mede als gevolg van de eenvormige ondergrond. Ter hoogte van het middenpunt van het Markermeer is de minste variatie in waterstand als gevolg van op- en afwaaiing meetbaar. Wanneer hier bovenwaterlandschap wordt aangelegd, zal het hierdoor minder inunderen en ook spontane erosie van geulen treedt op deze plaats niet of nauwelijks op. Dit leidt tot een beperkte biodiversiteit.

Bovendien ligt de vaargeul tussen Amsterdam en Lemmer (VAL) in dit zoekgebied. VAL is een CEMT klasse Vb vaarweg. Deze vraagt om een maximale diepgang van 4,0 meter. De intensiteit van de beroepsvaart is ongeveer 26.000 passages per jaar. Ook de recreatievaart maakt gebruik van deze vaarweg. De intensiteit van de recreatievaart is ongeveer 22.000 passages per jaar. Naar verwachting zal

Marker Wadden daarom op deze locatie weerstand oproepen bij zowel de waterrecreatie als de beroepsvaart.

Het op diepte houden van deze geul in de nabijheid van een gebied waar ten behoeve van Marker Wadden natuurlijke zand- en slibdynamiek wordt gestimuleerd, vereist bovendien dure mitigerende maatregelen.

Samenvattend: de locatie kustzijde Almere – Lelystad is vanwege de eenvormige ondergrond en beperkte morfologische en hydraulische dynamiek geen optimale keuze voor Marker Wadden. Daarnaast zijn er tegenstrijdige belangen met de vaargeul Amsterdam-Lemmer en de beroeps- en recreatievaart.

3.1.3 Lelystad – Enkhuizen

In tegenstelling tot de locatie 'kustzijde Almere – Lelystad' heeft deze locatie een grote variatie in ondergrond. Ter hoogte van het Enkhuizerzand is de grond ondiep en zandig, terwijl het dieper en kleiig is ter hoogte van Lelystad. Dit gebied kent een optimale morfologische en hydraulische dynamiek: er zijn relatief grote verschillen in waterstand bij op- en afwaaiing en daarmee grote ecologische potenties voor het natuureiland.

De huidige en autonome natuurwaarde in dit gebied zijn gering; vanwege het hoge percentage slib (zie figuur 3.5) is vooral in de hoek 'Houtribdijk – Lelystad' beperkt bodemflora en fauna aanwezig.

De nabijheid van het slib biedt kansen voor zowel de natuurontwikkeling als het ecologisch herstel: het is makkelijker om grotere hoeveelheden van de verstikkende slibdeken te verwijderen.

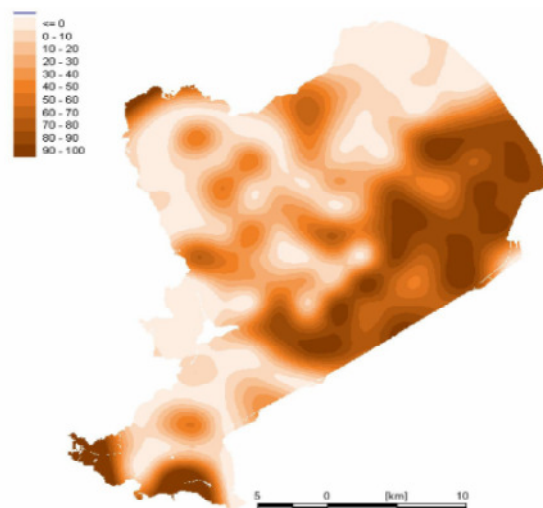
Op deze locatie zijn, in vergelijking met de rest van het Markermeer, weinig driehoeksmosselen en waterplanten. Het risico op het verlies van bestaande natuurwaarde is daardoor kleiner. De variatie in ondergrond en de relatief grote verschillen in waterstanden biedt kans op het realiseren van ecologische meerwaarden binnen dit gebied en het Markermeer als geheel.

Tussen Lelystad en Enkhuizen wordt in de huidige situatie niet nauwelijks door recreatie- of beroepsvaart gevaren; tegenstrijdige belangen worden hiermee zo goed als mogelijk vermeden. Vanwege de vaarafstand tot omliggende jachthavens is Marker Wadden bovendien een mooie vaarbestemming.

Vanuit het maatschappelijk proces in het kader van de 'Toekomstverkenning Markermeer – IJmeer' en RRAAM bestaat een groot draagvlak voor het realiseren van maatregelen op deze locatie ter verbetering van het ecosysteem van Markermeer.

Samenvattend: vanwege de aanwezige variatie in waterdiepte en bodemsamenstelling, een optimale morfologische en hydraulische dynamiek, het beperkte risico op verlies van bestaande natuur en een beperkte kans op conflicterende belangen is het gebied tussen Lelystad en Enkhuizen de voorkeurslocatie voor Marker Wadden.

Figuur 3.5 Percentage slib in de bodem



3.2 Locatiekeuze natuureiland

Wellicht het belangrijkste en meest innoverende en spraakmakende onderdeel van Marker Wadden is het natuureiland. De keuze voor een eiland en ook de locatie daarvan is weloverwogen genomen. In deze paragraaf wordt toelicht waarom gekozen is voor een natuureiland en niet voor een natuurgebied tegen de Houtribdijk of het vaste land van Lelystad.

Waarom een eiland?

In eerste instantie is een koppeling tussen Marker Wadden en de Houtribdijk onderzocht, waarbij het eiland als eerste golfbreker zou kunnen dienen en de Houtribdijk gebruik zou kunnen maken van het vrijkomende sediment uit de slibgeulen en zandwinputten. Helaas blijkt een fysieke combinatie met dijkversterking (Marker Wadden als golfbreker) in tijd en qua veiligheidsnormering moeilijk inpasbaar en niet verenigbaar met ecologische ambities van Marker Wadden. Indien wordt besloten om de versterking van de dijk 'verhard' uit te voeren, vervallen tevens de voordelen van de koppeling. Om deze reden is dit alternatief afgefallen. Als gevolg hiervan blijft het natuureiland Marker Wadden ook op voldoende afstand van de fuikenzone langs de Houtribdijk.

Een andere goede reden is dat het concept van een eiland veel meer aan een beeld van een 'vogelparadijs' appelleert. Een eiland is niet toegankelijk voor auto's en dus doet zich geen verkeers- dan wel parkeerprobleem als gevolg van bezoekers voor. Een eiland versterkt het recreatieve profiel door als extra schakelpunt te fungeren tussen Lelystad en Enkhuizen. Dankzij de grotere afstand tot de Houtribdijk en het vaste land van Lelystad waant de bezoeker zich ook echt binnen een natuurgebied; de dijk als regionale verkeersader is minder zichtbaar.

Waarom een eiland op de voorkeurslocatie?

De keuze voor de locatie van het eiland is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- Afstand tot bebouwing, deze is zodanig groot (ca 6 km) dat onder normale omstandigheden geen sprake kan zijn van hinder;
- De mogelijkheden om luwte te creëren op de beoogde plek van het eiland; op de gekozen locatie zijn deze mogelijkheden gunstig, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de 'oksel' tussen Lelystad en Trintelhaven.

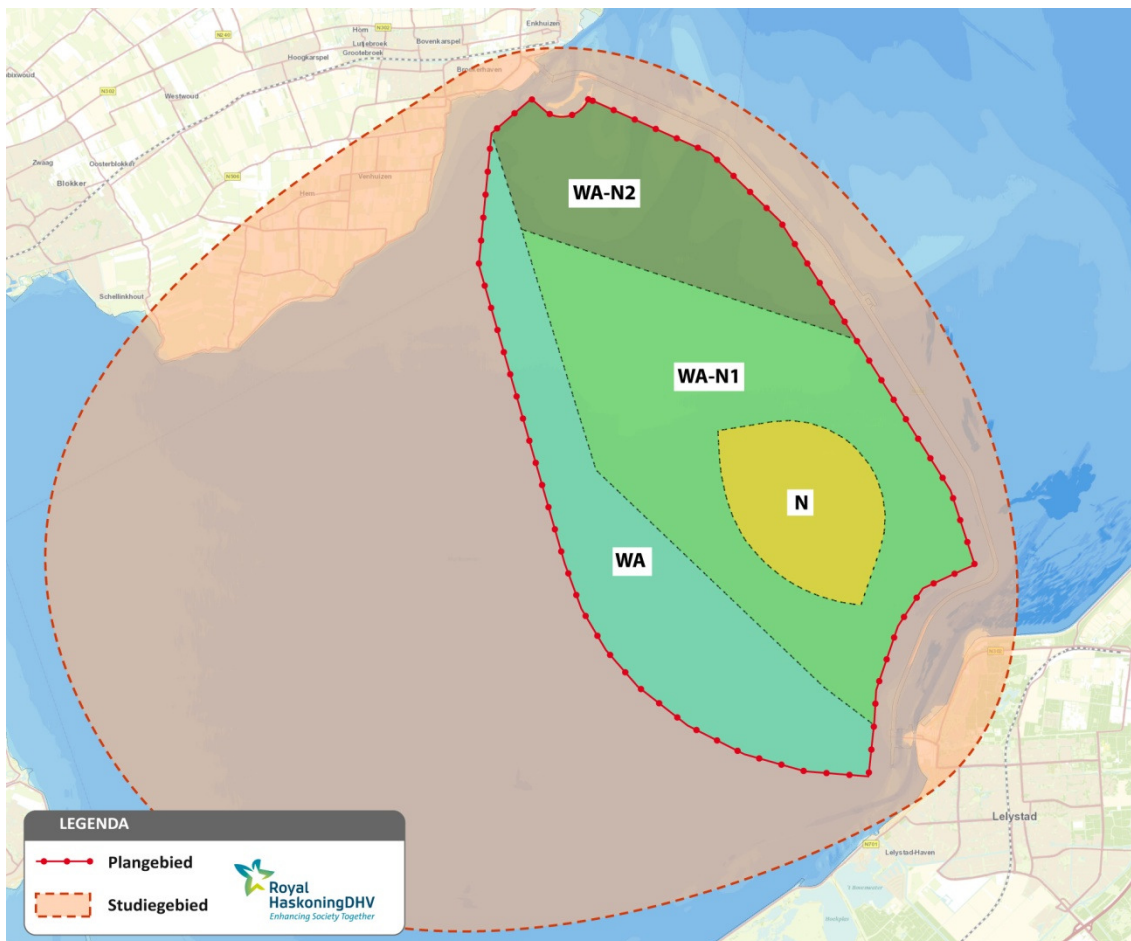
Bij de heersende windrichting uit het zuidwesten liggen Marker Wadden aan lager wal. Zonder afdoende maatregelen slaan het zand en slib weg. Daarom krijgt de buitenkant van het moeras aan de zuidwestzijde (overheersende windrichting bij hoogste windopzet) een 'harde' rand in de vorm van een rif. Deze rand moet als eerste worden aangelegd; het markeert daarmee dus ook de toekomstige begrenzing. Vervolgfases kunnen telkens gebruik maken van de luwte die de aangelegde eerste eilanden creëren. De luwte achter het eiland vangt veel slib in en biedt goede mogelijkheden tot herstel van het bodemleven.

4.1 Plan- en studiegebied

Allereerst het *plangebied*, dit is het gebied waarop het bestemmingsplan betrekking heeft.

Het *studiegebied* is ruimer, dat omvat het plangebied en het gebied waar (mogelijk) milieueffecten op kunnen treden. De grootte van het studiegebied verschilt per milieuthema en is afhankelijk van de aard, omvang en uitstraling van het milieueffect. In figuur 4.1 is de ligging van het plangebied en de indicatieve ligging van het studiegebied weergegeven.

Figuur 4.1. Plan- en (indicatief) studiegebied Marker Wadden



4.2 Achtergronden van het voornemen

4.2.1 Een archipel van natuureilanden verspreid over 10.000 hectare als eindbeeld

Het eindbeeld van Marker Wadden bestaat uit een boven- en onderwaterlandschap, verspreid over ongeveer 10.000 hectare. Het onderwaterlandschap bestaat uit zandwinputten en een geulenstelsel waarin slib uit het Markermeer wordt ingevangen. Met de bouwstoffen uit de zandwinput en het slibgeulenstelsel (zand en holocene klei) wordt vervolgens het bovenwaterlandschap in de vorm van natuureilanden 'gebouwd'. Dit bovenwaterlandschap bestaat uit ondiep, luw gelegen open water, zeer ondiepe oeverzones, moeras en rietland, slikken en randen die deels begroeid zijn met struikgewas. Het bovenwaterlandschap dient beschermd te zijn tegen golfslag, met name aan de zuidwestzijde, bijvoorbeeld door een vooroeverdam, strand of een (schelpen)rif. Aan de diepere Lelystadse zijde komt vooral voedselrijk moeras.

Aan de kant van het ondiepere Enkhuizerzand komen ondiepe watervlaktes met waterplantvegetaties en hier en daar zand- en schelpenbanken.

Zandwinput(ten). Het materiaal dat vrijkomt uit deze putten wordt gebruikt als bouw materiaal voor de bovenwaternatuur. Voor het aanleggen en gebruiken van een zandwinput is een ontgrondingvergunning nodig. Tijdens de uitvoeringsfase wordt de exacte locatie en omvang van de zandwinput(ten) bepaald.

Slibgeulen. Deze geulen worden gemaakt ten behoeve van invang slib (tegengaan vertroebeling water) en het creëren van een ecologisch divers onderwaterlandschap. De slibgeulen liggen dwars op de circulatiestroming om zoveel mogelijk slib in te vangen. Het verzamelde slib uit de geulen wordt weer gebruikt om de eilanden te creëren.

(Overspoelbare) zand en/of schelpenbanken. Dankzij zand en/of schelpenbanken, met een maximum van orde grootte 10 ha aaneengesloten, is de vestiging van mosselen en waterplanten mogelijk. De banken verminderen namelijk de golfdynamiek en bieden houvast.

'Natuureilanden'. Deze eilanden, bestaande uit windwadden, lagunes, slikplaten, rietvelden, vloedbossen en stranden, bieden plaats voor de ontwikkeling van een vogelgebied.

Kades. Combinaties van vooroeverdammen en (schelp)riffen creëren luwte en beschermen de bovenwaternatuur tegen afslag en erosie door golfwerking.

Het totale plan Marker Wadden zal zich binnen enkele decennia ontwikkelen tot een archipel van natuureilanden, waarvan uiteindelijk tussen de 1500 en 4500 hectare moeras en zand- en schelpenbanken zichtbaar zal zijn. Grotendeels blijft het open water en open landschap, toegankelijk voor recreatief medegebruik en visserij.

Modelstudies en praktijkgegevens bewijzen technische haalbaarheid slibinvang

De huidige slechte ecologische toestand is te verklaren door de aanwezigheid van grote hoeveelheden aan mobiel slib, waardoor het doorzicht ontoereikend is en een gezonde ontwikkeling van het bodemleven wordt beperkt door periodieke sedimentatie ("begraving") met het slib. De waterkwaliteit is hierdoor gebaat bij het invangen van slib. Uit verschillende (model)studies en praktijkgegevens (Deltares 2010), (Vijverberg, 2008) blijkt dat slib in diepere delen van het Markermeer zoals oude zandwinputten en de vaargeul bezinkt. Marker Wadden maakt gebruik van deze processen door realisatie van een onderwaterlandschap van slibgeulen en zandwinputten. Uit de uitgevoerde modelberekeningen voor Marker Wadden (Vijverberg en Boderie, 2013) is aangetoond dat slib daadwerkelijk wordt ingevangen in de slibgeulen. Onzekerheid bestaat echter nog met welke snelheid de invang in de praktijk zal plaatsvinden. Deze en overige onzekerheden en (de betekenis van) leemte in kennis is beschreven in hoofdstuk 8 van voorliggend plan-MER.

4.2.2 Ruimte voor dynamiek en een adaptieve ontwikkeling

Marker Wadden wordt een dynamisch gebied dat blootstaat aan wind, golven, peilschommelingen en ook door wind en peilvariatie gedreven stromingen. Voor de ontwikkeling van het gebied is het niet nodig om alle contouren te fixeren. Natuurlijke ontwikkelingen moeten mogelijk zijn, want dat schept vernieuwing en verjonging en zorgt er voor dat een palet van verschillende milieus in verschillende ontwikkelingsstadia naast elkaar aanwezig kunnen zijn. Om de dynamiek van het Markermeer te kunnen benutten wordt Marker Wadden gerealiseerd aan de hand van een adaptieve ontwikkelingsstrategie: een strategie waarbij de groei van 'Marker Wadden' gestuurd wordt, rekening houdend met de dynamiek en de ervaringen tijdens het realiseren van het proces. De reden om voor een deze ontwikkelingsstrategie te kiezen zijn:

- De gewenste dynamiek en daarmee samenhangende natuurkwaliteit;
- De gewenste flexibiliteit om te sturen op deels onvoorspelbare, maar wel gewenste ontwikkelingen;
- De kosten beperken van aanleg, vooral door minder harde structuren aan te leggen en ook in beheer en onderhoud. Stranden en kaden mogen eroderen, maar moeten wel voldoende robuust of zelfherstellend vermogen hebben.

De nadruk in het voornemen ligt op initiëren en bijsturen van ontwikkelingen. Geld dat anders wordt besteed aan het fixeren van de beginsituatie wordt achter de hand gehouden om bouwend en corrigerend op te treden. Er wordt dus bewust gezocht naar een andere balans tussen aanleg en beheer en onderhoud. Naast flexibiliteit is ook experimenteren en een daaruit voorkomend pragmatisch opportunisme van belang. Door het monitoren van de resultaten van de experimentele aanpak wordt voortschrijdend inzicht verkregen over hoe ontwikkelingen verlopen, inzicht wat weer in vervolgstappen wordt benut. In het project Marker Wadden zitten vele innovatieve componenten waar niet of nauwelijks ervaringen mee zijn, zoals de ontwikkeling van het onderwaterlandschap. Het ontwikkelen van een onderwaterlandschap voor de invang van slib en de wijze van land maken vraagt om een innovatieve aanpak. Er moet ruimte zijn voor marktpartijen om met experimentele ideeën en concepten te komen. De kennis en ervaring die wordt opgedaan bij de aanleg van de eerste fase Marker Wadden (500ha) draagt bij aan kosteneffectieve aanleg in het vervolg.

Natuurlijke processen als het kan, techniek als het moet

Het zou mooi zijn als natuurlijke processen werkzaam zijn die uit zichzelf kunnen leiden tot het gewenste onderwaterlandschap en tot de archipel van eilanden. In het Markermeer zijn helaas op het hoogste schaalniveau vooral nivellerende natuurlijke processen actief. Marker Wadden is alleen mogelijk door te starten met een 'civiel' werk; oftewel een door de mens ontworpen en gerealiseerde bouwwerk. Bij de uitvoering van het civiele werk wordt wel gezocht naar zo natuurlijk mogelijke oplossingen, zoals:

1. Gebruik van natuurlijke materialen. De voorkeur gaat altijd uit naar gebiedseigen materiaal zoals zand, klei, slib en Zuiderzeeschelpen. Ook natuurlijke materialen van elders (denk aan wilgentenen, schelpen, grind en natuursteen) kunnen worden gebruikt, mocht dit nodig zijn.
2. Zo min mogelijk compartimentering. Het is belangrijk om juist het ecologisch potentieel van uitwisseling tussen onderdelen van het ecosysteem te benutten. Moerasgebieden zijn dan alleen te creëren door ophoging en niet door een ringdijk en 'droog' malen. Er komt dus geen tweede Oostvaardersplassen, maar een moerasgebied dat vergelijkbaar is met wetlands rond Lake Peipsi op de grens van Estland en Rusland.
3. Spontane instandhouding. Zodra de juiste randvoorwaarden zijn geschapen, doet de natuur de rest. Spontane processen bepalen het uiteindelijke beeld.
4. Bij de ontwikkeling van Marker Wadden zijn verschillende fasen te onderscheiden. De eerste fase (500 hectare) is die van gecontroleerd beginnen en experimenteren. Er wordt ruimte en rust geboden o.a. voor het proces van landmaken. Daarna volgt een tweede fase van gecontroleerd loslaten en meer dynamiek toelaten (1500 ha), gevolgd door een derde fase van beperkt begeleid verder ontwikkelen.

4.3 Het bestemmingsplan Marker Wadden

Een bestemmingsplan legt vast wat de bestemming in een bepaald gebied is en waarvoor deze bestemming gebruikt mag worden. Binnen het bestemmingsplan Marker Wadden worden de hoofdfuncties 'Water', 'Water en Natuur' en 'Natuur' planologisch mogelijk gemaakt. Het totale gebied waarop het bestemmingsplan betrekking heeft, heeft een oppervlakte van circa 15500ha.

Maximale omvang 'Marker Wadden' van 1500 hectare bovenwaterlandschap in de eerste 10 jaar

Het eindbeeld van Marker Wadden als natuurlandschap verspreid over 10.000 hectare is niet in één keer te realiseren. Daarom is, uitgaande van een planhorizon van het bestemmingsplan van 10 jaar, ervoor gekozen om in het bestemmingsplan binnen de bestemming Natuur de aanleg van maximaal 1.500 hectare bovenwaternatuur mogelijk te maken. Marktpartijen mogen, binnen vooraf gestelde randvoorwaarden, zelf de fasering, locatie en omvang van de verschillende fases bepalen. Daarnaast maakt het bestemmingsplan het ook mogelijk om op het Enkhuizerzand kleinschalige bovenwaternatuur te realiseren. De verwachting is dat deze bovenwaternatuur binnen 10 jaar een omvang heeft van circa maximaal 60 hectare. Voorliggend plan-MER geldt als onderbouwing voor de ruimtelijke vastlegging van de eerste 1500 hectare natuureilanden.

Binnen het bestemmingsplan zijn de volgende bestemmingen te onderscheiden (zie ook figuur 4.1):

A: Water. Hier is de hoofdfunctie conform het huidige gebruik water. Bovenwaternatuur wordt in dit deel niet mogelijk gemaakt. Wel zijn onderwater maatregelen als zandwinputten en slibgeulen mogelijk, gericht op de realisering van de doelen van Marker Wadden. Dit gebied is circa 4600 ha groot.

WA-N1: Water en Natuur. In dit gedeelte staan de natuurwaarden centraal. Er wordt geen bovenwaternatuur mogelijk gemaakt, wel onderwaternatuur. Activiteiten die de ontwikkeling van de natuurwaarden verhinderen, niet zijn toegestaan. Dit gebied is circa 6200 ha groot.

WA-N2: Water en Natuur. Dit deel betreft het ondiepere deel van Marker Wadden: Enkhuizerzand met een oppervlakte van 3000 ha. Bovenwaternatuur in de vorm van zand/schelpenbanken wordt hier beperkt mogelijk gemaakt (ordegrootte maximaal 2% van de oppervlakte van dit gebied). Kleinschalige zandwinputten en slibgeulen gericht op de realisering van de doelen van Marker Wadden zijn toegestaan.

N: Natuur. Binnen dit gebied wordt bovenwaternatuur mogelijk gemaakt met een maximum oppervlakte van 1500 ha. Dit dient binnen de aangegeven contour van 1800 ha te geschieden.

Het gebied blijft open voor recreatief medegebruik en visserij. Voorwaarden hiervoor worden beschreven in de planregels. Op basis van de milieuonderzoeken en de resultaten van het plan-MER en de Passende Beoordeling wordt in het ontwerp-bestemmingsplan de exacte begrenzing van het totale plangebied en de bestemmingen bepaald. Voor een deel van gebied N wordt in het bestemmingsplan een wijzigingsbevoegdheid opgenomen voor het onderdeel recreatief medegebruik. Natuurmonumenten is namelijk voornemens om op kleine schaal overnachtingplaatsen en vluchthavens voor recreatieve vaartuigen te realiseren, evenals een bezoekerspunt en aanmeerhaven om het natuureiland aan te doen. De exacte locatie en omvang is echter nog niet bekend en zal nadat het bestemmingsplan definitief is en het eerste deel van het moeras gerealiseerd wordt, nader uitgewerkt worden. In dit MER zijn op basis van onderbouwde aannames over de recreatieve invulling de milieueffecten ervan in beeld gebracht.

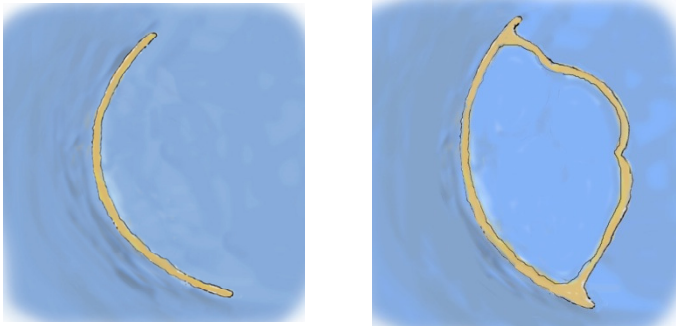
4.4 Hoofdpijnen van de realisering van het voornemen

Momenteel is het ontwerp van de eerste 1500 ha Marker Wadden nog niet volledig uitgekristalliseerd. Er bestaat ook nog een bandbreedte in de wijze waarop Marker Wadden uitgevoerd zal worden. Het natuurlandschap kan met verschillende materialen (zoals steen, zand, klei en slib) door verschillend materieel (zoals cutterzuiger, griepers, hydrojetten) en in een gevarieerde periode (continu of 'batchgewijs' / compartiment) gebouwd worden. Uitgangspunt is dat er wordt gewerkt in cycli van 5 jaar, waarbij in de eerste cyclus, het eerste eiland van de te realiseren archipel, ongeveer 500 hectare (ha) bovenwaterlandschap ontstaat. In de eerste 2 jaar worden de rand, de geulen en de put aangelegd en in de 3 jaar daarna worden de compartimenten binnen het natuureiland, de atollen, opgevuld met slib.

Ongeacht materiaal, materieel en intensiteit zijn de volgende drie basisstappen nodig om per cyclus de verschillende onderdelen waaruit Marker Wadden bestaat te realiseren:

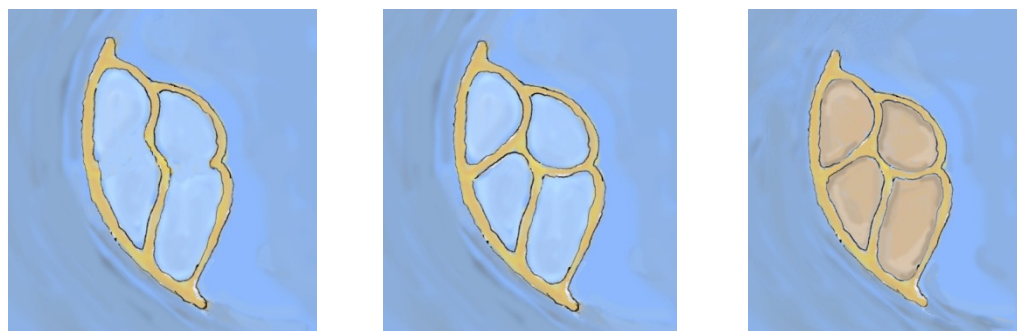
1. Eerste stap van Marker Wadden is de realisatie van een rand, binnen deze rand ontstaat de luwte die nodig is om met het slib te kunnen bouwen zonder dat het weer wegspoelt. Een minimale hoogte van de rand is nodig om de overslag van water te beperken richting de atollen. De rand kan volledig van zand (zachte rand) of met stenen worden beschermd (harde rand). Dit geldt zowel voor de voorzijde (Markermeer kant als aan de luwtezijde (Houtribdijkzijde)). Ook een combinatie van een harde vooroeverdam aan de Markermeerzijde (westkant) met daarachter een strand is mogelijk. De basis van de rand bestaat uit zand dat gewonnen wordt uit de zandwinput(ten). Gezien het natuurlijke karakter van Marker Wadden bestaat er een voorkeur voor een zachte variant. De rand wordt zo aangelegd dat deze in de beginfase voldoende bescherming biedt, zonder dat hiermee alle mogelijke dynamiek van golven en peilwisselingen verdwijnt. Enige erosie is, vooral in latere stadia, mogelijk zonder dat hoeft te worden ingegrepen. Er wordt gestreefd naar een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van de rand met bijbehorende dynamiek van golven en peilwisselingen.

Figuur 4.2 Aanleg van de randen van een atol



2. Het holocene materiaal dat bij het aanleggen van de zandwinput vrij is gekomen en het holocene materiaal uit de slibgeulen wordt gebruikt voor een eerste opvulling van de atollen. Afhankelijk van de wijze waarop de winning plaatsvindt (knijpen of hydraulisch) kan het holocene materiaal gebruikt worden voor het bouwen van de tussenkades.

Figuur 4.3 maken tussenkades en eerste opvulling van de atol



3. Het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten vangt slib uit het Markermeer in. Zodra er voldoende slib is ingevangen wordt het slib verpompt richting de atollen. Doordat tegelijk proceswater uit de atollen wordt verpompt, neemt de dichtheid van het slib in de atollen toe. Indien de natuurlijke aanslibbing in het geulensysteem onvoldoende blijkt, wordt door middel van hydrojetten de natuur een handje geholpen. Bij een voldoende dichtheid aan slib begint het proces van korstvorming.

Figuur 4.4 Verbeelding van de eerste stap van het natuureiland 'Marker Wadden'.



De ideale grootte van de atollen staat nog niet vast. Waarschijnlijk wordt met een kleinere maat begonnen en wordt later opgeschaald als het werkproces volledig is uitgekristalliseerd. Het aantal atollen dat nodig is om te komen tot de 500 ha bovenwaterlandschap kan variëren tussen de 3 en meer dan 10. De verwachting is dat na het bouwen van de rand, het graven van de (slib)geulen en zandwinputten en de aanleg van de eerste atollen er binnen vijf jaar ongeveer 100 ha geulen, ordegrootte 20 ha aan zandwinput(ten) en ordegrootte 500 ha aan bovenwaterlandschap in het Markermeer gerealiseerd is; hoe de daaropvolgende 1000 ha eruit zien en uitgevoerd gaan worden hangt in belangrijke mate af van de ervaringen met de eerste 500 ha. Deze eerste 500 hectare fungeert hierbij als 'vliegwiel' voor de overige eilanden; qua kennis zorgt de eerste fase voor belangrijke informatie en ervaringen over wat wel werkt en wat niet. Daarnaast zorgen de eerste eilanden al voor luwte, waarachter op natuurlijke wijze slib kan bezinken en nieuw leefmilieu kan ontstaan. Hierdoor is in de volgende fases minder materiaal noodzakelijk ter bescherming van de aan te leggen atollen, aangezien met name de zijde aan de Houtribdijk opnieuw beschermd moet worden.

4.5 Bandbreedtes binnen de wijze van aanleg

Het definitieve ontwerp voor Marker Wadden ligt nog niet vast. Mede afhankelijk van de keuzes van de marktpartij over de wijze van aanleg en inzet van het materieel én de ervaringen met de eerste fase (500 ha) krijgt Marker Wadden haar uiteindelijke vorm. Uiteraard worden er wel randvoorwaarden geschetst waaraan Marker Wadden minimaal moet voldoen. Aangezien dat het ontwerp niet vast ligt en er gezien het innovatieve karakter van Marker Wadden tijdens de uitvoering de optimale werkwijze pas vastgesteld kan worden, is het nodig om een bandbreedte aan de hoeveelheid materiaal dat noodzakelijk is voor realisatie van Marker Wadden te schetsen. In de paragrafen 4.5.1 t/m 4.5.3 wordt hier op ingegaan aan de hand van de rand, omvang van slibgeulen en zandwinputten en het opvullen van de atollen. De nadruk ligt hierbij op de eerste fase van 500 ha. Na aanleg van de 1^e fase (500 ha) Marker Wadden kan verder in de luwte van het eerste natuureiland gebouwd worden en hoeft per stap minder materiaal toegepast te worden. De eerste fase is hierdoor over het algemeen maatgevend voor het bepalen van de milieueffecten. In paragraaf 4.5.3 wordt aan de hand van een viertal uitvoeringsscenario's de bandbreedte in materieel dat voor realisatie van de 1^e fase noodzakelijk is weergegeven, inclusief verschillen in werktempo.

4.5.1 Bandbreedte materiaal rand van het atol

De wijze waarop de rand wordt aangelegd varieert tussen een volledig zachte wijze (stranden) en een harde variant met stortstenen (dijk). Voor de rand aan de westzijde bestaat tevens een tussenvorm van een vooroeverdam van steen met daarachter een strand. Bij alle varianten is zand nodig. De bandbreedte in de hoeveelheid zand dat nodig is voor realisatie van de randen voor 1500ha Marker Wadden ligt tussen de 3,5 en 12,5 miljoen m³ zand. Hierbij is ervan uitgegaan dat alleen de uiteindelijke buitenste contour van Marker Wadden zandig wordt aangelegd. In dit planMER worden ook de effecten van aanleg van de 1^e fase van 500 hectare meegenomen, zodat ook de milieuconsequenties in het geval dat het voornemen gedeeltelijk wordt gerealiseerd inzichtelijk worden. Hierdoor is ook voor de 1^e fase van 500 ha uitgegaan van een rand die volledig zandig wordt uitgevoerd. Voor de 1^e fase (500ha) ligt de bandbreedte aan toe te passen zand tussen 2 miljoen en 10 miljoen m³. Aan steen wordt minimaal 22.000 ton ingezet bij een zachte rand en maximaal 240.000 ton bij een volledig harde rand. Voor de rand worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- **Locatie:** binnen het aangegeven gebied. De buitenrand die naar het zuidwesten is gekeerd vormt de buitencontour. Dit deel van de rand zal binnen een nauwer omschreven zone worden aangelegd.
- **Lengte:** een minimale lengte van 10 km is nodig om voor de eerste fase van 500 hectare voldoende ruimte te scheppen voor het bouwen met slib en andere grondstromen.
- **Hoogte:** in geval van een zachte rand geldt een minimale hoogte boven ontwerppeil. Indien gewerkt wordt met een harde rand, in de vorm van een kade of dijk, worden eisen gesteld aan de maximale overslag en minimale sterkte van de bekleding.
- **Ontwerppeil:** er wordt uitgegaan van een ontwerppeil dat overeenkomt met een storm zoals die eens in de 10 tot 20 jaar kan voorkomen.
- **Vorm:** de voorkeur gaat uit naar een zachte rand van zand. Dit kan een beschut strand in de luwte van een vooroeverdam zijn of een open strand. Een meer hard ontwerp wordt echter niet op voorhand uitgesloten.

4.5.2 Bandbreedte omvang slibgeulen en zandwinputten

Naast de rand wordt de bandbreedte van de benodigde grondstromen bepaald door de verhouding waarin slib en klei worden ingezet bij het vullen van de atollen (incl. maken van tussenranden). Dit is afhankelijk van de hoeveelheid holocene materiaal dat vrijkomt door het realiseren van de geulen. Om zeker te zijn van een jaarlijkse invang van slib uit het systeem wordt naar verwachting aan de markt een minimum eis voor het oppervlakte aan slibgeulen opgelegd van 75 hectare (3 km bij 250 m) per geul. Vanuit kostenperspectief wordt ervan uitgegaan dat er maximaal 225 ha aan geulen wordt gerealiseerd (9 km bij 250 m). Aanleggen van een groter geulensysteem brengt te veel kosten met zich mee en heeft geen meerwaarde voor het realiseren van de doelen. Gezien bovenstaande bedraagt de bandbreedte voor de hoeveelheid holocene materiaal dat gebruikt wordt 4,5 miljoen m³ tot 13,5 miljoen m³, zie ook figuur 4.5. Hierbij wordt uitgegaan van een geulensysteem met een diepte van 6 meter onder de waterbodem. Het totale onderwater landschap kan reeds bereikt worden binnen de eerste fase van 500 ha.

Voor de slibgeulen en zandwinputten worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- **Locatie:** slib komt als gevolg van circulatiestroming overal voor en kan ook overal tot bezinking komen. Een sliblaag is vooral aanwezig doordat bezonken slib kan blijven liggen. Een ligging van een geul dwars op de circulatiestroming lijkt het meest effectief voor het invangen van slib. Voor de locatie Marker Wadden is dit een oriëntatie loodrecht op de Houtribdijk. Er is een voorkeur voor een ligging nabij het eiland. Dit beperkt de transportkosten van de Holocene klei die vrijkomt bij de aanleg en van het ingevangen slib dat wordt gebruikt om de atollen mee te vullen. Ten westen en zuidwesten wordt een zone aangegeven tot ongeveer 3 à 4 kilometer uit het eiland, waarin het geulensysteem wordt aangelegd. Een loodrechte ligging van de slibgeul op de Houtribdijk wordt uitgesloten gezien de verwachte toename in golfoploop.

- **Omvang zandwinput:** Er wordt een zandwinput gemaakt van orde 20 meter diep en ca 10 tot 30 hectare in oppervlak. Het minimale oppervlak hangt af van het volume zand dat van elders door de aannemer wordt aangevoerd en de wens tenminste een of enkele putten met een minimaal oppervlak op korte afstand van het eiland te maken ook met oog op verdere uitbouwen van het systeem. Afhankelijk van het type en de omvang van de zachte rand is voor de eerste 500 ha 2,0 miljoen m³ tot 10 miljoen m³ nodig; dit kan in hoofdzaak uit de nabij gelegen zandwinputten worden gewonnen.
- **Omvang slibgeulen:** De omvang van de slibgeulen hangt af van de verhouding waarin slib en Holocene klei worden ingezet om de atollen te vullen. Daarbij is wel een minimaal oppervlak (75 hectare) van de geulen nodig om voldoende slib te kunnen invangen. De geulen moeten ook voldoende diep zijn, zodat voldoende slib buiten het bereik van de golven tot bezinking kan komen. Naar verwachting is een diepte van ongeveer 6 meter onder meerbodem effectief (10 meter onder wateroppervlak). Vanuit kostenperspectief wordt uitgegaan dat er maximaal 225 ha aan geulen wordt gerealiseerd (9 km bij 250 m).

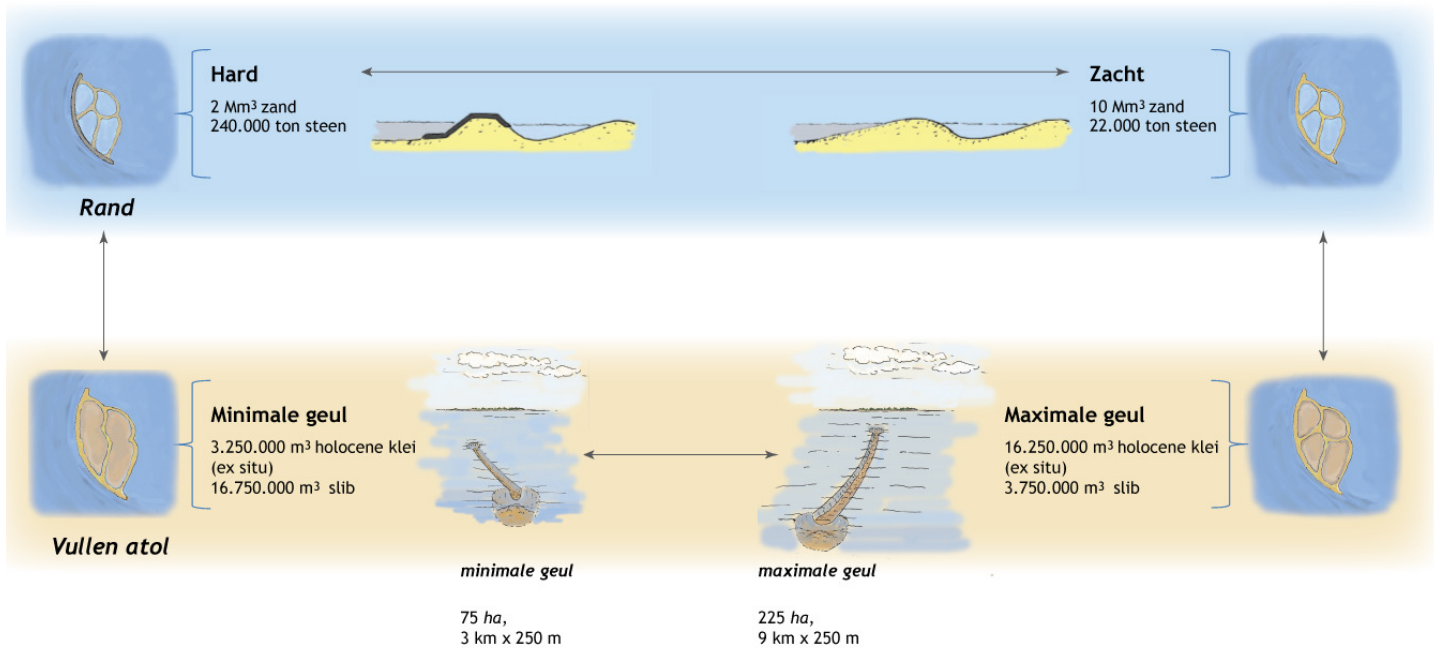
4.5.3 Bandbreedte materiaal voor het vullen van de atollen

Uit de aanleg van de geulen en het vrijmaken van de zandwinput(ten) komt Holocene klei vrij. Deze klei kan worden ingezet voor zowel het realiseren van de tussenkades (6 tot 12 km voor de eerste 500 ha) als het vullen van de atollen. Indien het materiaal wordt ingezet voor het vullen van de atollen wordt de klei per persleiding aangevoerd en is dus vermengd met water. De atollen kunnen verder gevuld worden met het slib dat wordt ingevangen in het geulensysteem, al dan niet geoptimaliseerd door gebruik te maken van hydrojetten. Daarnaast is het mogelijk om materiaal dat van elders vrijkomt toe te passen (werk met werk maken of wordt extra holoceen materiaal in de omgeving van Marker Wadden gewonnen). Het Markermeer is op de locatie van Marker wadden ongeveer 4 meter diep. Er is echter meer dan 4 m³ per vierkante meter slib nodig om land te kunnen maken. Hoeveel meer hangt af van de dichtheid van het slib dat wordt ingebracht. Voor het vullen van de atollen van het bovenwaterlandschap is naar verwachting in totaal circa 60 miljoen m³ aan slib en klei mengsel nodig. Om de eerste stap van 500 hectare te realiseren is circa 20 miljoen m³ aan slib en kleimengsel noodzakelijk. Het vullen van de atollen is echter een uniek en innovatief proces, waarbij tijdens de uitvoering veel geleerd kan worden ("learning on the job").

De mate waarin gebruik gemaakt wordt van hydrojetten is relevant gezien mogelijke effecten door vertroebeling en verstoring en is afhankelijk van het potentieel aan slib dat in de nabijheid van het bestaande geulensysteem aanwezig is. In de effectbeoordeling wordt uitgegaan van een maximale hoeveelheid slib van 5 miljoen m³ dat middels hydrojetten wordt verzameld.

Voor het plan-MER is het niet noodzakelijk om de exacte verhouding van slib en klei te weten. Het is voor de effectbeoordeling echter wel van belang om de maximale hoeveelheid aan holocene klei dat rondom Marker Wadden gewonnen wordt vast te stellen. Deze hoeveelheid is vastgesteld op 23 miljoen m³, verdere winning wordt te duur. Mocht dit niet voldoende zijn om de totale hoeveelheid van opvul materiaal te verkrijgen voor realisatie van 1500ha aan bovenwaterlandschap (60 miljoen m³ aan slib en klei mengsel), dan blijft een deel van de atollen onderwater te liggen (ondiep watermilieu). De atollen behouden dan ruimte voor de ontvangst van grondstromen op de lange termijn (buiten planperiode). De omvang van de atollen blijft dus gelijk.

Figuur 4.5 Bandbreedte in te zetten materiaal i.r.t. omvang slibgeul en keuze rand van de atol eerste 500 ha



4.5.4 Bandbreedte in te zetten materieel en werktempo eerste fase (500 ha)

Met uitzondering van stikstofdepositie is de aanleg van de eerste 500 hectare natuurlandschap maatgevend voor het bepalen van de milieueffecten tijdens de aanlegfase. Voor zowel de thema's water en bodem (grootte van de slibpluim), nautische veiligheid (gebruik sluizencomplex), leefomgeving (geluidbelasting en luchtkwaliteit) zorgt de aanleg van de eerste 500 hectare voor een piek aan in te zetten materieel en daarmee de belangrijkste (tijdelijke) milieueffecten tijdens de aanlegfase. Voor stikstofdepositie geldt dit niet; hierbij is de totale depositie maatgevend voor de toetsing aan instandhoudingdoelstellingen van Natura2000-gebieden. Voor dit toetscriterium is daarom het totaal in te zetten materieel gedurende de 10 jaar maatgevend. In paragraaf 6.3.4 is daarom de jaargemiddelde depositie per jaar als parameter gehanteerd.

In deze paragraaf wordt op basis van de paragrafen 4.5.1 t/m 4.5.3 een inschatting gemaakt van het in te zetten materieel voor de 1^e fase van 500ha. In tabel 4.1 staan de hierboven besproken bandbreedtes samengevat.

Tabel 4.1 Bandbreedte materiaal Marker Wadden

	1500 hectare		500 hectare	
	Min	Max	Min	Max
Randen				
Zand (m3)	3,5 miljoen	12,5 miljoen	2,0 miljoen	10 miljoen
Steen (ton)	22.000	350.000	22.000	240.000
Materiaal voor vullen atollen (slib en kleimengsel) m3				
Klei uit slibgeulen + zandwininput (m3-ex situ)	3,25 miljoen	16,25 miljoen	3,25 miljoen	16,25 miljoen
Invang slib+ontgraving klei + hydrojetten+aanvoer derden	36,75 miljoen	43,75 miljoen	10 miljoen	3,75 miljoen
Totaal slib en kleimengsel	40 miljoen	60 miljoen	13,3 miljoen	20 miljoen

Afhankelijk van het gewenste tempo en van de efficiënte inzet van technische en financiële middelen kent de uitvoering van de eerste 500 hectare de volgende bandbreedte van inzet van het materieel (waarmee, zie tekstkader) en de uitvoeringsperiode (hoelang):

1. met grote stappen tegelijk: inzet van veel materieel, hoog werktempo, realisering in kort tijdsbestek;
2. met kleine stapjes: inzet van beperkte hoeveelheid materieel, rustig werktempo, realisering over langere tijdsbestek.

Hierbij geldt dat het bouwen van de rand van de atol de grootste inzet van het materieel vereist.

Cutterzuiger:

Een cutterzuiger of snijkopzuiger is een stationair of zelfvarend werktuig dat met behulp van zijn roterende snijkop materiaal op de bodem los maakt (snijden of 'cutting'). Onder de snijkop is een aanzuigopening gemaakt, zuigmond genaamd, die via een zuigleiding in directe verbinding staat met een of meerdere centrifugaalpomp(en). Door het vacuüm ter plaatse van de aanzuigopening wordt het losgesneden materiaal opgezogen. De zuigbuis is gemonteerd op een ladder waar ook de snijkop aan vast zit. Het schip heeft aan zijn voorzijde de ladder met de snijkop. De cutterzuiger voert het gesneden materiaal af via een drijvende leiding of een bakkenlaadinstallatie. Bron: <http://www.vanoord.com/nl/activiteiten/cutterzuiger>

Steekzuiger:

De steekzuiger is een zelfvarend, zelfladend en (gewoonlijk) zelflossend schip, waarbij het baggerproces stationair plaatsvindt. Het schip gaat ten anker en plaatst de zuigbuis met de zuigmond, die gericht is naar de voorsteven van het schip, in de geul. Vervolgens kan het oppompen van het bodemmateriaal beginnen.

Bulldozer:

Een bulldozer is een zeer krachtige tractor op rupsbanden met een blad aan de voorkant. Een bulldozer kan grote hoeveelheden zand verplaatsen. De machines zullen voornamelijk gebruikt worden om de randen van de atollen, vaak bestaande uit het zwaardere materiaal zand, steen en klei, te bouwen.

Schepen:

De schepen zijn nodig om het materiaal (zand, klei, slib, stenen etc) te verplaatsen naar de juiste locatie. Er zijn binnenschepen nodig die het Holocene klei verplaatsen binnen de atol, er is een schip nodig om het schelpenrif ter hoogte van het Enkhuizerzand te bouwen en er zijn schepen (inclusief beunbakken) nodig die materiaal van buiten het plangebied aanvoeren.

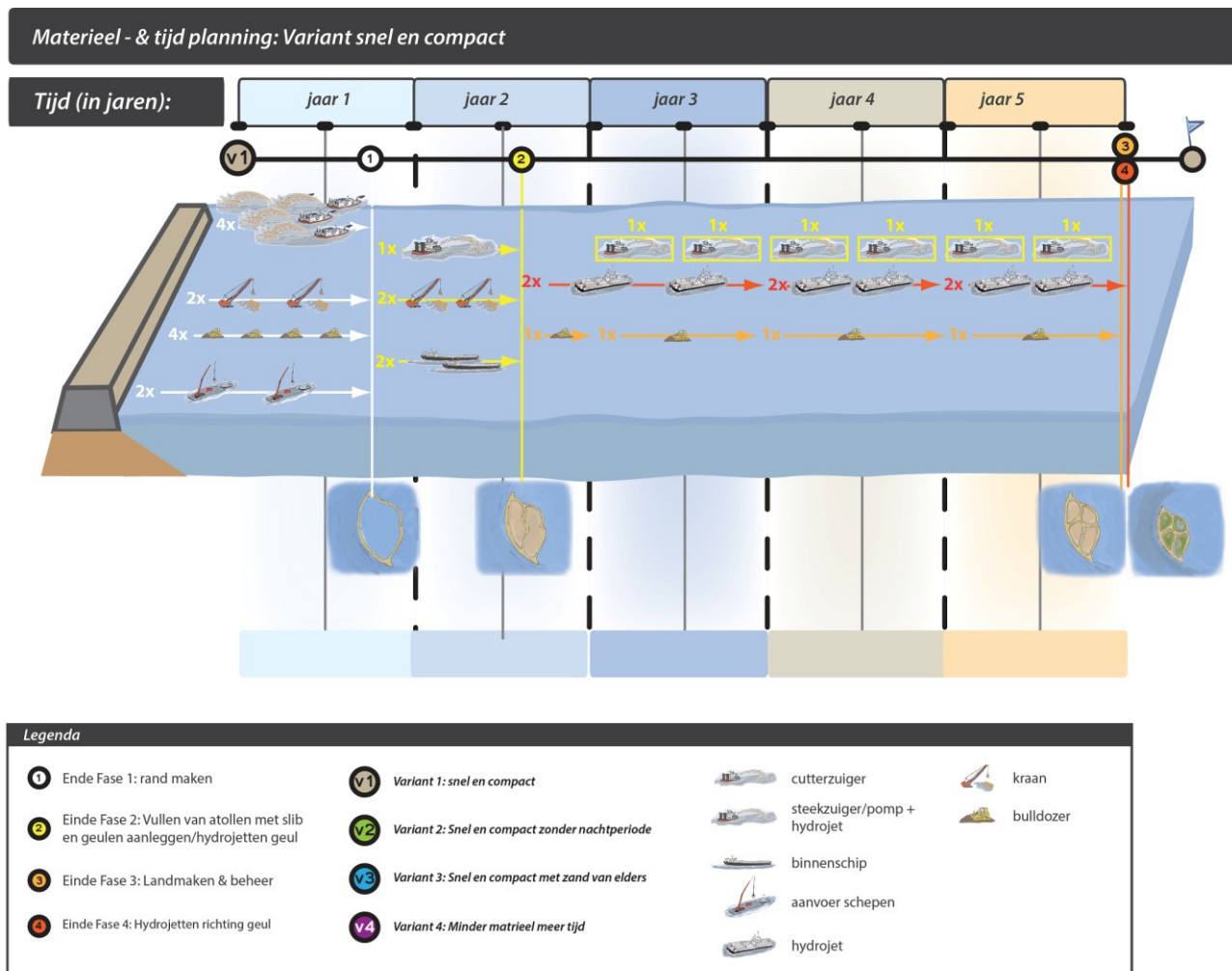
Hydrojectten:

Bij hydrojetten wordt met een mengsel van water en lucht de sliblaag losgewoeld van de bodem. Hierbij ontstaat een laag die bestaat uit een mengsel van slib en water, van enkele decimeters tot mogelijk 1,5 meter dik. De laag is zwaarder dan water en daarom onderhevig aan de zwaartekracht. Door dichtheidsstroming kan een dergelijke laag tot enkele kilometers verplaatst worden, afhankelijk van samenstelling, stroming en gradiënt van de meerbodem.

1 Intensief en Snel

Deze uitvoeringsvariant wordt gekenmerkt door de inzet van relatief veel materieel in een relatief kort tijdsbestek, waardoor snel en compact de eerste 500 hectare natuurlandschap gerealiseerd kan worden. In deze uitvoeringsvariant wordt 24 uur per dag, zeven dagen in de week gewerkt. Binnen een jaar zijn de randen van de atollen gebouwd. In het derde kwartaal van het eerste jaar is de werkintensiteit (en daarmee de verstoring) het grootst. Binnen het plangebied worden dan namelijk als materieel 4 cutterzuigers, 1 steekzuiger, 3 kranen, 4 bulldozers en 2 schepen ingezet.

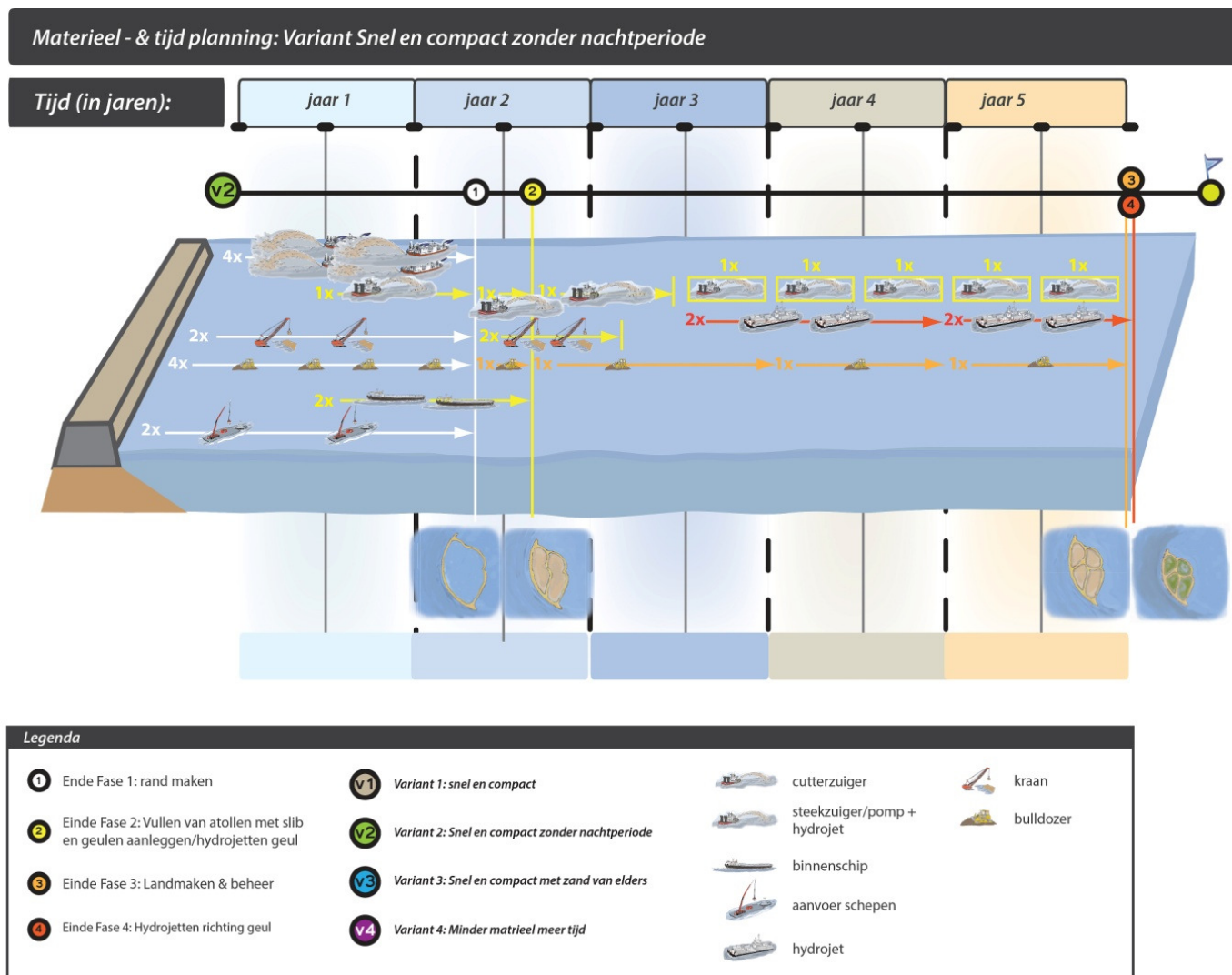
Figuur 4.6 Inzet materieel voor de eerste fase van 500 hectare bij de variant 'snel en compact'



2 Intensief en snel, maar zonder de nachtperiode

In deze uitvoeringsvariant wordt er maximaal van 07.00 tot 23.00 uur gewerkt. Hierdoor neemt de intensiteit van het materieel af, maar is de uitvoeringsperiode grofweg anderhalf keer langer dan bij uitvoeringsvariant 1 'snel en compact'. In plaats van vier kwartalen zijn er nu zes kwartalen nodig om de randen om de atollen te bouwen. De inzet van de hoeveelheid materieel is gelijk aan uitvoeringsvariant 1.

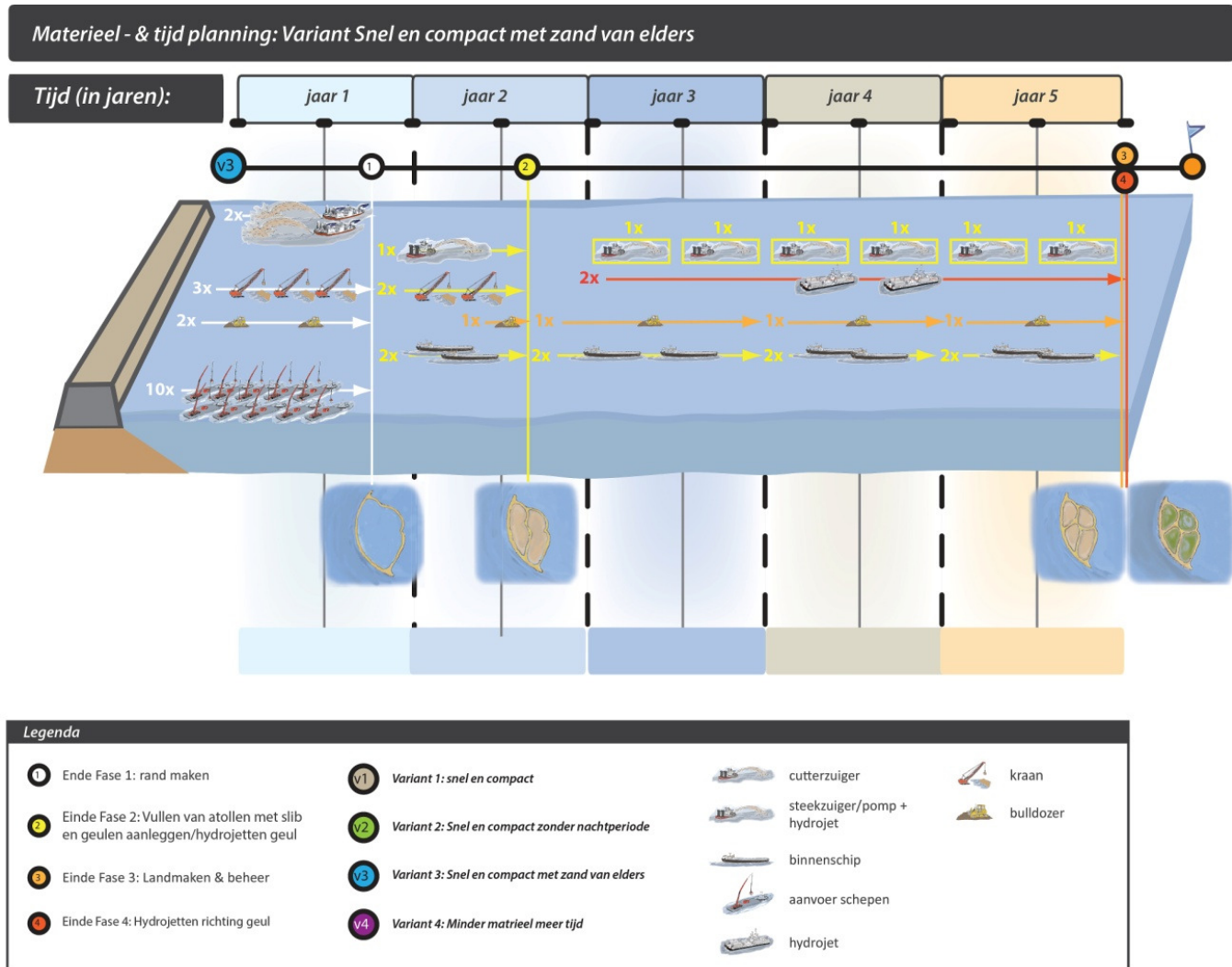
Figuur 4.6 Inzet materieel voor de eerste fase van 500 hectare bij de variant 'snel en compact zonder nacht'



3 Intensief en snel, met zand van buiten het plangebied

Het kan (zowel technisch als financieel) nodig zijn om materiaal (en dan met name zand) van buiten het plangebied te gebruiken voor de bouw van het natuurlandschap. Dit materiaal wordt dan bijvoorbeeld vanuit een andere zandwinlocatie of depot aangevoerd door schepen. Aangezien er minder 'gebiedseigen zand' gebruikt wordt neemt, in vergelijking met uitvoeringsvariant 1 en 2, in deze uitvoeringsvariant het aantal cutterzuigers af (van 4 naar 2) en het aantal schepen met beunbakken (van 2 naar 10) en aantal kranen (van 2 naar 3) toe.

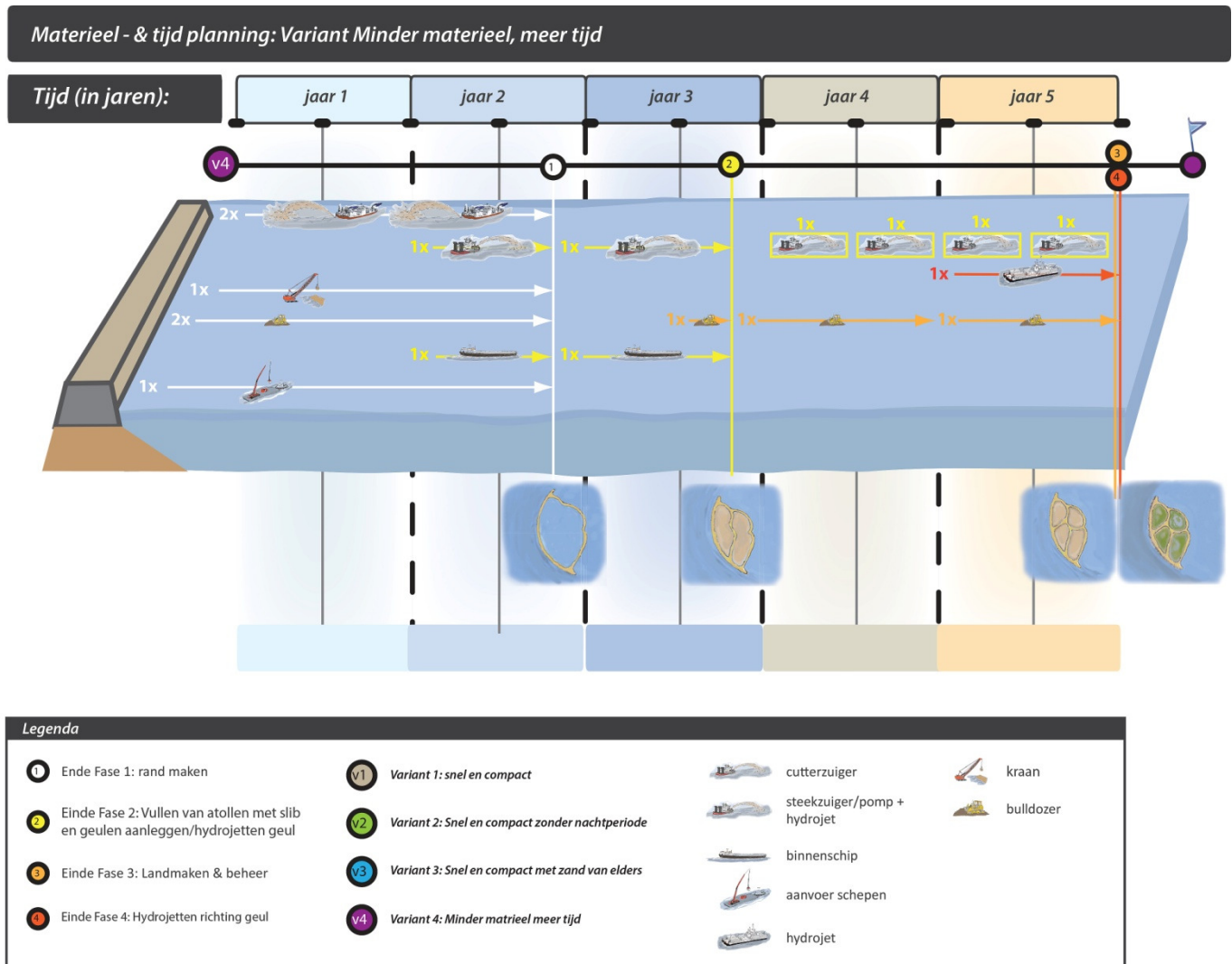
Figuur 4.7 Inzet materieel voor de fase van 500 hectare bij de variant 'snel en compact met zand van elders'



4 Beperkte hoeveelheid materieel, realisatie over langere periode

Deze uitvoeringsvariant wordt gekenmerkt door de inzet van een relatief beperkte hoeveelheid materieel in een langer tijdsbestek. Er wordt circa twee jaar uitgetrokken om de randen van de atollen te bouwen; het dubbele in vergelijking met uitvoeringsvariant 1. In het vijfde kwartaal is de werkintensiteit (en daarmee de verstoring) het grootst. Binnen het plangebied worden dan namelijk als materieel 2 cutterzuigers, 1 sleephopperzuiger, 2 kranen, 2 bulldozers en 3 schepen ingezet, circa de helft van het materieel in vergelijking met uitvoeringsvariant 1 en 2.

Figuur 4.8 Inzet materieel voor de fase van 500 hectare bij de variant 'minder materieel, meer tijd'



4.6 Te nemen besluiten om de uitvoering te kunnen realiseren

Naast het te nemen besluit over het bestemmingsplan Marker Wadden door de gemeenteraad van Lelystad zijn er nog andere besluiten nodig om de realisering van Marker Wadden mogelijk te maken. De desbetreffende besluiten en vergunningen zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nog te nemen besluiten en te verkrijgen vergunningen voordat gestart kan worden met de realisatie

Wettelijk kader	Soort toestemming	Waarom?	Bevoegd gezag
Waterwet	Watervergunning of een projectplan Waterwet	Het brengen van stoffen in een oppervlaktewaterlichaam (art. 6.2 Wtw)	Minister van Infrastructuur en Milieu
	Melding Besluit bodemkwaliteit	Verplichte melding van het voornemen tot toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie.	Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied Gemeente Lelystad
Ontgrondingenwet	Vergunning	In de Ontgrondingenwet zijn regels gesteld voor de winning van oppervlaktedelfstoffen (zoals zand) en aan ontgrondingen, waarbij de winning van oppervlaktedelfstoffen niet het primaire doel is.	Minister van Infrastructuur en Milieu (Rijkswaterstaat Inspectie Leefomgeving en Transport)
Natuurbeschermings-wet 1998	Vergunning	Het Markermeer maakt deel uit van het Europese natuurnetwerk (Natura2000-gebied). Voor activiteiten met mogelijke (significante) negatieve effecten op de instandhoudingdoelstellingen is een vergunning nodig.	Gedeputeerde Staten van de provincie Flevoland
Flora- en faunawet	Ontheffing	Vanwege de aanlegwerkzaamheden zullen mogelijk (beschermde) dieren en planten verstoord danwel gedood worden. Hiervoor is een ontheffing i.h.k.v. de Flora- en faunawet nodig, voordat kan worden gestart met de werkzaamheden.	Staatsecretaris van Economische Zaken
Wet algemene bepalingen omgevingsrecht	Omgevingsvergunning	Eventueel voor de realisatie van een aanleghaven en tijdelijke werkterreinen of depots	Gemeente Lelystad

Van de in tabel 4.2 beschreven besluiten en vergunningen zijn in ieder geval de ontgrondingvergunning en waterwetvergunning danwel projectplan Waterwet m.e.r.-beoordelingsplichtig. Natuurmonumenten heeft aangegeven voor deze vergunningen een project-MER op te (laten) stellen. Aangezien bij de aanvraag van de vergunningen duidelijker is hoe de contouren van het Marker Wadden zullen lopen en op welke wijze de uitvoering zal plaatsvinden (de verwachting is namelijk dat in dat stadium de aanbesteding van de werkzaamheden is afgerond en duidelijk is welke marktpartij(en) de werkzaamheden voor Marker Wadden gaan uitvoeren), kunnen de milieueffecten op een concreter detailniveau in het project-MER beschreven worden.

5 GEVOLGEN MARKER WADDEN OP SYSTEEMNIVEAU MARKERMEER

5.1 Inleiding

Marker Wadden beoogt met een gefaseerde aanpak een robuust ecologisch systeemherstel te bereiken door het Markermeer voor een groot deel te ontdoen van de verstikkende slibdeken die nu op de meerbodem ligt. Met dit slib wordt een grootschalig wetland gerealiseerd.

Dit hoofdstuk gaat in op de mechanismen waarop Marker Wadden ingrijpt en de te verwachten (ecosysteem)effecten hiervan op het Markermeer. Hierbij wordt zowel ingegaan op de effecten ter plaatse van de ingrepen als op de te verwachten effecten op het Markermeer & IJmeer als geheel. De informatie van dit hoofdstuk gaat in op de grote lijnen van de verwachte veranderingen in het ecosysteem en geeft daarmee de context waarbinnen in deze plan-MER de effectbeoordeling wordt verricht voor de realisatie van 1500 hectare inclusief tussenstap van 500 hectare.

Natuurontwikkeling kent een zekere mate van onvoorspelbaarheid. De mate waarin het beoogde ecologisch systeemherstel van het Markermeer optreedt en de snelheid waarmee dit gebeurt, is vooraf lastig in te schatten. De aanpak van Marker Wadden is hierop afgestemd door een stapsgewijze, gefaseerde aanpak te kiezen. Het beoogde areaal van 1500 ha wordt niet in één keer aangelegd. Door intensieve monitoring tijdens de uitvoering naar lokale en eventuele systeemeffecten kan tijdig worden bijgestuurd door de hoeveelheid in te vangen slib aan te passen en het verdere ontwerp van natuureilanden te optimaliseren.

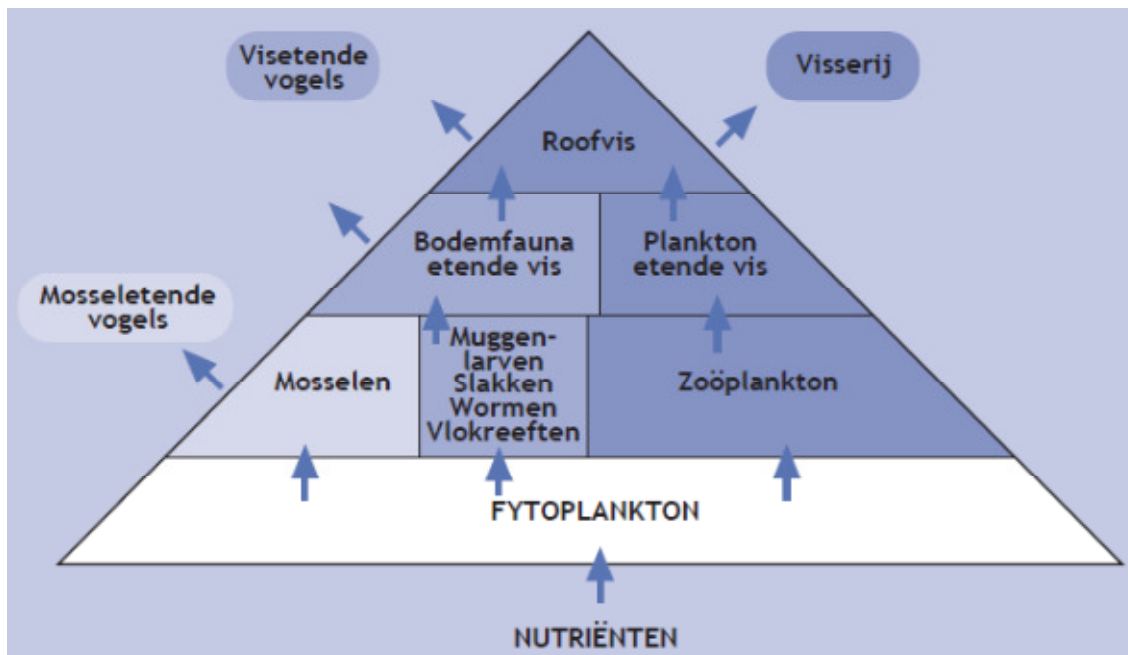
In hoofdstuk 8 leemte in kennis en monitoring wordt hier nader op ingegaan.

5.2 Beschrijving van het voedselweb

Het Markermeer is een groot zoetwatermeer met een voedselrijke kleibodem en (matig) voedselarm water. De voedselrijkheid van het meer, in termen van biologisch beschikbaar fosfaat en stikstof, is mede bepalend voor de primaire productie (i.e. de aanwas van algen en waterplanten) die plaatsvindt in het meer. Het water is voedselarm en draagt, weinig bij aan de primaire productie. De nutriënten die aanwezig zijn in de bodem van het Markermeer zijn beperkt beschikbaar voor waterplanten. Nutriënten komen vermoedelijk voornamelijk vrij door de afbraak van dood organisch materiaal door reducenten.

De primaire productie is bepalend voor de primaire consumptie door waterfauna, die afhankelijk is van algen en waterplanten als voedselbron, zoals vele soorten zooplankton, micro- en macrofauna, maar ook waterplantenetende vogels. De productie van waterfauna is voedselbron voor vis en benthosetende watervogels, dit zijn secundaire consumenten. Vis is voedselbron voor visetende vogels, dit zijn tertiaire consumenten. Dit voedselweb is in versimpelde vorm weergegeven in figuur 5.1.

Figuur 5.1 Versimpeld voedselweb van het Markermeer & IJmeer (RIZA, 1998)



De beschikbare nutriënten zijn dus via primaire en secundaire productie mede bepalend voor de mate waarin fauna op hogere trofische niveaus voorkomen. Bovenaan de voedselketen staan watervogels die foerageren op voedselbronnen die verschillende niches bezetten. Verschillende vogelsoorten foerageren op verschillende en deels overlappende voedselbronnen en kennen dus hun eigen soortspecifieke niche. De beschikbaarheid van nutriënten en voedselbronnen is niet alleen bepalend voor het al dan niet voorkomen van bepaalde soorten. Andere standplaatscondities spelen een minstens zo belangrijke rol, zoals doorzicht, waterdiepte, bodemprofiel, golfwerking, rust en waterkwaliteit. De aantallen watervogels en de variatie in watervogelsoorten is dus een graadmeter voor de compleetheid en het functioneren van het voedselweb in de context van een complex ecosysteem. Dit is een van de redenen waarom voor het Natura 2000-gebied Markermeer&IJmeer instandhoudingdoelstellingen zijn opgenomen voor watervogels.

In onderstaande subparagrafen wordt kort ingegaan op de belangrijkste onderdelen van het voedselweb.

5.2.1 Nutriënten

De hoeveelheden fosfaat en stikstof zijn sterk afgenomen. De hoeveelheid beschikbaar fosfaat ligt rond het niveau van de jaren 50 en lijkt zich nu te stabiliseren. De hoeveelheden stikstof dalen nog steeds, onder meer als gevolg van waterzuivering. Uit onderzoek naar historische fosfor gehalten blijkt dat het IJsselmeer voor de afsluiting een meso- tot eutroof systeem was. De toename van de concentratie fosfor zou in het IJsselmeer na 1960 begonnen zijn. De huidige fosfor en stikstofwaarden passen bij de waarden van een meso- tot eutroof systeem.

Een nieuwe analyse van het verloop van de relatie tussen fosfaat en chlorofyl in het IJsselmeer en het Markermeer leidt tot de conclusie dat de primaire productie is gedaald als gevolg van de verminderde nutriëntenbelasting begin jaren 90. Dit wordt gezien als de basale factor achter de neergaande trends van de ecologie (vogelaantallen) in de meren (Deltares, 2011).

5.2.2 Fytoplankton en waterplanten

Fytoplankton (algen) groeien op basis van licht, nutriënten en temperatuur. Fytoplankton wordt gegeten door zooplankton en filteraars zoals driehoeksmosselen. Vroeger werd het Markermeer beschouwd als een systeem met een door licht beperkte algengroei. Tegenwoordig zijn er aanwijzingen dat o.a. fosfaat een beperkende factor kan zijn. Er is geen duidelijke ontwikkeling in de aanwezigheid van groenalgen

zichtbaar, deze schommelen al jaren om eenzelfde gemiddelde waarde. Wel zijn er verschillen tussen verschillende meetpunten. Het meetpunt Noordoost/Lelystad heeft de hoogste concentratie aan groenalgen, terwijl deze in het IJmeer en de Hoornse Hop lager zijn. Dus meer groenal op de slibrijkste delen. Dit kan overigens het gevolg zijn van de afwezigheid van mosselen of zooplankton. Het lijkt in ieder geval niet mogelijk een duidelijke relatie te leggen tussen slib en de groenal, in de pelagische (open water) keten (RWS, 2010).

Het lijkt erop dat het doorzicht in het Markermeer is verslechterd door een andere algensamenstelling, dan door het gedrag van slib. Ook lijkt de slechtere eetbaarheid van de 'nieuwe' algen een verklaring te zijn voor de afname van mosselen (Deltares, 2011).

Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 is de Noord-Hollandse kust het gebied waar waterplantenvegetaties aanwezig zijn en waar deze zich autonoom uitbreiden.

5.2.3 Driehoeksmosselen

De driehoeksmossel is een algemeen voorkomende mosselsoort en vervult een sleutelrol in het Markermeer als voedselbron en filteraar. In het Markermeer komen verschillende soorten mosselen voor, de meest voorkomende zijn de *Dreissena polymorpha* (de zebra mossel) en de *Dreissena Bugensis* (de quagga mossel). De soort voedt zich met fytoplankton en vormt een voedselbron voor verschillende vis- en vogelsoorten (o.a. aal, blankvoorn, kuifeend, toppereend en tafeleend). Driehoeksmosselen concurreren met zooplankton om fytoplankton. Driehoeksmosselen hebben hard substraat nodig om zich op te kunnen hechten en komen verspreid over de waterbodem voor.

De belangrijkste factoren die de variatie in de hoeveelheid driehoeksmosselen bepalen zijn:

- De beschikbaarheid van voedsel (algen) en voldoende doorzicht en fosfaat zodat algen kunnen groeien;
- De sterfte als gevolg van te hoge concentratie aan zwevend anorganisch slib. Door een toename van slib en opwerveling van slib door storm en recreatievaart kan de voedselopname van driehoeksmosselen sterk worden beperkt.
- De omvang van de predatie door overwinterende duikeenden en Meerkoeten in het winterhalfjaar;
- De omvang van de predatie is afhankelijk van de fluctuaties in de populatieomvang van vogels;
- De mate waarin populatieherstel optreedt tijdens het zomerhalfjaar wanneer driehoeksmosselen zich voortplanten (broedval);
- Onduidelijk is nog in hoeverre een temperatuurstoename en daarmee gepaard gaande zuurstofafname leidt tot sterfte of lagere biomassaproductie bij driehoeksmosselen.

Driehoeksmosselen komen door het hele Markermeer & IJmeer voor, maar het zwaartepunt ligt in het IJmeer en de westelijke delen van het Markermeer, zie ook hoofdstuk 3 voor de verspreidingskaarten.

De populatie van driehoeksmosselen fluctueert sterk. Uit het onderzoek van Noordhuis en Houwing uit 2003 blijkt dat er in 1970 ten westen van Lelystad nog driehoeksmosselen aanwezig waren, ter hoogte van de locatie waar Marker Wadden is gepland. Dit was nog voordat het Markermeer en IJsselmeer werden gescheiden door de Houtribdijk. Ook bleek dat er een zeer sterke afname was in de periode 92-94. Tijdens die periode was er ook verhoogde stormactiviteit met name in de winter van 92-93. De stormen gingen gepaard met opwerveling van slib en uitputting van de concentratie orthofosfaat, waardoor er sprake was van lage hoeveelheden fytoplankton waarvan de driehoeksmossel leeft. Uit onderzoek naar de driehoeksmosselen tussen 2006 en 2008 (RWS, 2009) blijkt dat de afname van driehoeksmosselen tussen 1993 en 2000 zeer sterk was en dat deze afname zich (in minder sterke mate) ook doorzette tussen 2000 en 2007. Ten opzichte van 1981 was er in 2006 een afname van ca. 75-80%. Uit onderzoek naar driehoeksmosselen uit 2011 (Bij de Vaate en Jansen, 2011) en het integraal tussenadvies van 2011 (NMIJ, 2011) blijkt dat er inmiddels een toename is van driehoeksmosselen doordat de quagga sterk toeneemt. Het zwaartepunt van de toename van het aantal driehoeksmosselen ligt in het IJmeer en

Markermeer zuid. De lage aantallen driehoeksmosselen in Markermeer noord zijn te wijten aan het ontbreken van geschikt aanhechtingssubstraat op het Enkhuizerzand. De lage aantallen in Markermeer oost zijn te wijten aan de sliblaag die het aanhechtingssubstraat bedekt.

Ten opzichte van 2006 zijn 4,9 keer zoveel driehoeksmosselen aangetroffen in 2011. Dit is volledig toe te rekenen aan een toename van de quagga, deze maakt 90% van de biomassa van driehoeksmosselen uit. In het onderzoek wordt geconcludeerd dat door de introductie van de quagga de neerwaardse trend van de driehoeksmossel is gestopt.

De quagga wordt net als de zebramossel door watervogels gegeten. Het is echter onwaarschijnlijk dat deze toename tot volledig herstel zal leiden. Hiervoor zijn maatregelen nodig. Het wegvangen van slib kan hieraan bijdragen. Een belangrijke vraag is of het mogelijk is de periode van voor 1992 te herstellen, of dat sprake is geweest van enkele onomkeerbare ontwikkelingen. Het is eerder zo dat het systeem werd opgeladen met slib en dat dit in een periode met zeer veel wind grote gevolgen heeft gehad op het bestand aan driehoeksmosselen. De oligotrofering (het armer worden aan nutriënten) is eigenlijk onomkeerbaar, want dit is een gevolg van het waterkwaliteitsbeheer. Bovendien zien we een geringe verdere afname in fosfaatgehalten sinds 1992.

5.2.4 Visstand

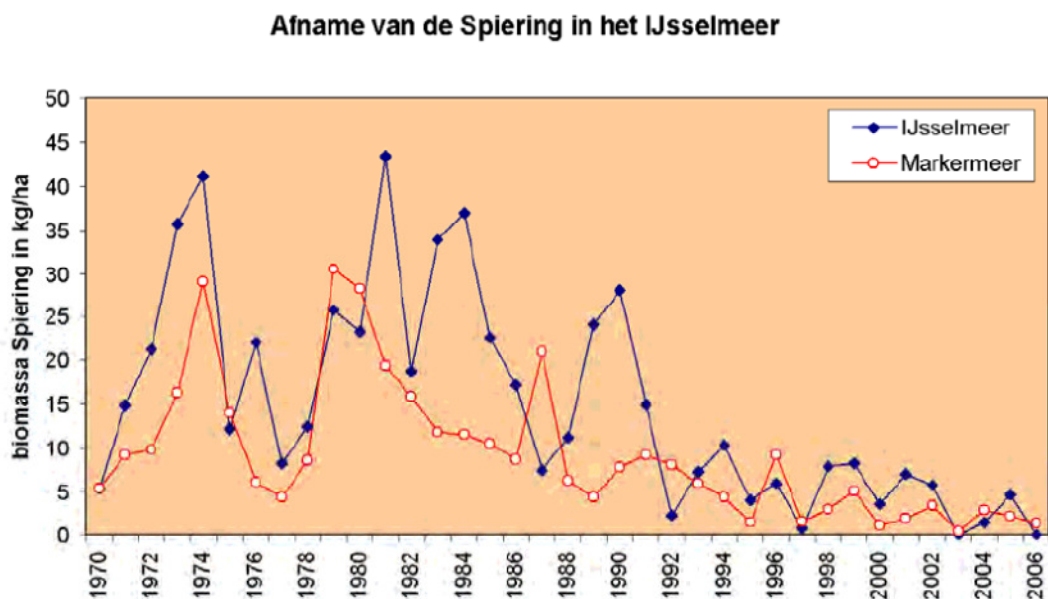
Een groot deel van het bestand in het Markermeer & IJmeer bestaat uit (vooral) pos, baars, blankvoorn, spiering, brasem en snoekbaars. Het Markermeer wordt gekenmerkt door een jaarlijks sterk wisselende visstand. Voor een aantal soorten is er een toename (bijvoorbeeld pos en een zeldzame soorten als de houting) waar te nemen, terwijl andere soorten geleidelijk afnemen in aantal. Als gevolg van de sterke vertroebeling in het systeem hebben zichtjagende vissen het moeilijk. Trekvisser kunnen vanwege de barrières moeilijk van en naar het gebied migreren. De spiering heeft als kenmerk dat hij het hele jaar in de bovenste meter van de waterkolom blijft. Dit maakt hem tot een makkelijk te vangen vis. Spiering is dan ook het hoofdvoedsel voor visetende vogels. Daarom wordt in de volgende paragraaf verder ingegaan op het functioneren van deze soort in het Markermeer.

Spiering

De ontwikkeling van de spieringpopulatie in het Markermeer & IJmeer toont een neergaande trend, zie figuur 5.2 (TMIJ, 2008). De precieze oorzaak daarvan is nog niet bekend. Omdat deze trend in heel Noord Europa waargenomen wordt, is het vermoeden dat dit een klimaateffect is. Door de temperatuurveranderingen (warme zomers) neemt voor spiering (koudwatersoort, optimum temperatuur 15 °C, sterfte boven 20°C watertemperatuur) de kans toe op een sterke terugval van de populatie.

Lopend onderzoek uitgevoerd door IMARES en Rijkswaterstaat laat zien dat het waarschijnlijk gaat om temperatuur in combinatie met slechte paaioomstandigheden in het voorjaar (wind en opwerveling van slib of ongunstig temperatuurverloop) of een slechte voedselsituatie (weinig zoöplankton) (Bron: CVO). Voornamelijk over de voedselsituatie en samenhang met fosfaat is weinig bekend. Wel is bekend dat bij lage hoeveelheden zoöplankton de soort kan overstappen op muggenlarven.

Figuur 5.2 Afname spiering in het IJsselmeer en Markermeer (TMIJ, 2008).



Bijzonder van de spiering in het Markermeer en IJmeer is dat hij niet de natuurlijke vierjarige levenscyclus kent (in vierjaar van geboorte, opgroeien, jongen en sterven) maar een eenjarige cyclus heeft. Het gevolg is dat een slecht jaar voor de spiering een gehele generatie bedreigt. Dat heeft direct negatieve gevolgen voor de volgende generaties en het voortbestaan van de gehele soort in het gebied. Daarom moet voor een goede spieringstand de veerkracht van de soort worden vergroot door hiervoor maatregelen te treffen in het ecosysteem. Intrekbevorderende maatregelen zijn hiervoor onvoldoende. Maatregelen moeten een oplossing bieden door in te grijpen op:

- periodes met hoge temperatuur, door het bieden van refugia zoals diepere plekken die koeler zijn en tegelijkertijd niet zuurstofloos
- de paai en opgroeimogelijkheden, door geschikte oevers met onderwatervegetatie.

Vooralsnog lijkt de voedselvoorziening voor de spiering niet de belemmerende factor. Spiering (maar ook brasem en pos) eet onder meer larven van dansmuggen, bij gebrek aan groter zooplankton. Het verbeteren van de condities voor de muggenlarven werkt via deze vissen door tot aan de visetende vogels. Muggenlarven komen vooral voor in modderlagen, maar toch ontbreken zij waarschijnlijk in grote delen van het Markermeer. De modder is hier te zacht om vestiging mogelijk te maken. Het is onduidelijk of dit samenhangt met de aanwezigheid van een zogenaamde fluffy layer (dunne sliblaag bovenop de dikke sliblaag), of dat andere factoren daarbij een rol spelen. Muggenlarven worden niet standaard gekarteerd, zoals driehoeksmosselen. Wel werd bij de laatste driehoeksmosselenkartering vastgesteld dat er weinig ander bodemleven in de monsters aanwezig was.

De relatie tussen slib en spiering is niet duidelijk. De soort komt voor in scholen in het open water en prefereert troebel water, dat door verminderd doorzicht bescherming biedt aan predatoren.

5.2.5 Watervogels

Het Markermeer & IJmeer is van belang voor watervogels, daarom zijn voor 18 vogels instandhoudingsdoelstellingen opgenomen. Deze vogels foerageren op waterplanten, benthos, vis of filteren macrofauna uit het water. Door de toename van waterplantenvegetaties gaat het goed met de waterplantenetende vogels en filteraars en stijgen de aantallen van de meeste aangewezen soorten. Door de afname van benthos en vis gaat het niet goed met de benthos- en visetende vogels, deze soorten laten als jaren een dalende trend zien.

5.3 Directe effecten onderwaterlandschap

Invang van slib: continue slibpomp

Het onderwaterlandschap van Marker Wadden bestaat uit een stelsel van gegraven geulen en zandwinputten waar op natuurlijke wijze slib wordt ingevangen. Het gaat hierbij zowel om het fijne slib dat zorgt voor de huidige problematiek in doorzicht als het grovere slib dat zorgt voor het continue bedelven van bodemleven. Periodiek wordt het slib uit dit onderwaterlandschap verpompt richting de archipel van natuureilanden voor het maken van ondiep water en land. Het verpompen van slib uit de geulen is onderdeel van het beheer van Marker Wadden. Hiermee wordt slib aan het systeem onttrokken en wordt bovendien voorkomen dat door de jaarlijkse aanwas van slib de slibhoeveelheden in het Markermeer weer toenemen.

Herstel bodemleven door slibvrije zones

Realisatie van geulen en zandwinputten zorgt voor meer diversiteit in het onderwaterlandschap. Rondom de geulen en zandwinputten ontstaan slibvrije randen waar bodemleven weer de kans krijgt om zich te herstellen. Schelpenresten van de Zuiderzee worden door het graven van geulen vrijgelegd en vormen het substraat waarop mosselen zich kunnen vestigen. Afhankelijk van de hoeveelheid slib die jaarlijks wordt ingevangen met het geulensysteem wordt aanvullend slib van de meerbodem verwijderd door middel van hydrojetten. Hiermee wordt het areaal aan slibvrije zone – en daarmee voor de ontwikkeling van bodemleven - verder vergroot.

Refugium voor spiering

Spiering hoort van nature thuis in relatief koel en zuurstofrijk water en komt met name voor in de Flevolandse zijde van het Markermeer. De visserij en opwarming van het Markermeer in combinatie met een gebrek aan diepere delen maakt de spieringpopulatie kwetsbaar. Bovendien is het Markermeer afgesloten van de zee zodat de spiering (die oorspronkelijk trekt tussen zoet en zout) zijn volledige levenscyclus in zoet water moet doorbrengen. Met de aanleg van Marker Wadden worden meerdere diepe putten aangelegd die een functie hebben als koel refugium voor spiering in warme perioden en een relatief warm refugium tijdens koude perioden. Daarnaast biedt het onderwaterlandschap een schuilplaats voor overdag, van toenemende betekenis bij het helderder worden van het water. Van de aanleg van het onderwaterlandschap wordt daarom een positief effect op de populatie spiering in het Markermeer-IJmeer verwacht.

Beschikbaarheid van nutriënten

Het Markermeer is de afgelopen decennia steeds voedselarmen geworden. Nutriënten zijn grotendeels vastgelegd in biomassa of in de bodem. Door het verwijderen van een deel van de sliblaag, kan zich meer bodemleven gaan vormen. Als gevolg hiervan wordt het afbreken van dode biomassa versneld en wordt de beschikbaarheid van nutriënten vergroot. De vraag is in welke mate dit gebeurt. Door de werkzaamheden in en met de bodem zoals de aanleg van het geulensysteem en het hydrojetten, komen mogelijk ook meer nutriënten vrij door nalevering.

Realisatie schelpenrif Enkhuizerzand

Door de ondiepe ligging en de aanwezigheid van zandbodems heeft het Enkhuizerzand een hoge natuurpotentie. De aanleg van het schelpenrif in combinatie met zandbanken zorgt voor een toename van luwte en voor meer geschikt milieu voor de ontwikkeling van driehoeksmosselen en waterplanten.

5.4 Directe effecten bovenwaterlandschap

Creëren van luwte

Aanleg van Marker Wadden creëert luwtezones in het Markermeer. In de luwtezone achter de randen van de verschillende natuureilanden sedimenteert het slib op natuurlijke wijze en hebben consolidatieprocessen meer kans. Dit proces is vergelijkbaar met de invang van slib achter de bestaande dammetjes langs de Houtribdijk ('hockey sticks'). Het slib blijft, in tegenstelling tot het slib waarmee de atollen worden gevuld, onderdeel van het watersysteem van Markermeer en kan dus ook weer opnieuw in het water in suspensie komen. Verschil met de huidige situatie is dat dit alleen gebeurt tijdens stormen uit

het noorden/noordwesten. In die situaties wordt netto slib ingevangen, wat ervoor zorgt dat de waterdiepte voor toekomstige locaties van natuureilanden kleiner wordt.

Het bodemleven heeft op deze beschutte locaties meer tijd om zich te ontwikkelen in vergelijking met de autonome situatie waar het slib constant opwervelt. De netto sedimentatiesnelheden liggen ordegrrootte rond de 10 -20 cm per jaar. Onder deze omstandigheden kunnen hier bentische algen groeien, deze vervullen een sleutelfunctie in het voedselweb van het Markermeer voor macrofauna.

Creëren van erosieplekken

De rand van de natuureilanden van Marker Wadden zorgt voor wijziging van de huidige stromingspatronen. Door de natuureilanden wordt het water gedwongen een weg te zoeken langs de randen ervan. Voor het eerste natuureiland is dit aan de noord en zuidrand. Op deze plekken worden aan de bodem hogere stroomsnelheden verwacht, waardoor lokaal de sliblaag door erosie verdwijnt en geschikt habitat ontstaat voor zoetwatermosselen.

Moeras als habitat

In eerste instantie worden de natuureilanden gevuld met slib zonder open verbinding met het Markermeer. Na verloop van tijd ontstaat door de vorming van een korst op het slib in combinatie met vegetatieontwikkeling een meer robuust eiland, waardoor een open verbinding met het Markermeer weer hersteld kan worden, waarbij ruimte is voor meer dynamiek. Door het herstellen van de open verbinding van het Markermeer draagt Marker Wadden verder bij aan het ecologische herstel. De aanleg van moeras is gericht op nieuwe land-waterovergangen, plas-dras situaties en ondieptes op verschillende schaalniveaus. Dit geeft een impuls aan ontwikkeling van water- en moerasvegetaties. Voor een breed scala aan soorten krijgt dit moeras een functie als voedsel-, rust- en ruihabitat. Bovendien kan het moeras als kraamkamer voor vis gaan fungeren.

Moeras als filter

Het is onwaarschijnlijk dat het moeras significante invloed heeft op de kwaliteit van het langsstromend water. Daarvoor is er teveel slib in het water en te weinig uitwisseling met het moeras. Het moeras kan wel gaan werken als helofytenfilter aan het eind van de slibpomp, die zorgt voor vulling van de natuureilanden. De grovere slibfracties bezinken gemakkelijk in de bassins. Door de fijne organische fractie via de eerder gerealiseerde moerascompartimenten te leiden, wordt voorkomen dat deze weer in het Markermeer terechtkomen.

5.5 Te verwachten effecten voor het Markermeer & IJmeer

In de voorgaande paragrafen is ingegaan op de directe en lokale effecten van Marker Wadden. Deze effecten werken tevens door op het niveau van het hele systeem van Markermeer en IJmeer. Zoals in paragraaf 5.1 aangeven, is de mate waarin dit binnen de planperiode gebeurd lastig in te schatten. Feit is wel dat vanaf de aanleg van de eerste fase Marker Wadden (500ha) de bentische en pelagische ketens positief worden beïnvloed (zie figuur 5.1). Verbetering van deze ketens leiden tot effecten op het ecosysteem. Deze effecten zijn te onderscheiden in een viertal systeemveranderingen.

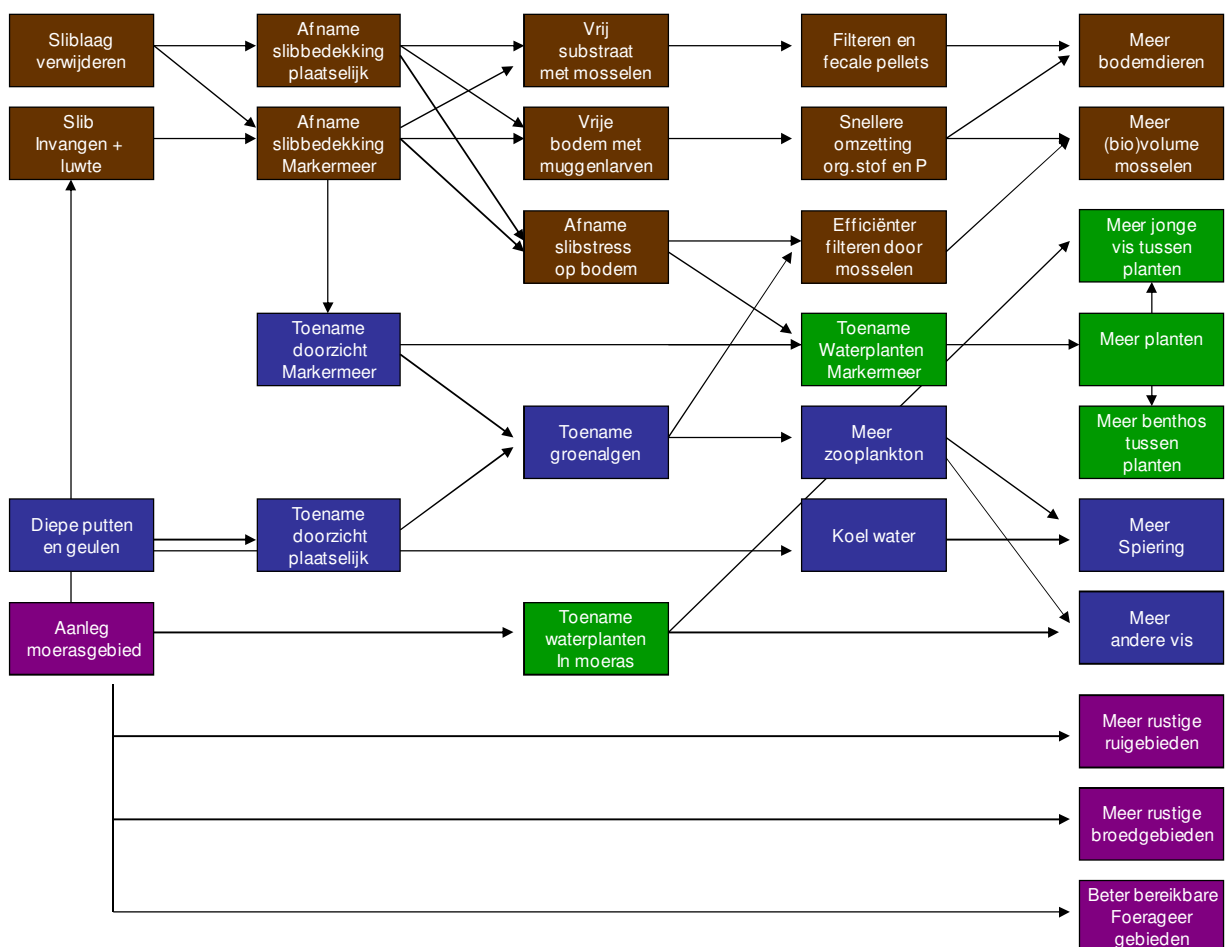
1 Optimalisatie mosselgebieden

Het areaal aan mosselgebieden wordt geoptimaliseerd door **een verbetering in vestigingsmogelijkheden** door het verwijderen van de slibdeken, het ontstaan van erosieplekken rond de natuureilanden en de toename in vestigingsplekken op zowel de randen van de slibgeulen als op de schelpenriffen van het Enkhuizerzand. **De voedselomstandigheden voor mosselen** worden tevens verbeterd door toename van de filtratie-efficiency van mosselen ten gevolge van door de toename in doorzicht. Minder slib in de waterkolom zorgt ervoor dat het filteren minder energie kost. Hierdoor wordt de totale filtercapaciteit in het Markermeer vergroot, waardoor het doorzicht verder wordt vergroot. Daarnaast is door aanleg van Marker Wadden mogelijk sprake van een versnelde P-cyclus door toename van het bodemleven. Er is echter nooit een fosfaatbalans voor het Markermeer opgesteld, waardoor dit niet met zekerheid is te zeggen.

2 Optimalisatie spieringstand inclusief gevolg visetende watervogels

Marker Wadden zorgt voor een verbetering van de spieringstand door **verbetering van de overleving gedurende warme en koude perioden** door aanleg van het onderwaterlandschap (diepe zandwinputten). Deze putten fungeren tevens als schuilplaats tijdens dagen met weinig wind. Daarnaast worden de **voedselomstandigheden voor de spiering verbeterd**. De verbetering van het lichtklimaat en de beschikbaarheid van nutriënten zorgt voor een toename van groenalgen. Dit heeft een positief effect op zoöplankton, het stapelvoedsel van de spiering. Uit maagonderzoek blijkt dat muggenlarven voor de spiering kunnen dienen als alternatief indien (groot) zooplankton matig beschikbaar is. Het ontdoen van de verstikkende sliblaag zorgt voor verbetering van het bodemleven en daarmee de aanwezigheid van muggenlarven. Marker Wadden zorgt ervoor dat **de beschikbaarheid van spiering voor visetende watervogels toeneemt**. De Spiering komt naar verwachting geconcentreerd voor in het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten wat zorgt voor een verhoogde efficiency bij de voedselvergarings door visetende watervogels. Visetende vogelsoorten hebben daarnaast de voorkeur voor de randen van diepe putten als jachtgebied. Voor ruiende futen is de combinatie van luwte en rust van het moeras en de voedselbeschikbaarheid binnen het onderwaterlandschap een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. Spiering houdt zich graag op in de schemerzone, waardoor de spiering niet gebaat is bij een volledig helder Markermeer. Het doel van Marker Wadden is niet om het Markermeer compleet helder te krijgen, maar om de slibhuishouding te verbeteren. Intensieve monitoring ("hand aan de kraan") zorgt ervoor dat er niet te veel slib uit het systeem gehaald wordt.

Figuur 5.3: effectketens die gestimuleerd worden door Marker Wadden. In bruin de benthische keten, in blauw de pelagische keten, in groen via waterplanten en in paars via bereikbaarheid en beschikbaarheid.



3 Stimuleren van waterplantvegetaties: optimalisatie omstandigheden mossel- en visetende watervogels

Waterplantvelden kunnen als alternatieve voedselbron dienen voor mossel- en visetende watervogels. Hier vinden ze alternatieve voedselbronnen voor mossels in de vorm van slakjes en voor spiering in de vorm van jonge baars en blankvoorn. Waterplantvegetaties worden door Marker Wadden op verschillende manieren gestimuleerd. Het areaal aan waterplanten neemt momenteel toe. Deze **autonome groei van waterplanten wordt versterkt** door reductie van de slibconcentraties in de waterkolom. Daarnaast wordt de **ontwikkeling van waterplantenvelden op het Enkhuizerzand** gestimuleerd door het bieden van extra luwtestructuur. Daarnaast wordt de hoeveelheid slib dat tijdens storm in suspensie komt gereduceerd (**uitschakelen “slibbom”**), waardoor de kans op het ontwikkelen van nieuwe waterplantvegetaties toeneemt. Het proces van periodiek afdekken en terugzetten van het bodemleven wordt verminderd. Door de ondiepe omstandigheden en de luwte binnen en op de rand van het moeras kunnen **waterplantvegetaties zich binnen en langs de rand van het moeras ontwikkelen**. Marker Wadden wordt aangelegd ten koste van open water waar momenteel nauwelijks waterplanten aanwezig zijn.

4 Moerasgebied van formaat

Op systeemniveau levert het moeras ook **een grotere diversiteit aan habitats op**: land-waterovergangen in diverse varianten en op diverse schalen, luwte in alle windrichtingen, paaiplassen en ondieptes. Voor een scala aan soorten zijn dit foerageer-, rust- en ruihabitats. Gezien de schaal en de positionering neemt Marker Wadden de functie als steppingstone in het Markermeer in. Hierdoor is er een toename van de regionale connectiviteit tussen de bestaande gebieden zoals de Oostvaardersplassen en de polders in Noord-Holland. Dat is gunstig voor soorten die meerdere habitats in elkaars nabijheid vereisen. De ecologische kwaliteit van het gehele Markermeer verbetert daardoor (Deltares, 2012). Het moeras is bij uitstek geschikt als rustgebied. Ruiende vogels (kuifeend, tafeleend, fuut) moeten in delen van het Markermeer voldoende rust kunnen vinden om bij rui de kwetsbare periode waarin ze niet kunnen vliegen, te overbruggen. Marker Wadden ligt ver af van de drukke vaarroutes langs de Noord-Hollandse kust en ook wanneer Marker Wadden door de recreatievaart als vaardoel gebruikt gaat worden, is de verstoring hier veel geringer dan elders in het Markermeer. Ten aanzien van ruiende vogels is dit wel een aandachtspunt. De Houtribdijk is de belangrijkste plek voor ruiende vogels, als recreatie rondom Marker Wadden toeneemt kan dit de huidige en toekomstige / potentiële ruiplaatsen door verstoring ongeschikt maken.

6 EFFECTEN OP HET MILIEU

6.1 Inleiding

In voorliggend milieueffectrapport wordt het voornemen (bestemmingsplan Marker Wadden) beoordeeld op doelbereik en milieueffecten. Daartoe wordt de (milieu)situatie in het studiegebied indien de eerste 1500 ha van Marker Wadden wordt uitgevoerd, vergeleken met de situatie waarin dat niet gebeurt. De realisering van de eerste 1500 ha van Marker Wadden is datgene wat het bestemmingsplan maximaal ruimtelijk mogelijk maakt. Binnen de maximale mogelijkheden van het bestemmingsplan is de invulling van de wijzigingsbevoegdheid met betrekking tot recreatieve ontwikkeling op en om Marker Wadden meegenomen.

De situatie zonder Marker Wadden is de zogenaamde referentiesituatie, deze bestaat uit de huidige situatie plus de autonome ontwikkeling. Tot de autonome ontwikkeling behoren, behalve de huidige situatie, alle toekomstige ontwikkelingen waarover in maart 2013 een besluit is genomen.

De referentiesituatie wordt gekoppeld aan de planperiode van het bestemmingsplan Marker Wadden van de gemeente Lelystad. Een bestemmingsplan omvat een doorlooptijd van minstens tien jaar. De referentiesituatie wordt daarom het jaar 2023.

Om inzichtelijk te maken wat de verwachte effecten zijn van Marker Wadden op de omgeving zijn in dit hoofdstuk per thema de effecten beschreven en beoordeeld. De effecten zijn kwalitatief dan wel kwantitatief beoordeeld. De positieve en negatieve effecten van Marker Wadden zijn in het MER uitgedrukt aan de hand van een zogenaamde 5-puntsschaal, zoals hieronder weergegeven.

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij ten opzichte van de referentiesituatie
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij ten opzichte van de referentiesituatie
0	Voornemen leidt niet tot verandering ten opzichte van de referentiesituatie
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering ten opzichte van de referentiesituatie
-	Voornemen leidt tot een verslechtering ten opzichte van de referentiesituatie

In de volgende paragrafen is per milieuthema kort ingegaan op relevant beleid, wet- en regelgeving. Vervolgens is het beoordelingskader en de –methode beschreven om te komen tot een score. Elke paragraaf eindigt met een effectbeoordeling en conclusie.

6.2 Water en bodem

6.2.1 Wet- en regelgeving en beleid

Voor het onderdeel 'water en bodem' zijn diverse beleidsdoelstellingen en wet- en regelgeving van toepassing. In bijlage 1 zijn deze gepresenteerd. In deze subparagraaf is kort de essentie van beleidsdoelen en wet- of regelgeving weergegeven.

Sinds eind 2000 is de **Europese Kaderrichtlijn Water** (KRW) van kracht. De hoofddoelstelling van de KRW is de chemische en ecologische kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater op orde te brengen. Voor alle waterlichamen gelden chemische en ecologische doelen. Dit betekent dat gekeken wordt naar de doelen voor alle individuele biologische kwaliteitselementen (bijvoorbeeld waterplanten) en alle individuele (prioritaire) stoffen. De KRW hanteert als uitgangspunt dat de ecologische en chemische doelstellingen (GET, GEP en GCT) in 2015 moeten worden bereikt.

Het **Nationaal Waterplan** (NWP) is het rijksplan voor het waterbeleid voor de periode 2009-2015. Het Nationaal Waterplan richt zich op bescherming tegen overstromingen, voldoende en schoon water en diverse vormen van gebruik van water. Ook worden de maatregelen genoemd die hiervoor worden genomen. Voor het Markermeer is in het waterplan aangegeven dat het peil wordt losgekoppeld van het IJsselmeer. Daarnaast wordt aangegeven dat de waterkwaliteit van het Markermeer verbetering behoeft. Het Nationaal Waterplan is de opvolger van de Vierde Nota Waterhuishouding uit 1998 en vervangt alle voorgaande nota's waterhuishouding.

De **Waterwet** maakt het mogelijk om normen te stellen voor watersystemen ter voorkoming van onaanvaardbare wateroverlast. Hiermee wordt de bestaande praktijk van peilbesluiten of streefpeilen voortgezet. De toepassing van de Waterwet is op grond van artikel 2.1 van de Waterwet gericht op voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Op grond van de Waterwet zijn meerdere beleidsstukken opgesteld zoals het Nationaal Waterplan, de beleidsnota waterveiligheid, de beleidsnota IJsselmeergebied, Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta (SGBP) en het **Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren 2010-2015** (BPRW). In het BPRW beschrijft Rijkswaterstaat het beheer voor de rijkswateren (waaronder het Markermeer) voor de periode 2010-2015. Onderdeel van het BPRW is een programma waarin de beheeropgave is opgenomen vanuit Waterbeheer 21e eeuw (WB21), Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura 2000.

In 1992 is het **Peilbesluit Rijkswateren IJsselmeergebied** vastgesteld. Voor het Markermeer, het IJmeer en het IJsselmeer is een streefpeil vastgesteld, namelijk een zomerstreefpeil van NAP -0,20 m en een winterstreefpeil van NAP -0,40 m.

De **Wet bodembescherming** schrijft voorwaarden voor die worden verbonden aan het verrichten van handelingen op of in de bodem. Indien er grondverzet gaat plaatsvinden op de waterbodem, dient er te worden getoetst of dit voldoet aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit.

Het **Besluit bodemkwaliteit** (Bbk) streeft naar een balans tussen een gezonde bodemkwaliteit voor mens en milieu én ruimte voor maatschappelijke ontwikkelingen. Het Besluit bodemkwaliteit kent drie onderdelen: (1) de kwaliteit van uitvoering, (2) bouwstoffen en (3) grond en baggerspecie. Belangrijk uitgangspunt bij het mogen toepassen van grond en baggerspecie is dat sprake moet zijn van een nuttige toepassing. Is dit niet het geval, dan wordt toepassen gezien als een middel om zich te ontdoen van afvalstoffen en gelden regels op grond van de Europese Kaderrichtlijn afvalstoffen.

Op grond van de Ontgrondingenwet (Ow) is het verboden zonder vergunning te ontgronden. In de **Regeling ontgrondingen in rijkswateren** volgt dat de minister van I&M bevoegd is voor verlenen en wijzigen van Ontgrondingvergunningen.

6.2.2 Beoordelingskader en -methode

In deze subparagraaf wordt voor alle aspecten binnen de thema's water en bodem ingegaan op de gehanteerde toetscriteria voor de effectbeoordeling van Marker Wadden. Voor alle toetscriteria geldt dat de effecten worden beoordeeld voor zowel de aanlegfase als de beheerfase, waarbij wordt uitgegaan van de bandbreedtes voor Marker Wadden zoals gepresenteerd in paragraaf 4.3. Naast beoordeling van de effecten voor het eindbeeld van het natuureiland (1500 ha) wordt tevens ingegaan op de effecten van de 1^e stap van het natuureiland (500 ha). Hiermee worden de gevolgen voor het milieu inzichtelijk gemaakt in het geval dat het voornemen slechts gedeeltelijk wordt gerealiseerd.

Oppervlaktewaterkwantiteit

De effecten van Marker Wadden op het waterbeheer worden inzichtelijk gemaakt aan de hand van het *waterbergend vermogen*, *stroming* en *onderhoudsbaggerwerk*. Verschil tussen zomer en winterpeil in het Markermeer bedraagt 20 cm. Het Markermeer heeft hierdoor een totaal bergend vermogen van 140 miljoen m³. Bij een toe- of afname van 3,5 miljoen m³ (+/- 2,5%) is er sprake van een positief of negatief effect op het totale waterbergend vermogen. Bij de beschrijving wordt ingegaan op de eventuele gevolgen voor het peilbeheer van het Markermeer.

Periodiek wordt onderhoudsbaggerwerk uitgevoerd op de Vaargeul Amsterdam – Lemmer. Realisatie van Marker Wadden kan effect hebben op aanslibbing van de geul en daarmee de frequentie van baggeren.

Tabel 6.2.1 Oppervlaktewaterkwantiteit: waterbergend vermogen t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor significante toename waterbergend vermogen (> 2,5%)
0/+	Voornemen zorgt voor beperkte toename waterbergend vermogen (1 tot 2,5 %)
0	Voornemen leidt niet tot verandering waterbergend vermogen (-1% tot +1%)
-/0	Voornemen leidt tot beperkte afname waterbergend vermogen (1 tot 2,5%)
-	Voornemen leidt tot significante afname waterbergend vermogen (>-2,5%)

Tabel 6.2.2 Oppervlaktewaterkwantiteit: onderhoudsbaggerwerk t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor sterke afname jaarlijkse aanslibbing VAL (>-20 cm)
0/+	Voornemen zorgt voor beperkte afname jaarlijkse aanslibbing VAL (-5 tot -20cm)
0	Voornemen leidt niet tot verandering in aanslibbing (+5 tot -5 cm)
-/0	Voornemen leidt tot beperkte toename jaarlijkse aanslibbing VAL (-5 tot -20cm)
-	Voornemen leidt tot sterke toename jaarlijkse aanslibbing VAL (>20 cm)

Toename of afname van stroming in het Markermeer is niet per definitie een positief of negatief effect. Toename van de stroming kan bijvoorbeeld zorgen voor erosieplekken die bijdragen aan herstel van driehoeksmosselen, terwijl dezelfde toename de scheepvaart kan hinderen. Daardoor wordt de score in een neutrale kleurstelling weergegeven. Het effect van Marker Wadden op de stroming wordt weergegeven aan de hand van het beïnvloedingsgebied.

Tabel 6.2.3 Oppervlaktewaterkwantiteit: stroming t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor wijziging circulatiestroming op niveau Markermeer
0 / +	Voornemen zorgt voor lokale wijziging van de stroming
0	Voornemen leidt niet tot verandering van de stroming

Slibhuishouding

Een belangrijke pijler van het Marker Wadden is het verwijderen van slib uit het systeem om daarmee het natuurlandschap te bouwen. Beoordeeld wordt in hoeverre Marker Wadden erin slaagt om de hoeveelheid en mobiliteit van het slib in het Markermeer te reduceren. Reductie van de hoeveelheid slib draagt bij aan

het oplossen van de problematiek van het Markermeer⁵. Om een inschatting te maken van het ecologisch effect is het van belang om niet alleen naar de totale hoeveelheid slib te kijken, maar ook naar het deel wat momenteel mobiel is. Reductie van de fijne (mobiele) fracties resulteert in een verbeterd doorzicht in de waterkolom, terwijl een reductie van de (mobiele) grovere fracties voor minder verstoring van het bodemleven (driehoeksmosselen en muggenlarven) door sedimentatie zorgt.

Bij de beoordeling is gekeken naar de gevolgen van Marker Wadden voor de totale hoeveelheid slib in het Markermeer. Hierbij wordt tekstueel ingegaan op de gevolgen voor zowel de fijne als de grove fracties.

Tabel 6.2.4 Slibhuishouding: hoeveelheid van het slib in Markermeer t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor significante afname (> 10%)
0/+	Voornemen zorgt voor beperkte afname (2,5 tot 10 %)
0	Voornemen leidt niet tot verandering (-2,5% tot +2,5%)
-/0	Voornemen leidt tot beperkte toename (2,5% tot +10%)
-	Voornemen leidt tot significante toename (>10%)

Oppervlaktewaterkwaliteit

De effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit zijn inzichtelijk gemaakt aan de hand van de ecologische en de fysisch-chemische waterkwaliteitsdoelen van de KRW. Dit criterium wordt beoordeeld aan de hand van effecten op de *ecologische waterkwaliteitsdoelen*, de *fysisch-chemische waterkwaliteitsdoelen* en de bestaande parameters die bij implementatie van de KRW in 2010 een knelpunt vormden (doorzicht, fosfaat en pH).

Tabel 6.2.5 Oppervlaktewaterkwaliteit: waterkwaliteitsdoelen, pH en fosfaat t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor verbetering ecologisch/chemische toestand voor Waterlichaam Markermeer
0 / +	Voornemen zorgt voor lokale verbetering ecologisch/chemische toestand
0	Voornemen leidt niet tot verandering
- / 0	Voornemen zorgt voor lokale verslechtering ecologisch/chemische toestand
-	Voornemen zorgt voor verslechtering ecologisch/chemische toestand voor Waterlichaam Markermeer

Tabel 6.2.6 Oppervlaktewaterkwaliteit: doorzicht t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor significante toename doorzicht in Markermeer (> 10%)
0 / +	Voornemen zorgt voor toename doorzicht (0 tot 10%)
0	Voornemen leidt niet tot verandering (0)
- / 0	Voornemen zorgt voor een verslechtering van het doorzicht (0 tot -10%)
-	Voornemen zorgt voor een significante verslechtering doorzicht in Markermeer (>-10%)

Grondwaterhuishouding

De effecten op de grondwaterhuishouding zijn inzichtelijk gemaakt aan de hand van het criterium 'verandering van grondwater- en kwelstromen door verandering in stijghoogte' en 'verontreiniging van grondwater door verontreinigd slib'. Wijzigingen in grondwater- en kwelstromen kunnen gevolgen hebben voor veiligheid, waterhuishouding en natuur en zijn hierdoor niet meteen positief of negatief te typeren. Daardoor is er in deze paragraaf geen waardeoordeel aan gegeven, er is alleen beschouwd of Marker Wadden voor een permanente toe- of afname van de kweldruk zorgt. Voor 'verontreiniging van het grondwater' is het van belang of dit optreedt in het beïnvloedingsgebied.

⁵ De hoeveelheid slib dat verwijderd dient te worden voor ecologisch herstel heeft een optimum. Verdere reductie van slib heeft dan geen positief effect meer. Gezien de huidige slibproblematiek duurt het nog jaren voordat dit moment wordt bereikt. Hier wordt bij het uitwerken van het monitoringsprogramma op gelet d.m.v. "hand aan de kraan, oftewel stopzetten zodra het optimum is bereikt".

Tabel 6.2.7 Grondwaterkwantiteit: Verandering grondwater- en kwelstromen t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor verlaging van de kweldruk op regionaal niveau
0/+	Voornemen zorgt voor verlaging van de kweldruk op lokaal niveau
0	Voornemen leidt niet tot verandering
-/0	Voornemen zorgt voor een verhoging van de kweldruk op lokaal niveau
-	Voornemen zorgt voor verhoging van de kweldruk op regionaal niveau

Tabel 6.2.8 Grondwaterkwaliteit: Verontreiniging grondwater door verontreinigd slib t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen verbetert kwaliteit grondwater op regionaal niveau
0 / +	Voornemen zorgt voor lokale verbetering van grondwaterkwaliteit
0	Voornemen leidt niet tot verandering grondwaterkwaliteit
- / 0	Voornemen zorgt voor verslechtering grondwaterkwaliteit op lokaal niveau
-	Voornemen zorgt voor verslechtering grondwaterkwaliteit op regionaal niveau

Hoogwaterveiligheid

Zowel het boven- als het onderwaterlandschap van Marker Wadden kan van invloed zijn op de hoogwaterbescherming door verandering in golfoploop door luwtewerking en verdieping van de waterbodem. Indien de hydraulische randvoorwaarden wijzigen, is sprake van een significant effect. Door verandering van grondwaterhuishouding of door activiteiten in de buurt van dijklichamen kan ook de stabiliteit van de dijk beïnvloed worden.

Tabel 6.2.9 Hoogwaterveiligheid: Effect op golfwerking t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor significante afname van golfoploop
0 / +	Voornemen zorgt voor niet significante afname golfoploop
0	Voornemen leidt niet tot verandering golfoploop
- / 0	Voornemen zorgt voor een significante toename van golfoploop
-	Voornemen zorgt voor een significante toename van golfoploop

Tabel 6.2.10 Hoogwaterveiligheid: Effect op stabiliteit t.o.v. referentiesituatie

Score	Beschrijving
+	Voornemen zorgt voor significante stabiliteitsverbetering
0 / +	Voornemen zorgt voor niet significante stabiliteitsverbetering
0	Voornemen leidt niet tot effecten op stabiliteit
- / 0	Voornemen zorgt voor niet significante afname van de stabiliteit
-	Voornemen zorgt voor significante afname van de stabiliteit

Milieukundige bodemkwaliteit

Om Marker Wadden te realiseren vindt grootschalig grond- en slibverzet plaats. Onder het criterium 'verontreinigingen' is onderzocht in hoeverre de activiteiten leiden tot wijziging van de huidige waterbodembodemkwaliteit. In de effectbeoordeling is onderscheid gemaakt in lokale effecten en effecten op het niveau van het projectgebied.

Tabel 6.2.11 Milieukundige bodemkwaliteit: Verontreinigingen t.o.v. referentiesituatie

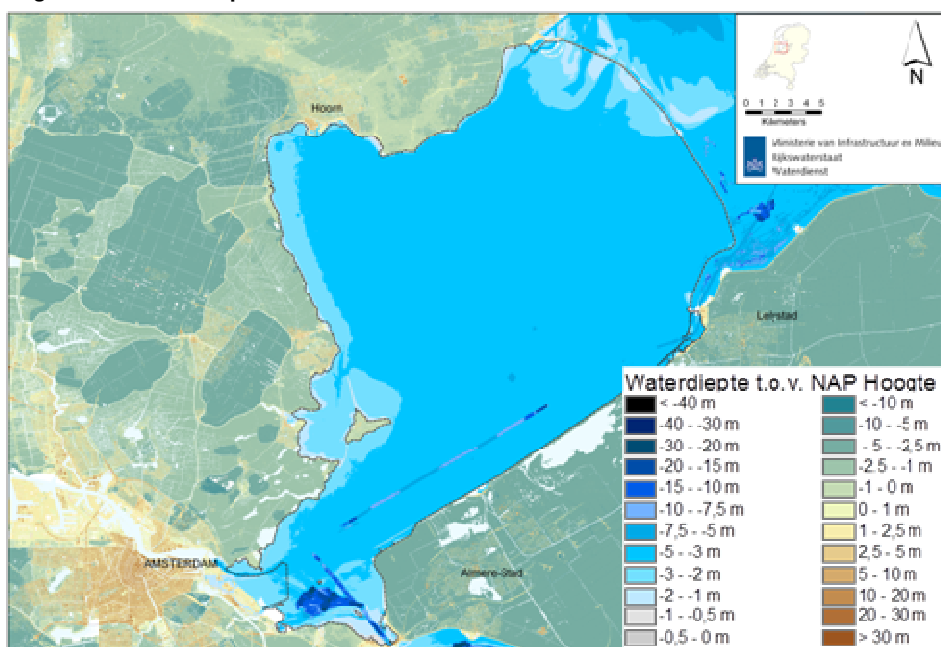
Score	Beschrijving
+	Voornemen leidt tot verbetering bodemkwaliteit projectgebied
0 / +	Voornemen leidt lokaal tot verbetering bodemkwaliteit projectgebied
0	Voornemen leidt niet tot verandering bodemkwaliteit
- / 0	Voornemen leidt tot lokale verslechtering bodemkwaliteit
-	Voornemen leidt tot verslechtering bodemkwaliteit projectgebied

6.2.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Oppervlaktewaterkwantiteit

Het Markermeer heeft een oppervlakte van circa 70.000 ha en heeft een gemiddelde diepte van circa 4 meter onder NAP. Het water in het Markermeer is voornamelijk afkomstig uit het IJsselmeer, de Zuidelijke Randmeren en uit neerslag. Noord-Holland watert onder normale omstandigheden af op de Noordzee en de Waddenzee, maar kan onder bijzondere omstandigheden afvoeren op het Markermeer. Daarnaast wordt water uitgeslagen vanuit de provincie Flevoland. Afvoer van water verloopt via de spuicomplexen Houtrib en Krabbersgat. Er bestaat de mogelijkheid om 's zomers vanuit het IJsselmeer via het Markermeer water op het Noordzeekanaal in te laten, om de zouttong vanuit de Noordzee tegen te gaan. Hiermee wordt tevens verzilting van het Markermeer bestreden. Via het Markermeer kan water worden aangevoerd naar Noord-Holland, Flevoland en, zoals in bijzonder droge jaren (zoals 2003), naar Zuid-Holland om verzilting van het oppervlaktewater tegen te gaan. Aan Flevoland wordt water geleverd om tekorten in landbouwgebieden aan te vullen. Daarnaast wordt er water ingelaten als er in Flevoland onvoldoende (kwalitatief goed) water beschikbaar is voor het kwaliteits- en kwantiteitsbeheer van de Veluwerandmeren. Dit water wordt ingelaten bij de Zuiderluis en via gemaal Lovink uitgeslagen op het Veluwemeer.

Figuur 6.2.1 Waterdiepte van het Markermeer & IJmeer



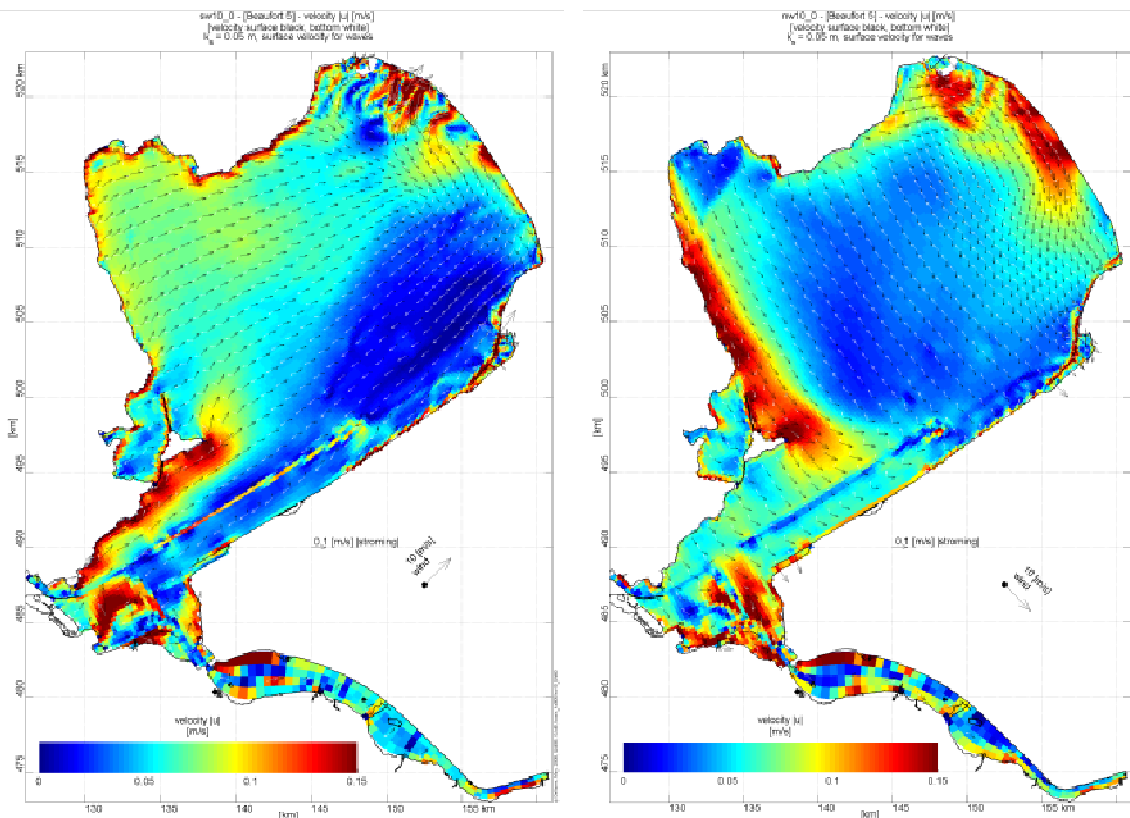
Stroming

Het Markermeer is in hydraulisch opzicht een gesloten systeem, waarin de stroming volledig wordt bepaald door de wind en de lokale bodemconfiguratie. Afhankelijk van de windrichting komen verschillende grootschalige circulatiestromingen voor. De windgedreven stroomsnelheden blijven echter wel beperkt tot maximaal 0.25 m/s aan de bodem. Het Markermeer wordt daardoor gekarakteriseerd als een zwak dynamisch systeem.

Er is een duidelijk verschil in de oriëntatie en sterkte van de horizontale stroming in het onderste en bovenste deel van de waterkolom. De sterkste stromingen komen voor aan de randen, vooral daar waar het water zich voorlangs moet persen. In de diepere delen treedt daarbij een retourstroming aan de bodem op, die (mede) bepalend is voor de verspreiding van de sliblaag.

Figuur 6.2.2 laat de stroming in de bovenste waterkolom zien bij een wind van 10 m/s uit zowel het zuidwesten als het noordwesten. Hieruit volgt dat er afhankelijk van de wind andere patronen ontstaan. Omdat de wind sterk kan variëren in snelheid en richting, kunnen complexe stromingspatronen in het meer ontstaan.

Figuur 6.2.2 Stroming in de bovenste waterkolom bij een wind (10 m/s) vanuit het zuidwesten (links) en noordwesten (rechts). Bron Deltares, 2010

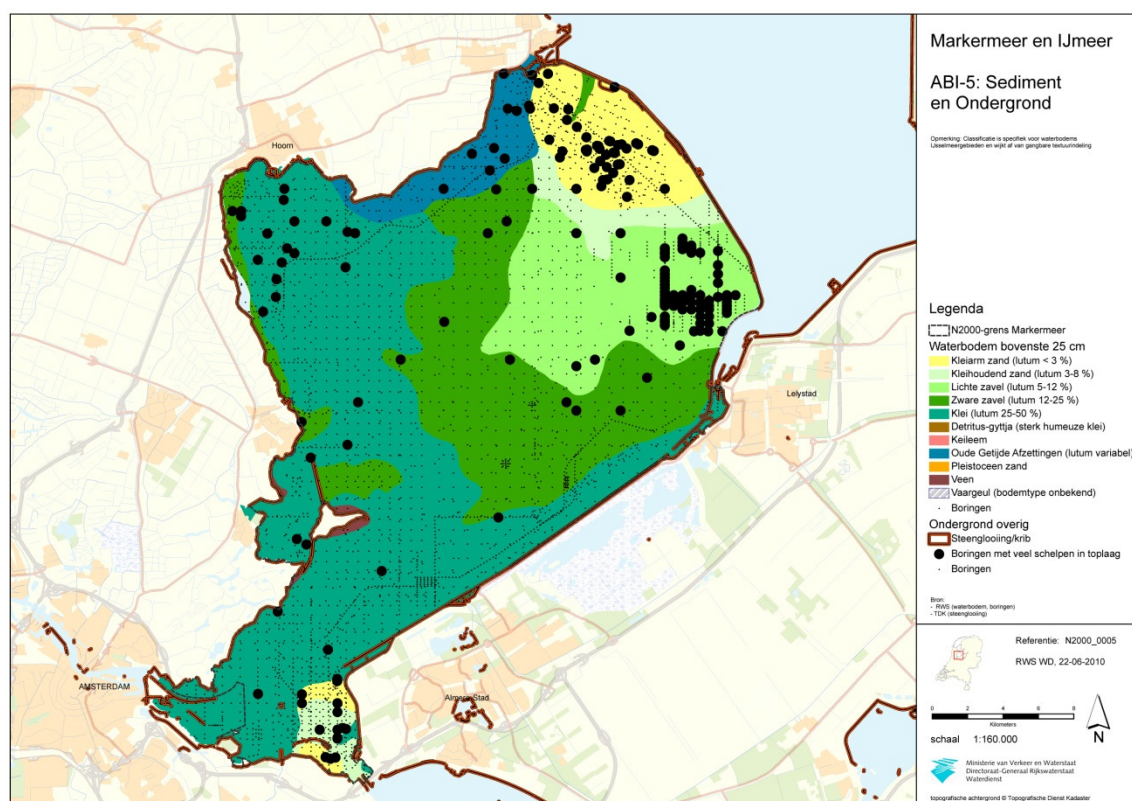


Slibhuishouding

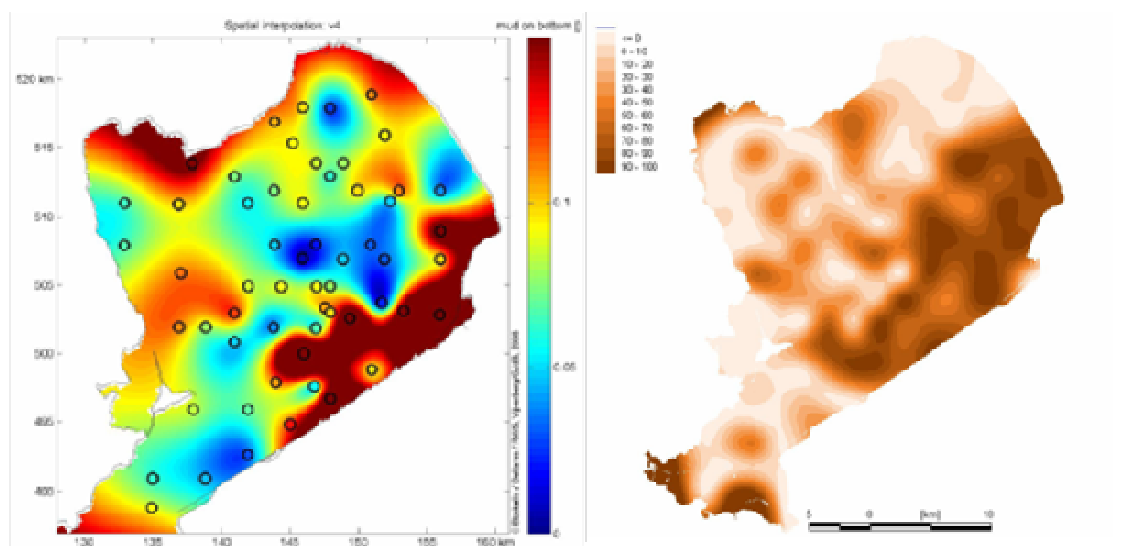
De bodem van het Markermeer bestaat voornamelijk uit klei en zavel (mengsel van zand en klei) en een dikke laag slib. In figuur 6.2.3 is de bovenste 25 cm van de bodem afgebeeld; tevens is aangegeven waar schelpen in de bovenlaag aanwezig zijn.

De sliblaag op de Markermeer bodem heeft een dichtheid heeft die varieert tussen 1040 en 1600 kg/m³. Het slib bestaat uit klei (ca. 9%), detritus (ca. 37%), organische stof (ca. 8%) en andere organische stoffen (ca. 46%). Het zwaartepunt van de sliblaag ligt momenteel in het oosten van het Markermeer, zie ook figuur 6.2.3. Het meeste slib ligt in de diepere delen, zoals de oostzijde van het meer en vaargeulen of oude stroomgeulen. De slibconcentraties variëren vanwege wind en golfinvloeden echter door het jaar heen.

Figuur 6.2.3 Bovenste 25 cm van de waterbodem van het Markermeer (www.natura2000ijsselmeergebied.nl)



Figuur 6.2.4 Dikte van de sliblaag aan het bodemoppervlak in 2007 en 2008 (links, uit Vijverberg, 2007 en 2008) en percentage slib in de bodem van het Markermeer (rechts, Deltares, 2010)



De totale hoeveelheid aan slib in het markermeer is lastig vast te stellen. Door Witteveen en Bos en door Royal Haskoning (2005) is de totale slibproductie geschat op basis van lodingen en op basis van geschatte bodemschuifspanningen. Het totale slibvolume is geschat op (ordegrootte) 100 miljoen m³. Naast de totale hoeveelheid slib is de aanwas van nieuw slib van belang. Op basis van lodingen is het niet mogelijk om uit de opeenvolgende kaartbeelden een trend in de toename van slib af te leiden (o.a. Noordhuis en Houwing, 2003 en Vijverberg, 2008). Het is dus onduidelijk hoe groot het continue proces

van erosie vanuit de ondiepere delen is. Onderzoek van Witteveen en Bos (2005) lijkt te wijzen op een transport van 1 miljoen m³ per jaar.

De getallen voor de hoeveelheid aanwezige slib en jaarlijkse erosie kunnen gezien worden als een bovengrens. Vijverberg (2008) constateert namelijk een gemiddelde sliblaag dikte op de bodem van het Markermeer van 9 cm. Dit resulteert in een totale hoeveelheid slib van 63 miljoen m³. Indien rekening wordt gehouden met verschillen in dichtheden en aanwezigheid van organisch materiaal bedraagt de jaarlijkse erosie circa 0,25 miljoen m³ (zie bijlage 4).

Voor dit plan-MER wordt uitgegaan van een totaal slibvolume van 100 miljoen m³ met een jaarlijkse toename door erosie van 0,75 miljoen m³.

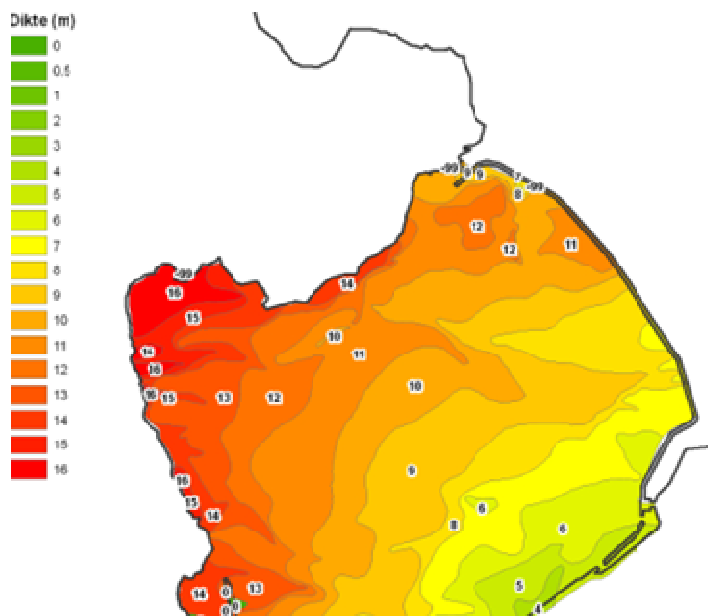
Opbouw van de bodem

Het ontstaan en ontwikkeling van landvormen en de processen die daarbij een rol spelen of in het verleden hebben gespeeld wordt 'geomorfologie' genoemd. Hieronder wordt ingegaan op de relevante bodemeigenschappen voor Marker Wadden

Dikte en samenstelling Holocene en Pleistoceen

De Holocene toplaag is van belang, omdat deze toplaag voor de bouw van de kade en het vullen van de slibatollen gebruikt wordt. Ook wordt de mate waarin zetting kan optreden bepaald door deze toplaag. De dikte en samenstelling van het Pleistoceen is van belang voor het maken van de rand. De karakteristieken van het zand bepaalt onder andere de rusthoek van het talud. Het Pleistoceen helt naar het westen af en is daar enkele meters dieper gelegen dan in het oostelijk deel van het Markermeer. Ter hoogte van de projectlocatie is de dikte van de Holocene laag ongeveer 6 tot 8 meter. Er ligt een geul door het gebied (zie figuur 6.2.5), waardoor de dikte van het Holocene enkele meters varieert binnen de locatie. Dit laatste is beperkt van invloed op de mate van zetting.

Figuur 6.2.5 De dikte van de Holocene deklaag, dus tot aan het Pleistoceen. Ter hoogte van het projectgebied varieert de dikte van de Holocene deklaag als gevolg van een oude oergeul.

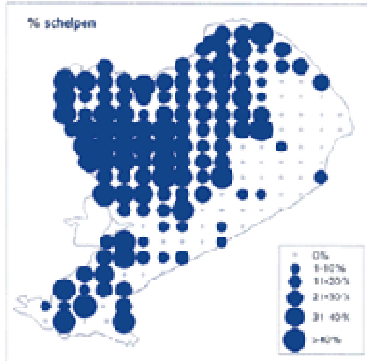


Over de samenstelling van het Holocene is minder concrete informatie op kaart beschikbaar. Wel kan met *Delfstoffen online* een indruk worden verkregen waar in de bovenste 5 meter verhoudingsgewijs veel zand voorkomt. In het projectgebied komt een laag voor met fijne tot middelfijne zanden tot direct onder het oppervlak. Voor de sluiting van de Houtribdijk lag dit zand aan het oppervlak. Het gaat om lagen van 1 tot 1,5 meter dik, met een totale dikte plaatselijk van orde 4 meter. Het is niet bekend hoeveel winbaar zand direct aan het oppervlak is gelegen.

Schelpen in de ondergrond

Schelpen vormen een goede ondergrond voor driehoeksmosselen en zijn na het verwijderen van de slibdeken van belang als substraat. Daarnaast kunnen schelpen gebruikt worden voor het maken van strand en kaal broedgebied voor grondbroeders. Uit figuur 6.2.6 blijkt dat in het projectgebied Marker Wadden veel schelpen in de toplaag aanwezig zijn.

Figuur 6.2.6 Voorkomen schelpen



Waterkwaliteit

Waterkwaliteit is een bepalende factor voor de aanwezigheid van waterplanten, bodemfauna en vis, en daarmee de voedselbeschikbaarheid van diverse watervogels. In het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) wordt in heel Nederland de toestand van het water onder de loep genomen en worden maatregelen genomen (zowel lokaal als landelijk) om het water ecologisch en chemisch te verbeteren. Hierdoor is de waterkwaliteit in beweging: de nutriëntenaanvoer uit de rivieren daalt en het doorzicht wordt groter. Het ecologische gevolg zal zijn dat er meer waterplanten (zoals kranswieren en fonteinkruiden) tot ontwikkeling komen, met een mogelijke verandering in het visbestand (kleinere vis) en het waterleven. De waterkwaliteit in het Markermeer is matig tot goed en verbetert de laatste jaren nog steeds. Vanwege het hoge slibgehalte in het water en het beperkte areaal ondiep water, komt de betere waterkwaliteit slechts beperkt tot uiting in een toename van waterplanten en de hieraan gebonden levensgemeenschappen. Daarnaast overschrijdt een aantal chemische stoffen de norm.

In de KRW wordt de waterkwaliteit in termen van goede ecologische toestand (GET) en goed ecologische potentieel (GEP) beoordeeld aan de hand van de volgende 3 parameters:

- Biologische parameters (het vóórkomen van soorten in bepaalde dichtheden zoals fytoplankton en fyto bentos (algen), macrofyten (waterplanten), macrofauna (waterdieren), macrobentos (bodemdieren) en vissen).
- Algemeen fysisch-chemische parameters (bijvoorbeeld temperatuur, zuurstofhuishouding, zoutgehalte, doorzicht, nutriënten).
- Overige relevante stoffen. Dit zijn stoffen die potentieel gevaarlijk zijn voor het bereiken van de ecologische toestand (onder andere koper, nikkel, pesticiden en PCB's).

Classificatie Waterlichaam KRW Markermeer

Het Markermeer is in Kader Richtlijn Water termen te classificeren als een groot diep gebufferd meer dat de status sterk veranderd heeft. Dit laatste is het geval doordat door menselijk ingrijpen de hydromorfologie substantieel is gewijzigd en dit redelijkerwijs niet ongedaan kan worden gemaakt. De belangrijkste veranderingen die hebben plaatsgevonden zijn inpoldering, bedijking, aanleg kunstwerken en oeververdediging, verdwijnen natuurlijke inundatiezones, peilbeheer en de aanleg van vaargeulen.

Algemeen biologische parameters

In tabel 6.2.14. staat de huidige toestand voor het jaar 2013 weergegeven inclusief de toestand uit 2009 (KRW portaal, RWS). De maatlat macrofauna voldoet aan het goede ecologische potentieel. Hierbij dient echter wel worden opgemerkt dat driehoeksmosselen geen onderdeel vormen van deze maatlat. Voor overige waterflora en fytoplankton is de toestand matig. De uitslag voor vis (goed) is echter niet betrouwbaar en dient opnieuw vastgesteld te worden (mededeling waterdienst Rijkswaterstaat).

Algemeen fysisch-chemische parameters en overige relevante stoffen

In het kader van Monitoring Rijkswateren (MWTl) worden elk jaar enkele tientallen stoffen gemeten op één of meerdere locaties in een waterlichaam. Het Markermeer scoort matig voor het kwaliteitselement pH en slecht voor het doorzicht. Voor fosfaat wordt in 2013 voldaan aan het Goede Ecologische Potentieel, terwijl in 2009 de toestand nog matig was. In het Markermeer worden de gehalten van de overige relevante chemische stoffen Seleen, Barium en Heptachloor overschreden (2013). In vergelijking met 2009 worden geen prioritaire stoffen overschreden.

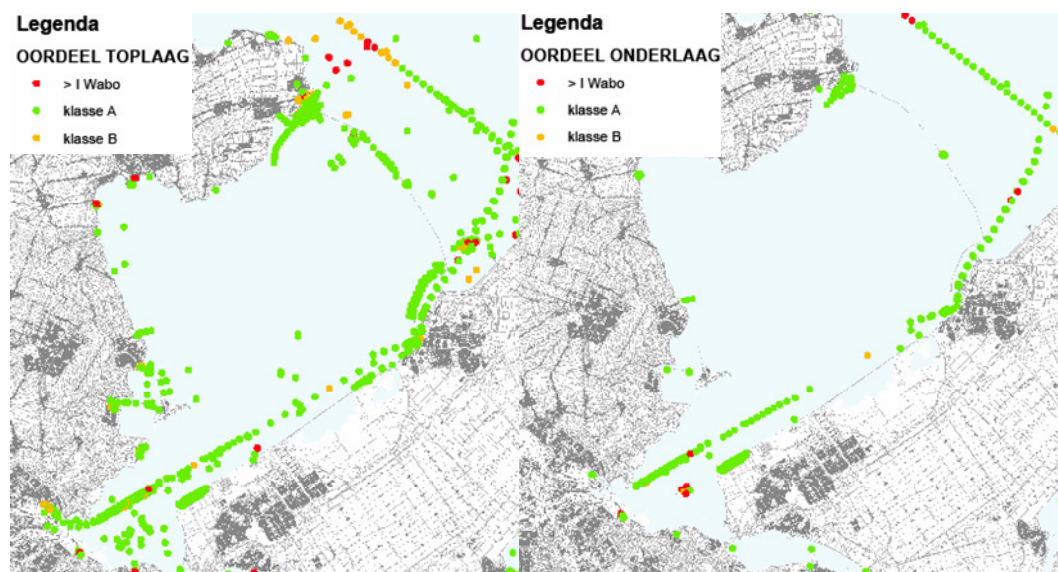
Tabel 6.2.12 Toestand KRW lichaam Markermeer

Beoordeling periode 2009-2015	GEP	Toestand 2009	Actuele toestand (jaar)	Prognose Toestand
Macrofauna (EKR)	0.42		 (2013)	
Overige waterflora (EKR)	0.58		 (2013)	
Vis (EKR)	0.53		 (2013)	
Fytoplankton (EKR)	0.58		 (2013)	
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) (mg P/L)	0.07		 (2013)	
Totaal stikstof (zomergemiddelde) (mg N/L)	1.30		 (2013)	
DIN (winterperiode) (umol N/l)		NVT	NVT	
Chloride (zomergemiddelde) (mg Cl/l)	0 - 200		 (2013)	
Temperatuur (maximum waarde) (°C)	25.0		 (2013)	
Zuurgraad (zomergemiddelde) (-)	6.5 - 8.5		 (2013)	
Zuurstofverzadiging (zomergemiddelde) (%)	60 - 120		 (2013)	
Doorzicht (zomergemiddelde) (m)			 (2013)	

Legenda: **groen** = (zeer)goed, **geel** = matig, **oranje** = ontoereikend, **rood** = (zeer)slecht, leeg = geen data

Waterbodembodemkwaliteit

Grote delen van de bodem van het Markermeer zijn bedekt met een laag slib, die tijdens omstandigheden met veel wind in beweging wordt gebracht om vervolgens weer te sedimenteren. De kwaliteit van het slib is gezien dit patroon naar verwachting homogeen. Dit wordt versterkt door het ontbreken van (punt)bronnen in het kader van BPRW (Rijkswaterstaat 2009a). Door Oranjewoud (2008) is aan de hand van de beschikbare waterbodembodemkwaliteitsgegevens een kanskaart ontwikkeld van de te verwachten waterbodem klasse. In 6.2.7 is deze kaart weergegeven. Hieruit blijkt dat de kwaliteit van het Markermeer naar verwachting klasse A is. Deze constatering wordt versterkt door een indicatieve monsternamen tijdens een veldbezoek in oktober 2012 en juni 2013 aan projectlocatie Markermeer.

Figuur 6.2.7 Kanskaart waterbodembodemkwaliteit Markermeer voor top laag en onderlaag (Oranjewoud, 2008)

Grondwaterhuishouding

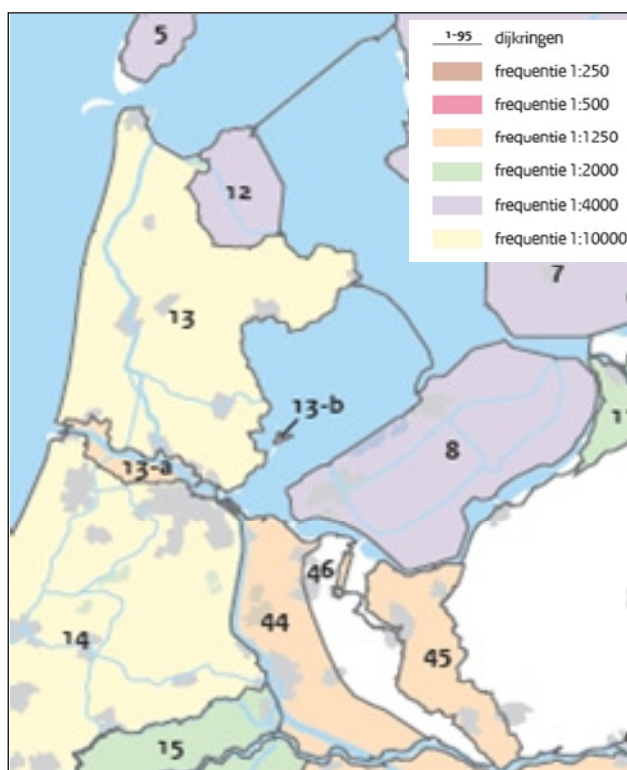
In het gehele Markermeergebied is een Holocene deklaag aanwezig, die bestaat uit afwisselend kleiige, venige en zandige afzettingen. De deklaag vormt een slecht doorlatende laag, die in dikte varieert van ruim 20 meter in het noordwestelijk deel van het Markermeer tot enkele meters in het zuidoosten. De weerstand van de deklaag is gemiddeld ca. 1500 dagen, variërend van minder dan 100 dagen tot ruim 3000 dagen (Deltares 2010). Voor het projectgebied van Marker Wadden vormt de Formatie van Kreyftenheye het 1^e watervoerend pakket. Deze formatie ligt op de projectlocatie op een diepte van 8 tot 12 meter onder de waterbodem.

Het Markermeer is via het grondwater verbonden met het omliggende gebied. De stijghoogte rondom het Markermeer is lager dan het peil van het Markermeer. Uit Deltares (2010) volgt dat zowel in het verleden als in de huidige situatie infiltratie vanuit het Markermeer naar het onderliggende pakket plaatsvindt. De grondwaterstroming loopt hierdoor van het Markermeer richting de omgeving en zorgt voor het optreden van kwel. Gezien het verleden (Zuiderzee) is er sprake van brakke kwel, dat wordt voortgeduwd door het zoete Markermeer water.

Waterveiligheid

De gebieden rondom het Markermeer worden beschermd met dijken. Deze horen tot de dijkringen 8 (Flevoland), 13 (Noord-Holland) en 44 (Krommerijn). Het beschermingsniveau van de dijken varieert tussen de 1:4000 (Flevomeerdijken) tot 1: 10.000 Markermeerdijken in Noord Holland. Ook de Houtribdijk, de dijk die het Markermeer van het IJsselmeer scheidt, heeft een veiligheidsniveau van 1 op 10.000. Daarnaast ligt binnen het Markermeer dijkkring 13-b (Omringkade Marken) die zorgt voor bescherming van het eiland Marken (1 op 1250). In 6.2.8 zijn deze weergegeven. Niet alle dijken in het Markermeer voldoen momenteel aan het vereiste veiligheidsniveau. Momenteel worden meerdere dijkversterkingen voorbereid (Edam – Amsterdam - Hoorn, Omringkade Marken en de Houtribdijk).

Figuur 6.2.8 dijkringen rondom Markermeer (RWS: helpdeskwater)



Autonome ontwikkeling Waterkwaliteit en kwantiteit

Om aan de KRW-doelstelling voor het Markermeer te voldoen zijn voor de Nederlandse waterlichamen in het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW, RWS, 2009b) maatregelen geformuleerd. In 2015 moeten deze maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water zijn ingevoerd. De maatregelen zijn gekoppeld aan vier thema's: voldoende water, schoon water, leefgebied en verbindingen. De maatregelen overlappen deels met maatregelen in het kader van N2000 en WB21 (waterbeheer 21e eeuw).

Voldoende water

Met de huidige inzichten is het voor de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening noodzakelijk om in 2015 een samenhangend besluit te nemen voor het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer. Welk besluit genomen gaat worden is nog niet zeker. Vooralsnog is de beleidslijn dat het peil in het Markermeer en IJmeer niet wordt opgezet. In het Deltaprogramma 2013 is geconcludeerd dat op de korte termijn (2015) geen peilstijging in het IJsselmeer zal plaatsvinden. Ook de lange termijn peilstijging van 1,5 meter is van de baan.

Schoon water

In het Markermeer domineert het slib. Er zijn geen autonome ontwikkelingen te verwachten die veranderingen in het slibgehalte opleveren.

Leefgebied

De Visstandbeheer Commissie (VBC) IJsselmeer-Markermeer heeft een visbeheerplan opgesteld om tot meer evenwichtige vispopulaties te komen. Daarmee worden ook de KRW-doelen gediend.

Verbindingen

Bij de versterking van de Houtribdijk en de Afsluitdijk moet rekening worden gehouden met het inpassen van vispassages.

Autonome ontwikkeling Waterveiligheid

Rijkswaterstaat verbetert de veiligheid van de Omringkade - een primaire waterkering - rond Marken. Het gaat om zowel de zuid- als de westkade. Met de aanpak wordt bereikt dat:

- het schiereiland Marken voldoende is beschermd tegen een mogelijke overstroming
- de zuid- en westkade van de Omringdijk weer 50 jaar meegaan

De planning is dat in 2013 de planfase wordt afgerond, zodat in 2014 gestart kan worden met realisatie van de uitvoering. De realisatie duurt naar verwachting ongeveer drie jaar.

Houtribdijk

De Houtribdijk voldoet niet aan de waterveiligheidseisen zoals gesteld in de Waterwet. Daarom moet de dijk worden versterkt. Momenteel is men bezig met de planvorming hiervoor (fase MIRT 2), waarbij men zich richt op het formuleren van het voorkeursalternatief. Naast de versterkingsopgave moet hierbij rekening worden gehouden met de wens om natuur in het Markermeer te verbeteren en de N302 te verbeteren.

6.2.4 Effectbeschrijving

6.2.4.1 Aanlegfase Marker Wadden

Oppervlaktewaterkwantiteit

Tijdens de uitvoering van Marker Wadden treedt lokaal vertroebeling op. Deze slibpluimen reiken tot een maximale afstand van 4 km. Gezien de grotere afstand tot de Vaarweg Amsterdam - Lemmer (VAL) en het feit dat alleen de fijne slibfractie nog in de waterkolom aanwezig is, wordt gesteld dat de aanleg van Marker Wadden niet tot een toename in onderhoudsbaggerwerk van de vaarweg leidt.

Het effect op het waterbergend vermogen en de stroming wordt bepaald door de totale omvang van Marker Wadden. De aanleg van het Marker Meer is daarom voor de effectbeschrijving van deze aspecten niet relevant, maar komen in paragraaf 6.2.4.2 'gebruiksfase' aan bod.

Slibhuishouding

Twee processen binnen Marker Wadden zorgen voor een directe vermindering van de slibdeken: 1) het onderwaterlandschap met geulen en putten en 2) creëren van luwte waar sedimentatie optreedt door aanleg van de atollen. De slibhuishouding wordt verder verbeterd door de toenemende filtercapaciteit door driehoeksmosselen en de toenemende sedimentatie van slib door ontwikkeling van waterplanten.

In de eerste fase wordt een minimaal geulen systeem van 250 meter bij 3 km ontwikkeld voor de realisatie van de eerste 500 hectare Marker Wadden. Of en in hoeverre het onderwaterlandschap in de vervolg fasen verder wordt uitgebreid is nog niet bekend. Dit is afhankelijk van de werking van de bestaande slibgeulen en geschiktheid van het beschikbare materiaal voor de beoogde toepassing binnen de atollen. Voor de effectbeschrijving gaan we uit van een maximaal geulensysteem van 250 meter bij 9 km, gericht op realisering van 1500 ha Marker Wadden.

Verwacht effect Marker Wadden op slibbalans Markermeer

In tabel 6.2.16 is aan de hand van een minimum en een maximum scenario een overzicht weergegeven van de bandbreedte aan slib dat op basis van huidige inzichten wordt ingevangen. Deze hoeveelheden zijn bepaald op basis van modelberekeningen voor Marker Wadden en praktijkervaringen met bestaande putten in het Markermeer. In de bijlage 1 worden de ervaringen met putten in het Markermeer en modelberekeningen met Delft3D in detail beschreven. Na vergelijking blijkt, dat tussen de uitkomsten van het model en de gegevens uit de praktijk grote verschillen zitten. De modeluitkomsten blijken een onderschatting van de totale hoeveelheid in te vangen materiaal.

Voor de slibbalans wordt uitgegaan van een mogelijke bandbreedte van de invang in het geulenstelsel tussen de 50 en 120 cm slib op jaarbasis. Hydrojetten⁶ wordt ingezet op het moment dat de natuurlijke invang niet snel genoeg verloopt. In het minimum scenario (waarbij de invang van slib minimaal is), is rekening gehouden met de maximale inzet van hydrojets. In het maximale scenario wordt uitgegaan dat het toepassen van hydrojetten niet noodzakelijk is doordat op natuurlijke wijze voldoende slib wordt ingevangen. De natuurlijke sedimentatie die achter het eiland plaatsvindt, wordt dan niet verpompt richting de atollen en is dus nog onderdeel van het systeem. Een deel van het gesedimenteerde materiaal kan weer in suspensie⁷ gebracht worden bij een storm uit het noordwesten/noorden die eens in de tien jaar plaatsvindt. Met deze windrichting biedt de rand van Marker Wadden geen bescherming en treden er bodemschuifspanningen op die groot genoeg zijn om gesedimenteerde materiaal weer op te woelen. (zie bijlage 1). In de slibbalans is als onderdeel van het minimum scenario de "worstcase" situatie opgenomen dat van al het gesedimenteerde materiaal ieder jaar 1/2 deel weer mobiel wordt.

⁶ Hydrojetten: een techniek waarbij door het injecteren van een mengsel van water en lucht slib wordt losgewoeld van de bodem en richting de slibgeulen wordt gestuurd.

⁷ Slib wordt vanaf de bodem weer in de waterkolom gebracht.

Toenemende opslibbing van het gebied achter Marker Wadden leidt op termijn tot afname van het areaal waar materiaal kan bezinken (sedimenteren). Als gevolg hiervan neemt in de toekomst de jaarlijkse sedimentatie geleidelijk af. Als maximum hoeveelheid is hiervoor 10 miljoen m³ aangenomen. De laatste post van de slibbalans die van belang is, betreft het optreden van erosie. Zoals in paragraaf 6.2.3 beschreven bedraagt de erosie 250.000m³ tot 1 miljoen m³ per jaar. Voor dit overzicht wordt uitgegaan van een erosie van 750.000 m³ op jaarbasis, ongeacht het scenario.

Uit tabel 6.2.13 blijkt dat in de planperiode tussen de 9 en 30 miljoen m³ slib uit het systeem wordt gehaald (circa 10 tot 30 procent van de totale slibvoorraad). Dit is het gevolg van de invang van slib in geulen en van de luwtewerking. Deze hoeveelheden slib zijn opgebouwd uit zowel het fijne slib dat zorgt voor vertroebeling van de waterkolom, als de grove fractie slib dat momenteel zorgt voor periodieke bedekking van het bodemleven. De grove fractie wordt met name ingevangen na storm situaties, de invang van de fijne mobiele fractie vindt meer continue plaats (zie bijlage 4). Daarnaast wordt door de verbeterde omstandigheden voor driehoeksmosselen en waterplanten verwacht dat het mobiele deel van het slib in het Markermeer verder in omvang afneemt door een toename in de filtercapaciteit en door sedimentatie bij waterplanten.

Tabel 6.2.13 Slibbalans van het in het Markermeer aanwezige slib

	Slibhuishouding Markermeer	
	Min ⁸	Max
Uitgangspunten		
Areaal aan slibgeulen en zandwinputten	75 ha	225 ha
Minimale invang per jaar (sedimentatie en omgevingsfactoren)	50 cm	120 cm
Verwijderen uit systeem door invang, hydrojetten en sedimentatie		
Invang slib door geulen	3.750.000	27.000.000
Netto sedimentatie achter 1e eiland	7.500.000	10.000.000
Hydrojetten	5.000.000	0
Erosie		
Optreden erosie	-7.500.000	-7.500.000
Totaal slib in planperiode uit systeem te halen		
Totale hoeveelheid planperiode (10 jaar)	8.750.000	29.500.000
Percentage van totaal	9%	30%

Door de aanleg van Marker Wadden neemt de hoeveelheid slib in het systeem significant af (+), voor zowel het fijne slib (+) als het grove slib (+).

Oppervlaktewaterkwaliteit

Tijdens de aanlegfase van Marker Wadden kan bij verschillende activiteiten effecten op de waterkwaliteit optreden. Het gaat hierbij om (1) vertroebeling, (2) verstoring van de waterbodem, (3) afdekken van de bodem, (4) tijdelijke verlaging van zuurstofgehalte, (5) tijdelijk hogere concentraties aan verontreinigingen en (6) tijdelijk hogere concentraties aan nutriënten. In bijlage 4 wordt in detail ingegaan op deze effecten. In deze paragraaf worden de effecten en conclusies op hoofdlijnen beschreven.

1 Vertroebeling

Tijdens de aanleg van Marker Wadden kan bij verschillende activiteiten vertroebeling ontstaan. Het gaat hierbij om het hydraulisch afgraven van het holocene klei en het pleistocene zand, het toepassen van hydrojetten, verpompen van slib uit de geulen, het toepassen van slib binnen de atollen en het lozen van slibrijk water vanuit de atollen.

⁸ In geval van het minimum scenario is er in totaal niet voldoende materiaal voor het opvullen van de atollen, zoals beschreven in H4. In dat geval zal gekozen moeten worden om meer holocene klei of gebiedsvreemd materiaal toe te passen. Het is tevens mogelijk om met minder materiaal de atollen te vullen, zodat in de atollen een groter areaal aan open water blijft bestaan.

Hydraulisch afgraven van holocene klei geeft nauwelijks vertroebeling. Alleen de vaarbewegingen van cutterzuiger geeft lokaal vertroebeling. Het verpompen van het klei-water mengsel zorgt voor een verhoogde vertroebeling op de toepassingslocatie. Om de Holocene klei te kunnen verpompen wordt proceswater gebruikt (factor 2-3). Bij een weekproductie van 80.000 m³, gaat het om 240.000 m³ per week. De holocene klei komt snel tot bezinking op de stortlocatie. Het slib dat bij het transportproces vrijkomt, bezinkt grotendeels binnen het atol. Hoe verder van de stortlocatie hoe lager het slibgehalte. Lozing van het proceswater zorgt mogelijk voor vertroebeling.

Alternatief voor het verpompen van de holocene klei is het mechanisch afgraven en storten van klei. Dit is duurder maar op deze wijze afgegraven klei kan worden gebruikt voor de aanleg van tussenkades, delen van de (binnen)rand e.d. Ook hierbij komt bij het afgraven maar beperkt slib vrij.

Bij het opzuigen van zand komt nauwelijks slib vrij. Alleen als zand eerst in een bak wordt gespoten waarbij sprake is van overvloed, komt slib vrij. Deze methode is duurder en minder efficiënt en wordt derhalve buiten beschouwing gelaten. Bij het toepassen van zand komt beperkt slib vrij. Het zand wordt waarschijnlijk met een stortpijp via een stortponton op locatie gebracht. Het slib blijft daarbij in hoofdzaak opgesloten binnen het zandvolume. Er zal dan ook maar beperkt slib vrijkomen, ongeacht de locatie waar zand wordt gewonnen.

Bij het hydrojetten wordt een water – lucht mengsel toegevoegd aan de bodem, waardoor het aanwezige slib wordt gemobiliseerd in de vorm van een dichtheidsstroming. Bij rustig weer blijft de dichtheidstroming beperkt tot de onderste 0,5 tot 1,5 meter van de waterkolom. Dit betekent dat in een groot deel van de waterkolom er geen verandering is in doorzicht. Bij veel wind kan door de wind het slib opmengen in de gehele waterkolom. Er ontstaat dan een slibpluim waarvan het oppervlak afhangt van de windgedreven circulatie en de valsnelheid van het slib. Bij erg veel wind mengt deze met al het slib dat al wordt opgewoeld. Aangezien er tijdens omstandigheden met veel wind geen dichtheidsstromingen ontstaan, is het niet waarschijnlijk dat er onder dergelijke omstandigheden wordt gehydrojet.

De toename in vertroebeling als gevolg van hydrojetten leidt naar verwachting tot kleinere concentraties dan die incidenteel al optreden in het natuurlijke systeem. Zo komt bij storm een enorme hoeveelheid slib in de waterkolom en dat vrijwel over het gehele meer. Na storm is ook een tijd sprake van slecht geconsolideerd slib, dat bij enige golfwerking alweer in beweging komt. De effecten van hydrojetten op de waterkolom zijn altijd veel malen kleiner dan wat meermaals per jaar op systeemniveau gebeurt. Bij het hydrojetten wordt de vertroebeling, indien al aanwezig, verplaatst, zodat ook geen sprake is van langdurige effecten op één plaats.

Overspoelbare) zand- en schelpenbanken

De (overspoelbare) zand- en schelpenbanken worden opgebouwd uit zand en schelpen. Naar verwachting wordt lokaal zand gebruikt voor de aanleg van de banken. In het zand is beperkt slib aanwezig dat vrij kan komen tijdens het toepassen van het zand. Gezien de wijze van aanbrengen, met een kraan, treedt er slechts zeer lokaal vertroebeling op.

Omvang slibpluim per uitvoeringsvariant

Voor de effect beoordeling is het van belang om een inschatting te maken van het areaal waar vertroebeling plaats kan vinden tijdens de aanleg. Hierbij wordt rekening gehouden met het cutteren van de holocene klei/zand, het lozen van water vanuit het atol en het hydrojetten.

Algemene uitgangspunten

- Het water van het Markermeer is, afhankelijk van de wind, al vaak (zeer) troebel. De vraag is vooral wat de aanleg aan extra slib in de waterkolom brengt. Dit hangt mede af van weersomstandigheden. Dit maakt dat de vertroebeling moet worden gezien in verschillende seizoenen.
- De effecten van de aanleg van Marker Wadden hangen mede af van de verspreiding van het slib dat daarbij vrijkomt. In geval van windstil weer is de vertroebeling verhoudingsgewijs groot, maar de verspreiding juist weer klein.

- Periodiek wordt in het Markermeer een grote hoeveelheid slib in beweging gebracht. Het slib dat plaatselijk maar meer continue vrij komt bij de aanleg wordt hiermee vergeleken.
- Direct al bij de aanleg legt Marker Wadden ook al slib vast in net gegraven geulen en ook in de luwte van de eerste stukken van de rand die worden aangelegd. Marker Wadden wordt in de loop van meerdere jaren aangelegd. Het oppervlak dat door de werkzaamheden wordt vertroebeld is afhankelijk van de aanlegssnelheid en de bezinksnelheid van het slib. Het grovere slib komt binnen 1 dag tot bezinking. Voor de fijnere fractie wordt uitgegaan van 1 week. Voor verschillende typen van effecten moet daarom worden gekeken naar verschillende perioden.

Bij hydraulisch afgraven en storten van klei/zand is er sprake van een beperkte en lokale afname van doorzicht. Dit treedt alleen op tijdens periodes met weinig wind, omdat er dan relatief weinig slib in suspensie is en de toename van troebelheid door de werkzaamheden betekenisvol is. De vertroebelingspluim manifesteert zich over een oppervlakte van 40 tot 80 hectare (200m breed, 2 tot 4 km lang). Tijdens periodes met veel wind is de vertroebeling niet merkbaar, doordat er dan autonoom al veel slib in suspensie is.

Bij de variant V1 snel en compact (en de variant V2 snel en compact met zand van elders en de variant V3 snel en compact, zonder nacht periode) vindt vertroebeling door afgraven en toepassen plaats over een periode van 2 jaar die maximaal 3 keer optreedt, gedurende de looptijd van het bestemmingsplan. Bij de variant V4 minder materieel meer tijd wordt de vertroebeling over een langere periode van 3 jaar verdeeld, die eveneens 3 keer optreedt, gedurende de looptijd van het bestemmingsplan. Hierbij is er dus gedurende de gehele bestemmingsplanperiode sprake van vertroebeling. De vertroebeling zal in dat geval in een kleiner deel van het watersysteem merkbaar zijn dan bij de andere varianten, hiervoor gaan we uit van een ondergrens van 40 hectare.

Bij de overloop van het proceswater uit het atol kan wel in geringe mate vertroebeling optreden. Deze vertroebeling zal echter minimaal zijn, omdat zoveel mogelijk van het slib moet bezinken in het atol, om daar land te maken. Eventueel wordt een (helofyten)filtertechniek ingezet om de vertroebeling minimaal te houden. Er wordt uitgegaan van een geringe, maar constante vertroebelingspluim van ca. 10 hectare vanuit één punt. Dit punt kan gedurende de ontwikkeling van Marker Wadden op andere plaatsen liggen.

Bij hydrojetten wordt slib als het ware naar de slibgeulen toe gedweild. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van dichtheidsstroming. Door het onder druk inpompen van grote hoeveelheden water, neemt de dichtheid van het slib ter plaatse toe. Als er sprake is van licht verval, zal er dichtheidsstroming optreden. Dit zal zodanig worden gedaan, dat deze stroming in de richting van de slibgeulen is. Bij precieze en correcte uitvoering van hydrojetten treedt geen vertroebeling op en is er slechts sprake van verdichting van de sliblaag aan het bodemoppervlak. In de praktijk treedt altijd lokaal enige vertroebeling op. Per dag zal maximaal 5 hectare gehydrojet worden. Uitgangspunt is dat er op deze 5 hectare sprake is van vertroebeling.

In onderstaande tabel staan de effecten ten gevolge van vertroebeling samengevat voor de variant 'snel en compact' en de variant 'minder materieel, meer tijd'. Ook staat de duur van de vertroebeling aangegeven. Na afloop van de genoemde duur, is het effect van vertroebeling weer teniet gedaan.

Tabel 6.2.14 Grootte slibpluim bij aanleg rand en vullen atol

Variant	Afgraven geul / storten rand (periodiek)	Verplaatsen slib (continu)	Lozen water uit atollen (continu)	Hydrojetten (continu)
V1 snel en compact	40 – 80 ha (3x 2jaar)	0 ha	10 ha	5 ha
V4 minder materieel meer tijd	40 ha (continu)	0 ha	10 ha	5 ha

2 *Verstoring van de waterbodem*

De waterbodem rondom Marker Wadden wordt tijdens de aanleg verstoord. Het gaat hierbij om het aanleggen van het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten en het areaal dat wordt gebruikt voor het hydrojetten. Het oppervlak dat wordt verstoord voor aanleg van het geulensysteem ligt tussen de 75 en 225 ha. Voor hydrojetten wordt uitgegaan van een maximale hoeveelheid slib van 5 miljoen m³. Uitgaande van een gemiddelde sliblaag van 40cm betreft het ruimtebeslag voor het hydrojetten 1250 ha. De sliblaag wordt echter vooral verwijderd van plaatsen waar geen levende mosselen/schelpen/slakken aanwezig zijn. Effecten op dit deel van de benthos kunnen, vooral na een goede T=0 meting, worden uitgesloten. Wel moet worden voorkomen dat oppervlakken die door hydrojetten geschikt zijn gemaakt voor de vestiging van mosselen daarna niet op nieuw worden verstoord.

In het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten komt voortdurend slib tot bezinking. Het bodemleven is waarschijnlijk zeer arm en mosselen zullen hier niet voorkomen. Muggenlarven worden alleen verwacht na een langere periode waarin niet is gewerkt. De ecologische effecten van het afzuigen van het slib zijn daarom zeer beperkt.

3 *Afdekken van waterbodem*

Slib dat is opgezogen wordt rechtstreeks per leiding naar een atol gebracht. De effecten van het toepassen van het slib hangen af van de ontwikkelingsfase van een atol. In het begin is sprake van een gesloten binnenmeer, dat geleidelijk gevuld wordt met slib. Al het aanwezige bodemleven wordt daarbij (continue)met slib afgedekt. De effecten zijn zeer beperkt, omdat bodemleven in de huidige situatie al grotendeels ontbreekt.

(Overspoelbare) zand- en schelpenbanken

De (overspoelbare) zand- en schelpenbanken worden opgebouwd op het Enkhuizerzand. Door het aanbrengen van het zand worden aanwezige schelpen en mossels begraven. Realisatie van de (overspoelbare) zand - en schelpenbanken draagt uiteindelijk bij aan het herstel van schelpen en mosselbanken. Tijdelijk zijn er echter negatieve effecten te voorzien op de bestaande populatie.

4 *Tijdelijke verlaging zuurstofgehalte*

Bij het hydrojetten wordt een in hoofdzaak anaerobe sliblaag in beweging gebracht. Deze zuurstofloze laag heeft afhankelijk van het aanwezige organische stof een groot zuurstofbindend vermogen. Dit betekent dat direct bij hydrojetten en ook enige tijd daarna sprake is van verlaging van het zuurstofgehalte. De verlaging van het zuurstofgehalte is tijdelijk en vindt vooral nabij de bodem plaats. Waarschijnlijk wijken vissen uit, zodat er alleen sprake kan zijn van effecten op bodemdieren. Hierboven is al geconstateerd dat sessiele organismen goeddeels ontbreken op locaties waar wordt gehydrojet. De effecten zijn dus lokaal en plaatselijk en hebben plaats in combinatie met de verstoring van bodem.

Door hydrojetten kunnen tijdelijke lagere zuurstofgehalten optreden. Er komen in de slibgeulen of putten geen benthische organismen voor die hier in aanvulling op de verstoring van de waterbodem effecten van ondervinden. Lagere zuurstofgehalten komen vooral in de dichtheidstroming zelf voor. Vissen zullen kunnen uitwijken.

5 *Tijdelijke hogere concentraties aan nutriënten*

In de anaerobe sliblaag wordt organische stof afgebroken. Stikstof wordt voor een deel omgezet in stikstofgas, methaangas en in oplosbare stikstofcomponenten zoals nitraat. Fosfor wordt voor een deel omgezet naar orthofosfaat. Ook kan aan het slib gebonden stikstof en fosfaat vrijkomen afhankelijk van de redox-reacties die in de waterbodem optreden.

Bij opwerveling van de sliblaag komt het in poriewater aanwezig fosfor en nitraat vrij. Dit zal leiden tot een plaatselijke en tijdelijke verhoging van nitraat en fosfaatconcentraties in de waterkolom. Als de algengroei gelimiteerd is door beperkte aanwezigheid van nitraat of fosfaat kan een toename hiervan tijdelijk tot meer algengroei leiden, zeker in de zomermaanden. Er zijn aanwijzingen dat de algengroei in het Markermeer waarschijnlijk fosfaat gelimiteerd is. Dit betekent dat een beperkte toename in algengroei mag worden verwacht. Deze beperkte toename is op zich niet negatief, want groenalgen vormen belangrijk voedsel voor zooplankton waarvan zowel de Spiering als de mosselen leven.

Toevoer van gebiedsvreemd materiaal vindt plaats conform de voorwaarden uit het Besluit bodemkwaliteit. Het is mogelijk dat hiermee materiaal met een hoge concentratie aan nutriënten wordt aangevoerd. Hiermee kan tevens de concentratie aan nutriënten tijdelijk verhoogd worden. Doordat het materiaal wordt gebruikt voor het opvullen van de atollen blijft een groot deel van deze nutriënten echter ecologisch niet beschikbaar.

6 Tijdelijke hogere concentraties aan verontreinigen

Bij het opwoelen van de anaerobe laag kunnen slecht gebonden verontreinigingen in de waterfase belanden. Dit probleem doet zich vooral voor waar sprake is van een verontreinigde waterbodem en vormt daarom ook een aandachtspunt in veel hydrojet projecten. Uit paragraaf 6.2.3. blijkt dat er binnen het plangebied geen sprake is van verontreinigingen.

Conclusies voor Ecologische en fysisch chemische waterkwaliteitsdoelen KRW tijdens aanleg

Doorzicht

Tijdens verschillende activiteiten vindt vertroebeling plaats van de waterkolom. Dit speelt met name bij het hydrojetten en het lozen van overtollig proceswater uit de atollen. De mate waarin dit plaatsvindt, is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. In geval van windstil weer is de vertroebeling verhoudingsgewijs groot, maar de verspreiding juist weer klein (circa 40 – 80 hectare). In geval van weersituaties met meer wind is de achtergrond concentratie in de waterkolom hoog en vindt snel verdunning plaats. Tijdens de aanleg van Marker Wadden vermindert lokaal het doorzicht van het Markermeer (- / 0).

pH

Door de aanwezige buffercapaciteit van (de bodem van) het Markermeer zal de aanleg van Marker Wadden niet zorgen voor een verandering in de pH (0).

Fosfaat

Momenteel is er geen fosfaatbalans beschikbaar voor het Markermeer, waardoor het lastig is om effecten te kwantificeren. In het mobiele slib, de fluffy layer, is met name het fosfaat dat gebonden is aan organische delen biologisch beschikbaar. Het gehalte aan organisch stof bedraagt circa 6 – 8 gewichtsprocent. Het invangen van het mobiele slib is hierdoor nauwelijks van invloed op fosfaat concentraties in het Markermeer. Door het vullen van de atollen met holoceen materiaal wordt wel fosfaat aan het systeem onttrokken. Dit fosfaat was door de aanwezige slibdeken echter biologisch niet beschikbaar. Het verzamelen van slib door middel van hydrojetten zorgt ervoor dat oude bodemlagen weer in contact komen met de waterkolom. Hierdoor komt weer fosfaat beschikbaar. De hoeveelheden zijn naar verwachting echter klein. Gezien bovenstaande kan geconcludeerd worden dat aanleg van Marker Wadden zorgt voor een lokale toename van de hoeveelheid fosfaat die op de schaal van het Markermeer verwaarloosbaar is. Dit betekent een neutraal effect op de KRW maatlat (0).

Chemische parameters

Het holocene materiaal en het zand voldoen naar verwachting aan klasse A of aan de achtergrond waarden. Materiaal dat van buiten het projectgebied nuttig wordt toegepast binnen Marker Wadden dient te voldoen aan de vereisten van het Besluit bodemkwaliteit. De aanleg van Marker Wadden heeft geen effect op chemische parameters (0).

Ecologische waterkwaliteitsdoelen

- *Fytoplankton*: Tijdens de aanleg treedt er door vertroebeling lokaal een vermindering op van het doorzicht. Aangezien niet het doorzicht maar de beschikbaarheid aan nutriënten limiterend is, heeft dit geen effect voor de primaire productie van groenalgen. De aanleg heeft geen gevolg voor de score op de maatlat fytoplankton.
- *Macrofyten*: Macrofyten zijn gebaat bij de toename in doorzicht in de waterkolom in combinatie met uitbreiding van land-waterovergangen. Binnen de projectlocatie, zowel voor de moerasedlanden als de

zand- en schelpenbanken op het Enkhuizerzand, zijn er geen of nauwelijks macrofyten aanwezig. De aanlegactiviteiten hebben dus geen effect op macrofyten.

- *Macrofauna*: tijdens de aanleg van Marker Wadden kan bedelving onder slib plaatsvinden in geulen en in de atollen. Momenteel is er echter nauwelijks bodemleven aanwezig ter hoogte van de toekomstige moerasedlanden, waardoor er geen effecten te verwachten zijn van de aanleg werkzaamheden. Ter hoogte van het Enkhuizerzand zijn wel schelpenpopulaties aanwezig. Aanleg van zand- en schelpenbanken zorgt voor bedekking. Gezien het areaal van de zand- en schelpenbanken is dit slechts een beperkt effect.
- *Vissen*: Tijdens de uitvoering kan vertroebeling ontstaan inclusief verlaagde zuurstofconcentraties. Aangezien de effecten lokaal zijn en vissen kunnen uitwijken worden er geen effecten op de maatlat vissen voorzien.

Gezien bovenstaande hebben de activiteiten voor de aanleg van Marker Wadden een klein negatief effect (- / 0) op de ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen. Dit leidt echter niet tot een verslechtering van de KRW score.

Grondwaterkwantiteit en -kwaliteit

De grondwaterstroming via het eerste watervoerende pakket loopt van het Markermeer richting Flevoland en Noord-Holland en zorgt daar voor het optreden van kwel. Door aanleg van zandwinput(ten) tot een diepte van 20 m wordt de bestaande deklaag doorsneden. Dit heeft een effect op de stijghoogte in het watervoerende pakket met meer dan lokale gevolgen. Deltares (2010) heeft gekeken naar de effecten van een diepe put in het Markermeer. Door de sterk afgenomen weerstand na het graven van een put is de stijghoogte in het watervoerende pakket onder de slibput op dat moment verhoogd tot het peil in het Markermeer. Hierdoor ontstaat een toename van de grondwaterstroming vanuit het Markermeer richting de omgeving. De mate en duur waarin dit plaatsvindt, is afhankelijk van de tijd die nodig is voor het verticale 'open deel' van de slibput om vol te lopen met sediment. Hierdoor neemt de weerstand weer toe, waardoor de stijghoogte daalt.

Boskalis heeft voor aanvraag van een ontgrondingvergunning voor een zandwinput (50 meter diep en 80 ha groot) in het Markermeer modelberekeningen uitgevoerd naar de effecten op de grondwaterkwantiteit. Uit de berekeningen van een worst case scenario (ontgraving vindt in één keer plaats terwijl dit in praktijk laaggewijs gaat) vindt binnendijs aan flevolandzijde een maximale stijging van de stijghoogte van 0,30 m plaats. Doordat het peilniveau in de polder gehandhaafd blijft, zorgt dit niet voor een extra stijging van het freatisch grondwater, maar neemt de kwel in het binnendijkse gebied toe met een maximaal debiet van 12.000 m³ per dag. Dit effect is tijdelijk, binnen enkele weken hoeft er niet meer extra bemaald te worden, aangezien de weerstand van de deklaag weer snel wordt opgebouwd door slib uit de waterkolom.

De exacte locatie voor de zandwinput voor Marker Wadden is nog niet bekend. Er dient rekening gehouden te worden met een tijdelijke toename van kwel. De dagelijkse toename in kwel in de flevopolders zal gezien de kleinere omvang van de zandwinput van Marker Wadden en de stapsgewijze uitvoering minder dan 10.000m³ bedragen, een toename van minder dan 1% van de totale dagelijkse hoeveelheid dat verpompt wordt uit de Flevopolders. Aanleg van Marker Wadden zorgt dus voor een kleine verhoging van de kweldruk van tijdelijke aard (- / 0).

Grondwaterkwaliteit

Uit paragraaf 6.2.3. volgt dat de kwaliteit van het slib naar verwachting voldoet aan klasse A of aan de natuurlijke achtergrondwaarden. Hierdoor is er voor de activiteiten geen effect (0) te verwachten op de grondwaterkwaliteit.

Waterveiligheid

Aanleg van de zandwinput kan effect hebben op de waterveiligheid. De taluds van de zandwinput worden conform CUR aanbeveling 113 "Oeverstabiliteit bij zandwinputten" aangelegd, waardoor het gevaar op instorten van de taluds wordt vermeden. Hiermee wordt het ontstaan van een hoogwatergolf (kleine "tsunami") voorkomen.

De hierboven beschreven toename van de stijghoogte door het doorsnijden van de deklaag bij aanleg van de zandwinput is niet van invloed op macrostabiliteit van de waterkeringen rondom het Markermeer. De Oostvaardersdijk is een zanddijk waarbij de kern in direct contact staat met het eerste watervoerende pakket. De verhoging van de stijghoogte heeft hierdoor geen effect aangezien er nog een afsluitende laag aanwezig is (inspraakreactie WS Zuiderzeeland op Og vergunning Boskalis). De verhoging in de stijghoogte is hierdoor niet van invloed op de macrostabiliteit van de dijk (0). De activiteiten tijdens de aanleg hebben hierdoor geen effect op de waterveiligheid (0). De uiteindelijke ligging van de natuureilanden heeft mogelijk wel een effect op de waterveiligheid door reductie van golfoploop. Dit wordt behandeld in de volgende paragraaf.

Milieukundige bodemkwaliteit

De huidige waterbodemkwaliteit in het projectgebied is te typeren als klasse A en voldoet op meerdere plekken aan de achtergrond waarden. Er zijn geen plekken met (ernstige) verontreiniging bekend binnen het gebied. Tijdens de uitvoering wordt gebruik gemaakt van de noodzakelijke procedures en maatregelen ter bescherming van de bodem. Hierdoor worden er geen nieuwe verontreinigingen verwacht (0).

6.2.4.2 Gebruikfase

Oppervlaktewaterkwantiteit

Het **waterbergend vermogen** wordt bepaald door de hoeveelheid aan water wat in het Markermeer geborgen kan worden aan de hand van wisselende peilen. Het verschil in zomer- en winterpeil bedraagt 20 centimeter. Bij een oppervlakte van 70.000 ha is er dus sprake van in totaal circa 140 miljoen m³ waterbergend vermogen. Door aanleg van Marker Wadden neemt het volume dat beschikbaar is voor berging af. Indien wordt uitgegaan dat het totale plangebied van Marker Wadden van 1500 ha niet meer bijdraagt aan het waterbergend vermogen, is dit een afname van 3 miljoen m³. Aangezien tussen de verschillende moerasedilanden ruimte over blijft voor water en de atollen op termijn in open verbindingen komen te staan met het Markermeer, ligt de afname in waterbergend vermogen onder de 3 miljoen m³. Op basis van de beoordelingstabel voor waterbergend vermogen wordt dit als een beperkte afname van het waterbergend vermogen gezien (- / 0).

Voor de eerste fase (500ha) ligt de totale afname onder 1% van het totale waterbergend vermogen (0).

De (overspoelbare) zand en/of schelpenbanken op het Enkhuizerzand hebben een maximale omvang van 60 hectare en heeft hierdoor in vergelijking met het archipel van natuureiland nauwelijks tot geen invloed op het waterbergend vermogen (0).

Gebruik van Marker Wadden heeft geen effect op **onderhoudsbaggerwerk**. Onderhoud aan de zandige oevers door middel van suppleties en het verpompen van slib uit het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten zorgt voor lokale vertroebeling en leidt niet tot toename in baggerwerk in de Vaarweg Amsterdam - Lemmer. Door de afname van slib in het Markermeer nemen onderhoudsbaggerwerkzaamheden op termijn af door een reductie in aanslibbing van de vaargeul. Na aanleg van 500ha is dit effect waarschijnlijk nog beperkt (0 / +), bij 1500ha is het effect groter (+).

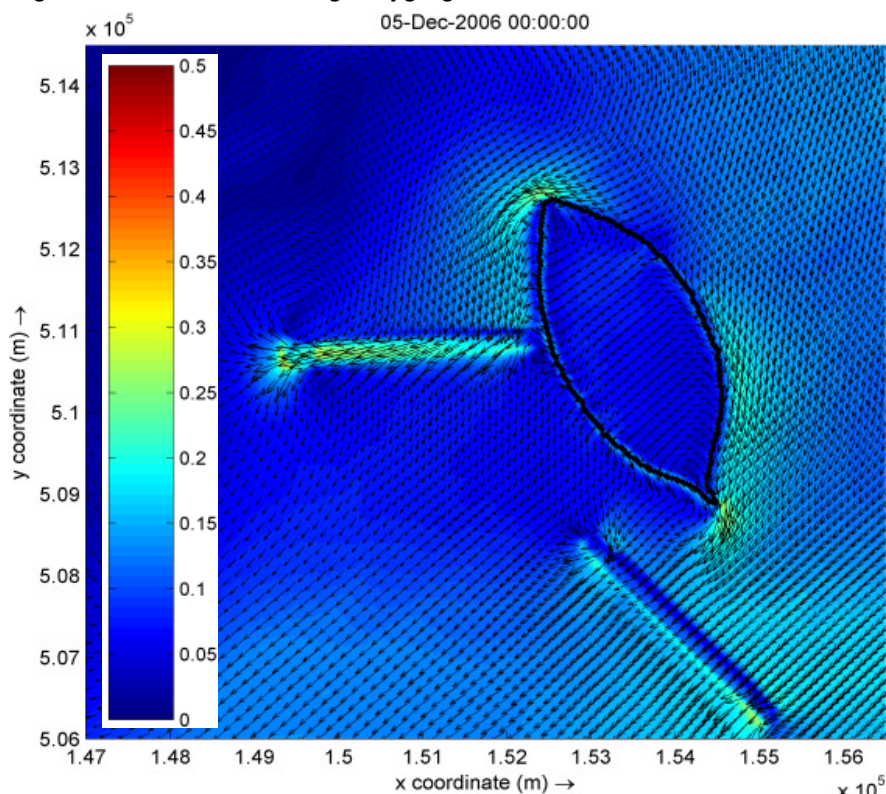
Marker Wadden beïnvloedt de **lokale stromingsprofielen** door realisatie van zowel het onderwaterlandschap (geulen en putten) als het bovenlandschap (omsloten rand in meer) na de aanleg van de *eerste 500 hectare*. Beide elementen hebben een ander effect op de stroming:

- Het bovenwaterlandschap buigt de stroming af, omdat het water hier omheen moet stromen. De mate van afbuiging hangt af van de windcondities. Over het algemeen ontstaat een stromingstoename aan de randen van het landschap. Stroomsnelheden van enkele decimeters per seconde (0,2 tot 0,4 m/s) kunnen lokaal optreden.
- Het onderwaterlandschap kan zowel zorgen voor een verlaging van de stroomsnelheid, als een toename. Een verlaging ontstaat vooral als de stroming loodrecht op de verdieping staat. In de verdieping stroomt het nauwelijks, enkele centimeters per seconde. Doordat de stroming vermindert,

kan het slib uit het water bezinken. Theoretisch kan als de stroming parallel aan de lengte richting van de verdieping staat, de stroomsnelheid toenemen. In het ontwerp van de geul is bepaald dat de geul loodrecht op de gangbare stroming staat om optimaal te kunnen functioneren.

In onderstaande figuur wordt een voorbeeld gegeven van stromingen die optreden bij gangbare windcondities (Wind: Z-ZW, 7 a 14 m/s, gem. 9,1 m/s) na realisatie van de eerste stap van Marker Wadden van 500 hectare inclusief een theoretisch geulensysteem. De effecten treden lokaal (tot maximaal 1-2 km van de geul / rand) op. Aan de randen van het bovenwaterlandschap neemt de stroming toe tot 0,2 – 0,3 m/s. Rondom de geulen wordt ook een dergelijke snelheid berekend, vervolgens valt direct boven de verdiepingen de stroming helemaal weg.

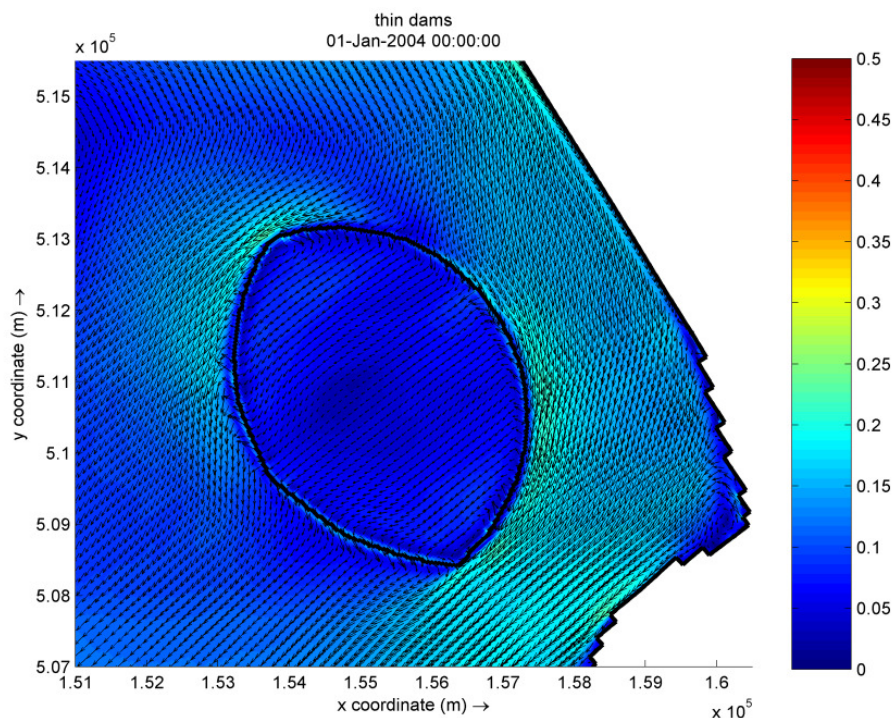
Figuur 6.2.9 Voorbeeld stromingen bij gangbare windcondities



De stromingen op het niveau van Markermeer zullen als gevolg van de eerste fase van 500 ha Marker Wadden niet wezenlijk wijzigen, de grootschalige circulatie patronen worden nauwelijks beïnvloed (0/+). De lokale verschillen zorgen wel voor het ontstaan van plekken waar met name erosie optreedt (vooral aan randen van bovenwaterlandschap) en luwtegebieden met netto sedimentatie (in de verdiepingen).

Realisatie van 1500 ha Marker Wadden zorgt voor wijziging van de circulatiestroming op het niveau van het Markermeer (+). Het beïnvloedingsgebied waar de stroming verandert is nu vergroot tot aan de Houtribdijk. Aangezien er nog onzekerheid bestaat over de invulling van de fases na aanleg van 500ha wordt uitgegaan van een volledig omkaderd eiland. De maximale stroomsnelheden die achter het eiland voorkomen, nemen ten opzichte van de eerste fase van 500 ha niet toe (max 0,2 m/s). Doordat een grotere hoeveelheid aan water door een kleiner areaal “geperst” moet worden, neemt de gemiddelde stroomsnelheid tussen het moerasediland en de Houtribdijk echter wel toe (van 0,1-0,2 naar 0,15-0,2 m/s).

Figuur 6.2.10 Stromingspatroon rondom Marker Wadden bij 1500ha



De exacte locatie en ligging ten opzichte van de stroming van de (overspoelbare) zand- en/of schelpenbanken is nog niet bekend. Er wordt uitgegaan van een maximaal oppervlakte van 60 hectare aan (overspoelbare) zand en/of schelpenbanken, waarvan maximaal 20 hectare aaneengesloten is. Deze banken fungeren als bescherming van waterplanten op golfslag en stroming en zorgen hierdoor lokaal voor luwte. Gezien de onzekerheden qua locatie en ligging is het niet mogelijk een inschatting te maken van de stroomsnelheid.

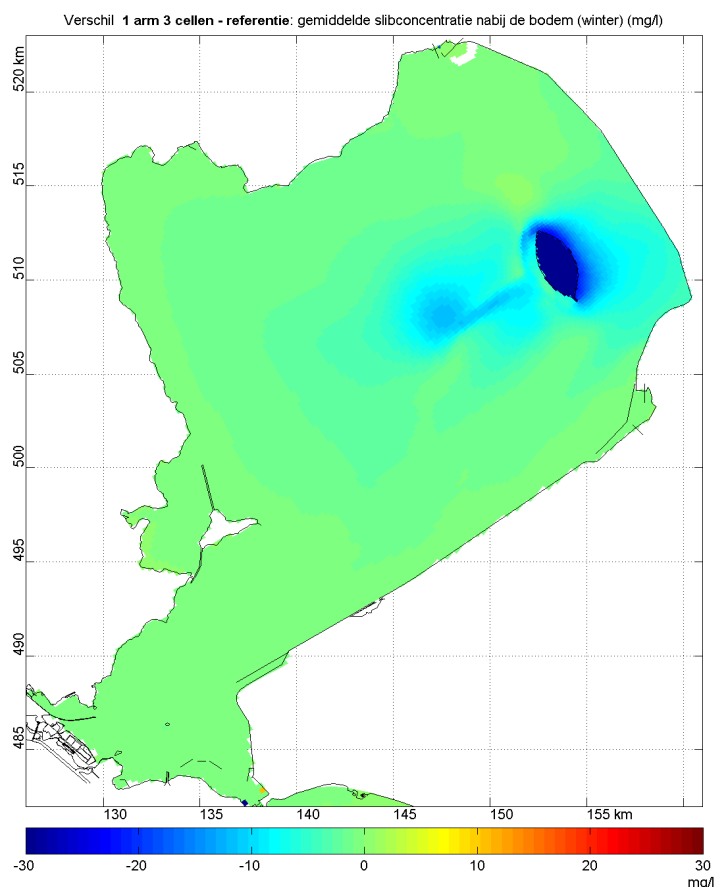
Slibhuishouding

Het invangen van slib vormt onderdeel van het beheer van Marker Wadden, ongeacht of de omvang 500 ha of 1500 ha beslaat. Indien uit monitoring blijkt dat na aanleg van de 1500 ha nog wenselijk is om door te gaan met het wegvangen van slib uit het Markermeer, wordt doorgedaan met het verpompen van slib uit het geulensysteem richting de atollen. Hierdoor blijft ook na aanleg van Marker Wadden gewerkt worden aan de ecologische verbetering van het Markermeer. Zoals eerder aangegeven is het van groot belang om de hoeveelheid slib in het Markermeer goed te monitoren.

Oppervlaktewaterkwaliteit

Marker Wadden wordt gebouwd door het verwijderen van (deel) de verstikkende sliblaag in het Markermeer en het invangen van slib in de geulen en zandwinputten. Daarnaast fungeert Marker Wadden als luwte maatregel, waardoor achter de slibatollen sprake is van een netto sedimentatie van slib. De omvang van de verstikkende slibdeken in het Markermeer neemt hierdoor af, waardoor de populatie van driehoeksmosselen zich kan herstellen en meer waterplanten zich kunnen ontwikkelen. Gevolg hiervan is een toename in filtercapaciteit door mosselen en toegenomen sedimentatie binnen waterplantenvegetaties. Hierdoor zal het **doorzicht** van het Markermeer verbeteren. Hoe snel dit gebeurt, is echter lastig te voorspellen. In figuur 6.2.11 is aan de hand van modelberekeningen het effect van Marker Wadden (500 ha) op de zwevend stof concentratie weergegeven na één jaar ten opzichte van de referentie situatie. Hieruit blijkt dat over een groot gebied van het midden van het Markermeer tot aan de Houtribdijk concentraties verlaagd worden met gemiddeld 10mg/l. Het is lastig in te schatten hoe dit beeld verder verloopt in de volgende jaren. Realisatie van de eerste stap zorgt in ieder geval voor lokale toename in het doorzicht. Na deze eerste fase van 500 hectare zal het doorzicht toenemen (tussen de 0% en 10% toename van doorzicht), waardoor het voornemen beperkt positief (0 / +) wordt beoordeeld. Door blijvende invang van slib en uitbreiding van het areaal aan Marker Wadden tot 1500 ha wordt aan het eind van de planperiode een toename in doorzicht verwacht van meer dan 10 % op systeemniveau (+).

Figuur 6.2.11: toename in doorzicht door invang van slib na 1 jaar bij geulensysteem van 6 km bij 250 meter



Oppervlaktewaterkwaliteit: pH

In de huidige situatie is de pH relatief hoog. Door organische processen zoals fotosynthese en afbraak van organisch materiaal kan de pH veranderen. De buffercapaciteit van het Markermeer zorgt ervoor dat grote veranderingen in de pH niet te verwachten zijn. Dit geldt zowel na realisatie van de eerste fase (500 ha als na realisatie van 1500 ha. Het voornemen wordt daarom voor dit toetscriterium neutraal (0) beoordeeld.

Oppervlaktewaterkwaliteit: Fosfaat

De fosfaat concentratie voldoet momenteel volgens de KRW portal aan het Goede Ecologische Potentieel van <0,07 mg/l. Vanuit TBES (Wergroep Ecologie & waterkwaliteit 2008) is in het programma van eisen voor Markermeer een fosfaatgehalte in de waterkolom een gehalte tussen > 0,07 en <0.1 mg/l opgenomen. Vanuit N2000 doelstellingen is het namelijk relevant om meer fosfaat beschikbaar te hebben in het systeem, zodat de draagkracht voor hogere trofie niveaus toeneemt. Er bestaat een grote kennislacune omtrent de bestaande fosfaatkringloop. Er zijn geen kwantitatieve en kwalitatieve gegevens voor het Markermeer beschikbaar.

Marker Wadden zorgt ervoor dat delen van het meer weer slibvrij worden, waardoor de oorspronkelijke bodem weer aan de oppervlakte komt. Het gehalte van fosfaat in deze lagen is hoger in vergelijking met de huidige bovenlaag, waardoor er meer fosfaat beschikbaar is. Het is echter de vraag of dit fosfaat wel beschikbaar komt voor flora en fauna of dat het in een gebonden vorm blijft. Dit hangt met name af van de zuurstofcondities. De kans op nalevering is groter onder anaerobe omstandigheden. Bovenstaande geldt ook voor het holocene materiaal dat is toegepast in de atollen.

De kringloop van fosfaat, en vooral de snelheid waarmee het fosfaat weer beschikbaar komt, wordt in de huidige situatie mogelijk beperkt doordat het bodemleven nauwelijks ontwikkeld is. Veel bodemorganismen zijn gespecialiseerd in het verwerken en verder afbreken van organische stof, waarna het sneller door bacteriën kan worden omgezet. Marker Wadden zorgt voor verbetering van de condities

voor bodemleven, waardoor fosfaat mogelijk efficiënter kan worden rondgezet. De vraag is in welke mate dit gebeurt en in hoeverre dit bijdraagt aan fosfaatconcentratie op het niveau van het Markermeer.

Gezien bovenstaande is de verwachting dat door realisatie van Marker Wadden de fosfaatbeschikbaarheid per saldo iets toeneemt. Dat draagt niet bij aan de verbetering van de ecologische toestand en het doet er ook niet iets aan af. Hooguit leidt het tot een beperkte verbetering van de ecologische productiviteit. Hierbij dient gezegd worden dat vanuit de N2000 doelstellingen een toename van het fosfaat gehalte wel wenselijk is. Aangezien gescoord wordt ten opzichte van KRW doelstellingen conform beoordelingstabel 6.2.7 wordt Marker Wadden voor het criterium fosfaat als beperkt negatief (- / 0) beoordeeld.

Oppervlaktewaterkwaliteit: Chemische parameters

De gebruiksfase van Marker Wadden heeft geen gevolgen voor de prioritaire en overige relevante chemische stoffen. Marker Wadden wordt aangelegd met gebiedseigen materiaal dat naar verwachting voldoet aan klasse A. In de gebruiksfase komen geen stoffen vrij die een effect hebben op chemische parameters. Aangezien het voornemen niet leidt tot een wijziging van de chemische parameters, wordt het conform beoordelingstabel 6.2.5 neutraal (0) beoordeeld (zowel voor 500ha als 1500ha).

Oppervlaktewaterkwaliteit: Ecologische waterkwaliteitsdoelen

Hieronder wordt nagegaan in hoeverre het voornemen leidt tot een effect op de ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen van de KRW.

- *Fytoplankton:* Afname van slib aan de bodem betekent ook minder slib in de waterkolom. Hiermee neemt het doorzicht toe. Een toename van doorzicht leidt tot meer groei van groenalgen.
- *Overige waterplanten:* Toename in doorzicht in de waterkolom in combinatie met uitbreiding van land-waterovergangen vergroot de mogelijkheden voor de groei van macrofyten. Ook door toename in luwte op het Enkhuizerzand door de zand- en schelpenbanken neemt het areaal aan waterplanten toe. De autonome trend in de westkant van het Markermeer wordt versterkt door afname van de hoeveelheden slib die sedimenteren na stormcondities. Betere condities voor oever- en waterplanten zorgen voor een hogere score op de KRW-maatlat voor macrofyten. Waterplanten leggen weer slib vast waardoor het doorzicht vooral plaatselijk toe kan nemen.
- *Macrofauna:* doordat de sliblaag op de waterbodem afneemt ontstaan betere omstandigheden voor driehoeksmosselen en muggenlarven. Aanleg van schelpenbanken op het Enkhuizerzand zorgt tevens voor extra vestigingsmogelijkheden van mosselen. De driehoeksmosselen filteren het water en hebben ook weer effect op het doorzicht in de waterkolom. Het effect op de score op de KRW-maatlat voor macrofauna is echter beperkt, aangezien driehoeksmosselen geen onderdeel vormen van de maatlatscore.
- *Vissen:* Door aanleg van het onderwaterlandschap van geulen en putten heeft de spiering in de zomer toegang tot koel en zuurstofrijk water dat de kans op sterfte in warme zomers reduceert. Door de ontwikkeling van land-waterovergangen en het moeras heeft Marker Wadden een kraamkamer functie voor vis. Het gevolg is een ecologisch gezondere samenstelling van de visfauna en daardoor een hogere score op de KRW-maatlat voor vis.

De snelheid van het ecologische herstel is niet exact vast te stellen. Het proces van herstel wordt ingezet tijdens de aanleg van de eerste 500 hectare. Hierdoor draagt het voornemen lokaal bij aan de verbetering van de ecologische waterkwaliteitsdoelen (0 / +). De effecten worden in eerste instantie lokaal zichtbaar, maar breiden zich na het einde van de planperiode uit tot op het systeemniveau van het gehele Markermeer, waardoor het voornemen als positief (+) is beoordeeld.

Grondwaterkwantiteit en -kwaliteit

Verandering van grondwater- en kwelstromen door verandering in stijghoogte

De gebruiksfase van Marker Wadden is niet van invloed op grondwater- en kwelstromen (0).

Verontreiniging van grondwater door verontreinigd slib

Marker Wadden wordt aangelegd met materiaal dat voldoet aan klasse A of de achtergrond waarden. In de gebruiksfase zijn geen effecten te verwachten van verontreinigd slib op het grondwater (0).

Waterveiligheid

Realisatie van Marker Wadden kan van invloed zijn op de waterveiligheid van omliggende dijken. Het gaat hierbij om de beïnvloeding van de *golfoploop* en de *stabiliteit*. Marker Wadden heeft tijdens de eerste fase van 500 hectare nauwelijks invloed op de golfoploop tegen de omringende waterkeringen (0). De afstand van de keringen is nog voldoende groot, zodat de wind de golfoploop weer kan opbouwen. Na realisatie van de 1500 hectare aan moerasedilanden neemt de golfoploop met circa 0.5 m af, doordat Marker Wadden binnen 1 km van de Houtribdijk ligt (+) (zie bijlage 4). De golfoploop wordt dan beperkt, doordat de golflengte afneemt. De stabiliteit van omringende waterkeringen wordt beïnvloed door toename in stijghoogte. De toename vindt plaats tijdens de aanleg, de gebruiksfase heeft geen effect op de stabiliteit.

Milieukundige bodemkwaliteit

Tijdens het gebruik van Marker Wadden wordt gewerkt conform de voorwaarden vanuit het Besluit bodemkwaliteit. Hierdoor wordt de bodemkwaliteit niet beïnvloed (0).

6.2.5 Effectbeoordeling, conclusie en haalbaarheid

Oppervlaktewaterkwantiteit

Marker Wadden zorgt door de toename in land-waterovergangen voor een kleine afname van het waterbergend vermogen (<2%). Daarnaast verandert het stromingspatroon, aangezien het water om de natuureilanden zal stromen. De snelheden kunnen lokaal rondom de randen van Marker Wadden iets toenemen (tot 0,4 m/s). Na aanleg van 1500ha Marker Wadden wordt het gebied tot aan de Houtribdijk beïnvloed. De gemiddelde snelheid neemt hier toe. Aanleg van Marker Wadden zorgt gezien de afstand tot de vaargeul niet tot een toename van de aanslibbing. Door vermindering van het mobiele slib in het Markermeer is een afname in aanslibbing van de vaargeul te verwachten.

Tabel 6.2.15 Samenvattende tabel toetscriterium "Oppervlaktewaterkwantiteit"

Toetscriterium oppervlaktewaterkwantiteit	Aanleg	500ha	1500ha
Waterbergend vermogen	0	0	- / 0
Stroming	0	0 / +	+
Onderhoudsbaggerwerk	0	0 / +	+

Slibhuishouding

Met het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten wordt mobiel slib uit het Markermeer ingevangen en gebruikt voor het vullen van de atollen. Indien de natuurlijke aanslibbing niet snel genoeg verloopt, wordt door middel van hydrojetten van het gebied rondom de geulen de "slibinvang" verhoogd. Daarnaast sedimenteert slib in de luwte gebieden achter Marker Wadden. Met een slibmodel is getracht de hoeveelheid in te vangen slib te modelleren. De modeluitkomsten vallen lager uit dan gegevens vanuit de praktijk over aanslibssnelheden in oude zandwinputten. Daarnaast bestaan er onzekerheden over de hoeveelheid slib dat door erosie jaarlijks mobiel wordt. Binnen de termijn van het bestemmingsplan neemt de hoeveelheid mobiele slib af met 9 tot 30 miljoen m³, (9% tot 30 % van totale mobiele slib in Markermeer). Hierbij wordt zowel het fijnere mobiele slib dat zorgt voor vertroebeling van de waterkolom als het grovere mobiele slib dat als een verstikkende deken voor het bodemleven werkt ingevangen.

Tabel 6.2.16 Samenvattende tabel toetscriterium "slibhuishouding"

Toetscriterium slibhuishouding	Aanleg	500ha	1500ha
Hoeveelheid van het slib in Markermeer	+	+	+

Oppervlaktewaterkwaliteit

Door aanleg van Marker Wadden ontstaat lokaal vertroebeling, met name door de vaarbewegingen met cutterzuigers, hydrojetten en het lozen van proceswater vanuit de atollen. De mate waarin vertroebeling optreedt, is afhankelijk van het weer. In geval van windstil weer is de vertroebeling verhoudingsgewijs groot, maar de verspreiding juist weer klein. Bij omstandigheden met meer wind neemt het beïnvloedingsgebied toe, maar is het water al troebel van zichzelf. Het areaal dat door Marker Wadden tegelijk wordt vertroebeld, bedraagt 55 tot 95 ha. Na realisatie van het onderwaterlandschap van geulen

en zandwinputten, dus al tijdens de aanlegfase, wordt mobiel slib ingevangen en worden zwevend stof concentraties en daarmee het proces tot verbetering van het doorzicht van het Markermeer geïnitieerd.

Momenteel is er geen fosfaatbalans van het Markermeer beschikbaar, waardoor er onzekerheden bestaan over de effecten van Marker Wadden op de fosfaatconcentratie. Tijdens de aanleg neemt lokaal de fosfaatconcentratie toe door het slibvrij maken van de waterbodem door aanleg van het onderwaterlandschap en het hydrojetten. De verwachting is dat door Marker Wadden het doorzicht verbetert (verhoogde primaire productie) en meer luwte ontstaat voor de ontwikkeling van waterplanten. Gevolg hiervan is dat de fosfaatconcentratie in de waterkolom iets toeneemt. Vanuit het perspectief van de Kaderrichtlijn Water (KRW) is dit een positief effect.

Marker Wadden heeft tevens een positief effect op de ecologische KRW-maatlatten. Toename van het doorzicht zorgt voor de groei van waterplanten. De vestiging van waterplanten wordt tevens versterkt door toename in luwte en land-waterovergangen. Door afname van de sliblaag ontstaan verbeterde omstandigheden voor macrofauna. Door het onderwaterlandschap verbetert het habitat voor de spiering. Daarnaast fungeert Marker Wadden als kraamkamer voor vissen. De mate en snelheid waarmee bovenstaande effecten zullen plaatsvinden is lastig in te schatten en verdienen adequate monitoring.

Door de buffercapaciteit van het Markermeer zijn ook geen effecten op de pH te verwachten. De waterbodem van het Markermeer voldoet aan klasse A of aan de achtergrond waarden. Aanleg van Marker Wadden heeft hierdoor geen effect op chemische parameters voor zowel oppervlaktewater als grondwater. Met de aanleg van zandwinputten wordt de bestaande deklaag doorsneden. Dit zorgt voor een tijdelijke toename in stijghoogte van het watervoerende pakket en heeft een tijdelijke kleine toename van kwel in de omgeving tot gevolg. In de Flevopolder zal per dag het te verpompen debiet toenemen met minde dan 1%. Het slib in het water van het Markermeer zorgt ervoor dat het zand “dichtslibt”, waardoor de stijghoogte en de toename in kwel binnen een aantal weken afneemt.

Tabel 6.2.17 Samenvattende tabel toetscriterium “Oppervlaktewaterkwaliteit”

Toetscriterium oppervlaktewaterkwaliteit	Aanleg	500ha	1500ha
Doorzicht	- / 0	0 / +	+
pH	0	0	0
Fosfaat	0	0	0
Chemische parameters	0	0	0
Ecologische waterkwaliteitsdoelen	- / 0	0 / +	+
Toetscriterium grondwater	Aanleg	500ha	1500ha
Verandering grondwater / kwelstromen door verandering stijghoogte	- / 0	0	0
Verontreiniging van grondwater door verontreinigd slib	0	0	0
Toetscriterium verontreiniging van de waterbodem	Aanleg	500ha	1500ha
Verontreinigingen	0	0	0

De geulen van het onderwaterlandschap komen niet loodrecht op de Houtribdijk te liggen. Hierdoor zijn geen effecten op de golfoploop te verwachten. Door de zandwinputten aan te leggen conform de richtlijnen voor “oeverstabiliteit voor zandwinputten” wordt het ontstaan van een hoogwatergolf door inzakkende taluds uitgesloten. Na verloop van tijd komen de natuureilanden van Marker Wadden dicht bij de Houtribdijk te liggen waardoor de golfoploop afneemt tot maximaal 0,5 meter.

Tabel 6.2.18 Samenvattende beoordeling toetscriterium “waterveiligheid”

Toetscriterium waterveiligheid	Aanleg	500ha	1500ha
Golfoploop bij omliggende dijken	0	0 / +	+
Stabiliteit	0	0	0

6.3 Natuur

6.3.1 Wet- en regelgeving en beleid

Natura 2000 en Natuurbeschermingswet 1998

Natura 2000 is de benaming voor een Europees netwerk van natuurgebieden waarin belangrijke flora en fauna voorkomen, gezien vanuit een Europees perspectief. In juridische zin komt Natura 2000 voort uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen.

De bescherming van waardevolle natuurgebieden, waaronder Natura 2000-gebieden en beschermde natuurmonumenten, is in Nederland via de Natuurbeschermingswet 1998 (hierna: Nbwet) geregeld. Het doel van Natura 2000 is de achteruitgang van natuurwaarden te stoppen en de unieke aspecten ervan te behouden en zonodig te herstellen.

Om mogelijke gevolgen voor een Natura 2000-gebied ten gevolge van een plan in een vroeg stadium inzichtelijk te hebben, bepaalt Artikel 19j van de Nbwet het volgende: *“een bestuursorgaan houdt bij het nemen van een besluit tot het vaststellen van een plan dat, gelet op de instandhoudingsdoelstelling (..) de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen (..) rekening met de gevolgen die het plan kan hebben voor het gebied”*.

Om te beoordelen of een plan (eventueel onder voorwaarden) kan worden toegelaten, moeten de effecten op de aangewezen habitattypen en soorten in beeld worden gebracht. Een eerste oriënterend onderzoek wordt een voortoets genoemd. Wanneer op basis van een voortoets significante verstorende gevolgen voor het Natura 2000-gebied niet kunnen worden uitgesloten, is het wettelijk verplicht om een Passende Beoordeling uit te voeren. Hierin worden meer gedetailleerd de gevolgen van de voorgenen activiteit voor de instandhoudingsdoelen inzichtelijk gemaakt.

Een besluit over een plan kan slechts worden verleend/genomen indien het bevoegd gezag zich er op grond van de Passende Beoordeling van heeft verzekerd dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet zullen worden aangetast (Artikel 19g, eerste lid Nbwet). In afwijking van deze regel kan het bevoegd gezag, wanneer de aantasting van het Natura 2000-gebied op basis van de Passende Beoordeling niet kan worden uitgesloten, een vergunning verlenen of een besluit over een plan nemen na een toets aan de zogenaamde ADC-criteria. Aan de hand van een ADC-toets moet worden aangetoond dat **A**lternatieve oplossingen voor het project ontbreken en er sprake is van **D**wingende redenen van groot openbaar belang met inbegrip van redenen van sociale of economische aard (artikel 19g, tweede lid van de Nbwet). Als aan beide voorwaarden wordt voldaan, is het noodzakelijk dat er **C**ompenserende maatregelen worden getroffen (artikel 19h, eerste lid van de Nbwet). Ten behoeve van de besluitvorming over een plan maakt de Passende Beoordeling daarmee inzichtelijk of het plan haalbaar is vanuit de Nbwet.

De Passende Beoordeling als onderbouwing voor een besluitvorming over een plan maakt deel uit van de ter zake van dat plan voorgeschreven milieueffectrapportage (artikel 19j vierde lid van de Nbwet). Zodoende maakt het onderdeel uit van dit plan-MER.

Het bestemmingsplan Marker Wadden ligt in het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer en maakt daar een grootschalige natuurontwikkeling mogelijk. Het beginsel is deze ontwikkeling gericht op een betere staat van instandhouding van het Natura 2000-gebied. De realisering ervan kan echter effecten op bestaande natuurwaarden hebben. Een voortoets zal moeten uitwijzen of significant negatieve effecten op voorhand zijn uit te sluiten of niet. Gelet op de schaalgrootte en uitvoeringsaspecten is het reëel dat het optreden van significant negatieve effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Daarmee is een Passende Beoordeling nodig.

Ecologische Hoofdstructuur

Het toenmalige ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft in 1990 de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geïntroduceerd. De EHS bestaat uit een netwerk van natuurgebieden en nog te

realiseren natuurgebieden. Het doel van de EHS is instandhouding en ontwikkeling van deze natuurgebieden om daarmee een groot aantal soorten en ecosystemen te laten voortbestaan.

Binnen de EHS geldt dat plannen, handelingen en projecten met significante negatieve gevolgen voor de wezenlijke kenmerken en waarden van het betreffende gebied niet mogen plaatsvinden, tenzij Gedeputeerde Staten van de betreffende Provincie een ontheffing geven via het 'nee-tenzij' mechanisme. Ontheffing door Gedeputeerde Staten zal alleen worden verleend indien binnen het project:

- er sprake is van een groot openbaar belang, én
- er geen reële andere mogelijkheden zijn, én
- de negatieve effecten waar mogelijk worden beperkt en de overblijvende effecten worden gecompenseerd.

De wezenlijke kenmerken en waarden van de EHS voor de grote wateren is bij geen van de provincies uitgewerkt. Daarom is de huidige situatie in beschreven op basis van de natuurbeheerplannen van de provincies Noord-Holland en Flevoland. In het kader van de beschrijving van de milieugevolgen van dit bestemmingsplan wordt verkend of de uitvoering van het bestemmingsplan zich met het EHS-beleid verdraagt.

Flora- en faunawet

De Flora- en faunawet regelt sinds 1 april 2002 de bescherming van individuen en populaties van inheemse planten en diersoorten tegen schadelijk menselijk handelen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen zeer streng (Tabel 3 en soorten van de Habitatrichtlijn), streng (tabel 2) en minder streng (Tabel 1) beschermde soorten. Uitgangspunt is dat verzamelen, verstoren, doden of vernietigen van beschermde soorten of verstoring van het leefgebied niet is toegestaan. De wet verbiedt handelingen of ontwikkelingen die de instandhouding van de wettelijk beschermde soorten in gevaar kan brengen (artikel 8 t/m 12). Daarnaast spreekt de wet over een zorgplicht, waarbij eenieder 'voldoende zorg' in acht moet nemen tegenover in het wilde levende planten en dieren. Onder voorwaarden kan ontheffing worden verkregen van het overtreden van de verbodsbepalingen. In het geval van ruimtelijke ontwikkelingen (zoals Marker Wadden) bestaat vrijstelling voor een lijst van veel voorkomende beschermde soorten (Tabel 1). Hiervoor hoeft bij ruimtelijke ontwikkelingen geen ontheffing aangevraagd te worden.

Bij effecten op (zeer) streng beschermde soorten is het verplicht een ontheffing van de Flora- en faunawet aan te vragen bij Dienst Regelingen van het Ministerie van EZ. Deze kan onder voorwaarden worden verkregen.

In het kader van de beschrijving van de milieugevolgen van dit bestemmingsplan wordt verkend of de Flora- en faunawet de uitvoering van het bestemmingsplan in de weg staat.

6.3.2 Beoordelingskader en -methode

Beoordelingskader Natuurbeschermingswet 1998

Voor de Natuurbeschermingswet hanteren we onderstaand toetskader voor aanleg- en systeemeffecten.

Tabel 6.3.1 Toetskader instandhoudingsdoelstellingen

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan instandhoudingsdoelstellingen Markermeer & IJmeer
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan instandhoudingsdoelstellingen Markermeer & IJmeer
0	Voornemen leidt niet tot verandering instandhoudingsdoelstellingen Markermeer & IJmeer
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering instandhoudingsdoelstellingen Markermeer & IJmeer
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van instandhoudingsdoelstellingen Markermeer & IJmeer

De resultaten van de Passende Beoordeling Bestemmingsplan Marker Wadden vormen de basis voor het onderdeel Natuurbeschermingswet 1998 in het Plan-MER.

Beoordelingskader Flora en faunawet

Voor de Flora en faunawet hanteren we onderstaand toetskader voor aanleg- en systeemeffecten

Tabel 6.3.2 Toetskader flora en faunawet

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan gunstige staat van instandhouding
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan gunstige staat van instandhouding
0	Voornemen leidt niet tot verandering van gunstige staat van instandhouding
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering van gunstige staat van instandhouding
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van gunstige staat van instandhouding

Beoordelingskader EHS

Voor de EHS hanteren we onderstaand toetskader voor aanleg- en systeemeffecten.

Tabel 6.3.3 Toetskader EHS

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan de wezenlijke kenmerken en waarden
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan de wezenlijke kenmerken en waarden
0	Voornemen leidt niet tot verandering van de wezenlijke kenmerken en waarden
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering van de wezenlijke kenmerken en waarden
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van de wezenlijke kenmerken en waarden

6.3.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

6.3.3.1 Natuurbeschermingswet 1998

Markermeer & IJmeer: Kernopgaven

In het Natura 2000 doelendocument zijn voor het Natura 2000 landschap waartoe het Markermeer behoort (te weten afgesloten zeearmen en randmeren) zogeheten 'kernopgaven' geformuleerd, die verwijzen naar de ontwikkeling van een volledig en robuust ecosysteem, namelijk a) evenwichtig systeem; b) rust- en ruiplaatsen; c) moerasranden; d) plas-dras situaties (zie blz 97 Doelendocument). Deze 4 kernopgaven staan hieronder verder uitgelegd:

Evenwichtig systeem: Het nastreven van een meer evenwichtig systeem met goede waterkwaliteit voor waterplanten, vissen en schelpdieren (met name in kranswierwateren en meren met krabbescheer en fonteinkruiden) mede t.b.v. vogels zoals de kleine zwaan, Tafeleend, Kuifeend en Nonnetje.

Rust- en ruiplaatsen: voldoende open water met ruiplaatsen en rustgebieden voor watervogels zoals Fuut, ganzen, Slobeend en Kuifeend.

Moerasranden: Moerasvorming aan de randen van de meren voor land-water interactie, paaigebied vis, noordse woelmuis en voor moerasvogels als roerdomp en grote karekiet.

Plas-dras situaties: Plas-dras situaties voor smienten en broedvogels, zoals kemphaan.

Gezien de huidige matige ecologische toestand van het Markermeer is er bij de landelijke toedeling van instandhoudingsdoelen aan gebieden niet voor gekozen om aan het Markermeer met deze kernopgaven samenhangende doelen toe te kennen. Dat kan anders worden, wanneer het ecosysteem robuuster en completer wordt.

Instandhoudingsdoelstellingen

Het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer is aangewezen in het kader van de Vogelrichtlijn. Daarbinnen is een klein deel (Gouwzee en Kustzone Muiden) aangewezen als Habitatrichtlijngebied. Voor het Habitatrichtlijngebied zijn instandhoudingsdoelen benoemd voor het habitatype kranswierwateren en de habitatrichtlijnsoorten rivieronderpad en meervleermuis. De instandhoudingdoelen zijn behoud van oppervlakte en kwaliteit en behoud van populatie (voor beide soorten). De huidige aantallen en trend van de rivieronderpad en meervleermuis zijn onbekend. De trend voor het habitatype is positief.

De instandhoudingsdoelstellingen voor de broedvogels en niet-broedvogels van het Vogelrichtlijngebied Markermeer & IJmeer staan in 6.3.4 benoemd. In deze tabel staat ook aangegeven in hoeverre het instandhoudingsdoel behaald wordt in de afgelopen jaren (doelbereik) en wat de trend is. Dit is op gebiedsniveau weergegeven. Voor het gebied waarop het bestemmingsplan Marker Wadden van toepassing is, is aangegeven welk percentage van het aantal vogels van het Markermeer & IJmeer daar voorkomt. Voor het bestemmingsplangebied is eveneens aangegeven wat de relatieve verdeling is van de aantallen vogels per soort over de maanden van het jaar.

In de tabel zijn de vogelsoorten op basis van hun voedselbron geclusterd naar 4 groepen: planteneters, benthoseters, viseters en filteraars. Niet alle benthoseters zijn gebonden aan 1 voedselbron zoals de topper die in het Markermeer alleen op driehoeksmosselen foerageert. De tafeleend, kuifeend, brilduiker en meerkoet foerageren in het Markermeer daarnaast ook op plantaardig voedsel of andere waterfauna zoals vlokreeftjes, zoetwatermollusken, waterinsekten, amfibieënlarven, kikkervisjes en kleine visjes. In het Markermeer vormen driehoeksmosselen echter de belangrijkste voedselbron voor deze soorten.

Tabel 6.3.4 Instandhoudingsdoelstellingen, doelbereik, trend en maandgemiddelden van broed en niet-broedvogels van het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer.

	Instandhoudingsdoelstelling			Doelbereik		Trend			Maandgemiddelde (%) 06/07-10/11											
	Oppervlakte	Kwaliteit	Draagkracht: aantal broedparen of individuen	Gemiddeld aantal broedparen of individuen 06/07-10/11	% van Markermeer & IJmeer dat voorkomt in	Start trend	Trend sinds start	Trend sinds 01/02	Jul	Augustus	September	Oktober	November	December	Januari	Februari	Maart	April	Mei	Juni
Viseters																				
Visduif ¹⁹ (broedvogel)	=	=	650	255	25	1990	++	-	8	55	11	0	0	0	0	0	0	1	11	14
Aalscholver ²⁰ (broedvogel)	=	=	8000	605	100	1980	+	+												
Aalscholver ²⁰ (niet-broedvogel)	=	=	2600	3468	20	1980	+	+	15	25	6	1	2	0	0	0	9	17	10	15
Fuut	=	=	170	151	15	1980	-	-	2	7	15	14	8	6	3	3	19	7	12	3
Zwarte Stern	=	=	?	?	?	2000	--	--												
Owergmeeuw	=	=	?	?	?	?	?	?												
Grote Zaagbek	=	=	40	38	36	1980	--	--	0	0	0	0	0	0	4	15	80	0	0	0
Nonnetje	=	=	80	62	4	1980	-	-	0	0	0	13	1	23	6	19	39	0	0	0
Benthoseters																				
Brilduiker	=	=	170	79	18	1980	--	--	0	0	0	0	4	65	5	12	12	1	0	0
Topperend	=	=	70	52	49	1980	--	-	0	0	0	8	0	2	60	0	27	3	0	0
Kuifeend	=	=	18500	16339	26	1980	-	0	11	32	30	6	4	1	1	2	5	6	0	0
Tafeleend	=	=	3200	5096	1	1980	-	?	11	26	10	21	8	4	15	0	0	2	1	1
Meerkoet	=	=	4500	5373	3	1980	+	+	7	21	32	29	5	3	1	0	0	0	0	1
Planteneters																				
Gauwe Gans	=	=	510	982	9	1994	++	++	15	10	6	1	0	6	3	8	13	6	8	22
Kraakeend	=	=	90	174	48	1995	+	++	6	49	18	4	8	0	1	2	1	1	3	8
Krooneend	=	=	?	1	0	1995	?	?												
Smitent	=	=	15600	7915	1	1980	0	?	0	0	2	4	1	37	26	0	29	0	0	0
Filteraars																				
Lepelaar	=	=	2	6	32	1995	++	++	42	24	15	1	0	0	0	0	1	5	4	9
Slooeend	=	=	20	48	24	1995	++	++	1	63	9	0	0	10	0	0	3	3	4	7

Toelichting instandhoudingsdoelstelling: =betekent behoud. De getallen voor draagkracht betreft het seizoensgemiddelde voor het aantal individuen van niet-broedvogels. Dit is niet geval voor de aalscholver en de visdief:

* Aalscholver: de aalscholver is aangewezen als broedvogel (regionaal doel van 8000 broedparen) en niet-broedvogel (seizoensgemiddelde van 2600 individuen). Het regionaal doel geldt voor de gebieden Markermeer & IJmeer, IJsselmeer, Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen.

** Visdief: de visdief is aangewezen als broedvogel, het doel is 630 broedparen.

Toelichting doelbereik: gegevens voor het hele Markermeer & IJmeer zijn afkomstig van SOVON.nl. Gegevens voor het plangebied zijn geleverd door Rijkswaterstaat. Gegevens voor niet-broedvogels zijn seizoensgemiddelden voor het aantal individuen. Gegevens voor broedvogels (aalscholver en visdief) zijn aantallen broedparen. De aantallen voor de broedvogels gaat om het aantal voor het zomerseizoen van het tweede jaar, voor 06/07 gaat het dus om de aantallen voor 2007. Als het doel bereikt wordt en de trend positief is, is de kleur groen, is dit niet het geval, dan is de kleur oranje.

Toelichting trend: ? = geen aantallen bekend, ?? = geen duidelijke trend, -- = sterke afname, - = matige afname, 0 = stabiel, + = matige toename, ++ = sterke toename.

Toelichting maandgemiddelde: voor het plangebied staat aangegeven hoe de relatieve verdeling van de aantallen vogels over de 12 maanden van het jaar is (=maandgemiddelde/ Σ 12 maandgemiddelden). Groen geeft aan dat geen vogels aanwezig zijn, rood geeft aan dat relatief hoge aantallen vogels aanwezig zijn.

Toelichting ontbrekende getallen dwergmeeuw, zwarte stern krooneend: voor deze soorten zijn aantallen niet of nauwelijks bekend, daarom zijn geen instandhoudingsdoelstellingen benoemd voor de draagkracht

Uit tabel 6.3.4 blijkt dat een aanzienlijk deel van de benthos- en visetende vogels van het Markermeer voorkomt in het bestemmingsplangebied. Van deze vogels zit een deel onder het instandhoudingsdoel én is er sprake van een negatieve trend. Hoofdoorzaak is de afname van het stapelvoedsel in de vorm van driehoeksmosselen en spiering. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het voedselarmer worden van het Markermeer & IJmeer in samenhang met de ophoping van slib. Er is de afgelopen jaren ook een toename van driehoeksmosselen, door de opkomst van de quagga, dit heeft echter nog niet geresulteerd in een toename van benthosetende watervogels.

De vogels maken gebruik van het plangebied als foerageer-, rust-, rui- of broedgebied, ze komen in de grootste aantallen voor langs de randen van het Markermeer, maar komen ook in kleinere aantallen voor op grotere afstand van de randen voor op het open water.

Benthoseters foerageren met name in de zone parallel langs de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Trintelhaven, hier foerageren ze op driehoeksmosselen en andere macrofauna zoals erwtenmosselen. De kuifeend ruit in de maanden juli tot en met september in de gehele zone langs de Houtribdijk, van Enkhuizen tot Lelystad, deze zone is vrij breed: ca. 5 kilometer. De kuifeend maakt hier gebruik van de rust en ruimte die hier aanwezig is door het ontbreken van recreatievaart.

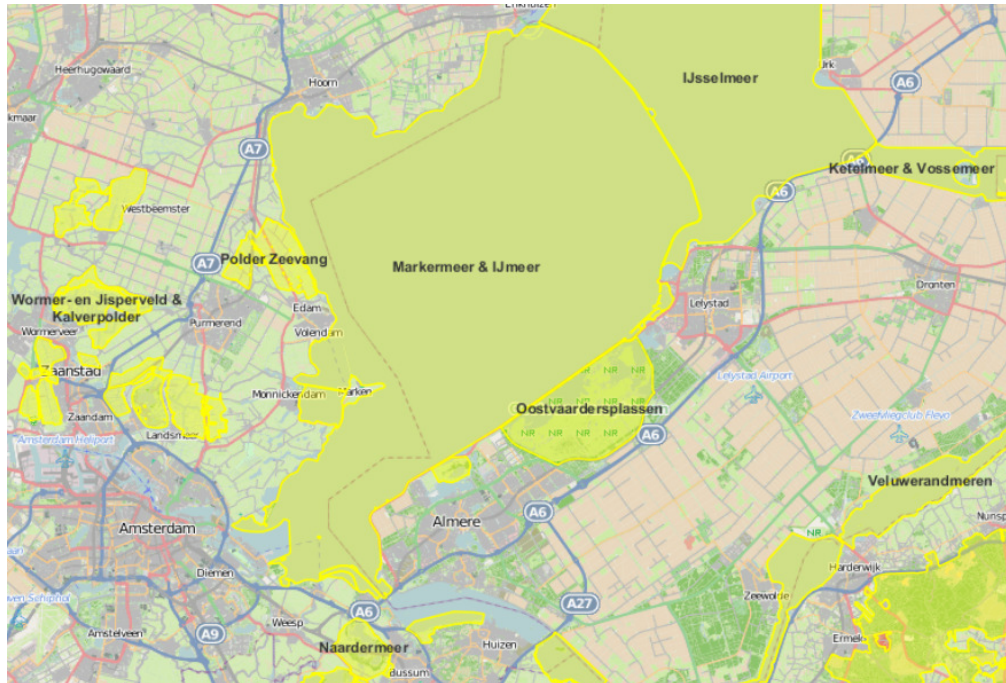
Viseters foerageren in het gehele gebied langs de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad en kennen de grootste aantallen op het Enkhuizerzand en in de knik van de Houtribdijk bij Lelystad. Het stapelvoedsel van de viseters is spiering. Aalscholvers hebben een diverser dieet en foerageren ook op pos en blankvoorn. Futen ruien net als de kuifeend in de periode juli tot en met september in een brede zone langs de gehele Houtribdijk. De visdief, zwarte stern en dwergmeeuw, jagen verspreid over het gehele Markermeer & IJmeer. De aalscholver heeft een grote broedkolonie in Trintelhaven, de visdief broedt onder meer nabij het naviduct van Enkhuizen. In de zomermaanden ligt het jachtgebied van beide soorten in de nabijheid van deze broedlocaties.

Met de grauwe gans, krakeend, slobbeend en lepelaar gaat het goed in het Markermeer & IJmeer, mede door een toename van waterplanten en de aanleg van het natuurcompensatiegebied ten oosten van Enkhuizen. Voor de planteneters krooneend en smient is dit niet het geval, zij zitten onder het instandhoudingsdoel en de trend is onbekend. Voor de smient komt dit doordat de omringende landbouwgronden minder geschikt worden als foerageergebied. Voor de krooneend is de oorzaak onbekend. Beide soorten komen niet of nauwelijks in het bestemmingsplangebied voor.

Natura 2000-gebieden rondom het bestemmingsplangebied

Rondom het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer liggen verschillende Natura 2000-gebieden. De gebieden staan afgebeeld in figuur 6.3.1, het aantal instandhoudingdoelen voor habitattypen en soorten en de afstand tot het bestemmingsplangebied staan opgesomd in tabel 6.3.5.

Figuur 6.3.1 Natura 2000-gebieden rondom het bestemmingsplan Marker Wadden⁹



Tabel 6.3.5 Natura 2000-gebieden rondom het bestemmingsplan Marker Wadden.

Natura 2000-gebied	Aantal doelstellingen voor HR-gebied		Aantal doelstellingen voor VR-gebied		Afstand	Aanwijs besluit
	Ht	Hs	B	Nb		
Markermeer & IJmeer	1	2	2	18	0	D
IJsselmeer	4	4	10	31	1	D
Oostvaardersplassen			14	19	5	D
Polder Zeevang		1		9	15	D
Ketelmeer & Vossemeer			3	18	15	D
Lepelaarsplassen			2	10	20	D
Veluwevanden	2	3	2	16	20	D
Eemmeer & Gooimeer zuidoever			1	12	25	D
Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	3	5	3	3	25	O
Ijperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Tiswe	5	5	7	5	25	O
Eilandspolder	2	3	1	7	25	O
Polder Westzaan	4	4	2		30	O
Naardermeer	6	7	5	2	30	O

Voor de gebieden die als Habitatrictlijngebied (HR-gebied) zijn aangewezen is het aantal habitattypen (Ht) en habitatrictlijnsoorten (Hs) waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen, benoemd. Voor de gebieden die als Vogelrichtlijngebied (VR-gebied) zijn aangewezen is het aantal broedvogels (B) en niet-broedvogels (Nb) waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen, benoemd. Daarnaast is de afstand van het Natura 2000-gebied tot het bestemmingsplangebied in kilometers aangegeven en staat in de kolom aanwijsbesluit aangegeven of het gebied definitief (D) of in ontwerp (O) is aangewezen als Natura 2000-gebied.

⁹ bron: www.synbiosys.alterra.nl

De 13 gebieden uit tabel 6.3.5 behoren alle tot het Natura 2000-landschap meren en moerassen. Dit landschap omvat de categorieën afgesloten zeearmen en randmeren (zoals het IJmeer & Markermeer, het IJsselmeer en de randmeren), zeekleigebieden (zoals de Oostvaarders- en Lepelaarsplassen) en laagveengebieden (zoals de gebieden in Laag Holland en het Naardermeer). De gebieden zijn vanwege de grote oppervlakten open water en moerasachtige habitats van belang voor vele soorten broed- en niet-broedvogels en andere soorten die van dit type landschap afhankelijk zijn. De instandhoudingsdoelstellingen voor de gebieden sluiten daarop aan met habitattypen en soorten als:

- Kranswierwateren, ruigten en zoomen, overgangs- en trilvenen (voor gebieden die als Habitatrichtlijngebied zijn aangewezen);
- Rivierdonderpad, bittervoorn, kleine modderkruiper, meervleermuis, noordse woelmuis, groenknolorchis (voor gebieden die als Habitatrichtlijngebied zijn aangewezen);
- Vele soorten broedvogels van open water en moeras als: aalscholver, roerdomp, lepelaar, bruine kiekendief, kemphaan, visdief, rietzanger, snor, blauwborst (voor gebieden die als Vogelrichtlijngebied zijn aangewezen);
- Vele soorten niet-broedvogels van open water en moeras als: duikeenden (viseters als grote zaagbek en driehoeksmosseleneters als tafeleend), ganzen (bijvoorbeeld brandgans, grauwe gans), steltlopers (bijvoorbeeld kluut, goudplevier, wulp), meeuwen en sterns (bijvoorbeeld dwergmeeuw, zwarte stern), roofvogels (zeearend) (voor gebieden die als Vogelrichtlijngebied zijn aangewezen).

Voor de gebieden Oostvaardersplassen en Lepelaarsplassen geldt, dat er soorten zijn aangewezen die ook gebruik maken van het Markermeer & IJmeer. Voor zover dit vis- en bethosetende soorten betreft, worden de effecten van Marker Wadden in de Passende Beoordeling betrokken. Voor andere soorten is uit de Voortoets naar voren gekomen, dat significante effecten van het plan op voorhand zijn uit te sluiten.

6.3.3.2 Flora- en faunawet

Via de Flora- en faunawet is een aantal soorten beschermd. Deze soorten zijn ingedeeld in 3 tabellen, tabel 1, 2 en 3. Daarnaast is er nog de categorie vogels en soorten die zijn opgenomen in bijlage IV van de Habitatrichtlijn. De soorten die in tabel 1 zijn opgenomen zijn licht beschermd, dit houdt in dat ruimtelijke ontwikkelingen plaats kunnen vinden, zolang deze met het oog op deze soorten zorgvuldig worden uitgevoerd. Soorten die zijn opgenomen in tabel 2, 3, bijlage IV van de Habitatrichtlijn en vogels zijn strenger beschermd. Voor deze soorten moet bekend zijn of deze in het gebied aanwezig (kunnen) zijn. Op basis van die informatie moet worden beoordeeld of er bezwaren aan de uitvoering van Marker Wadden kleven vanuit de Ffwet, waardoor bijvoorbeeld aanvullende maatregelen of een ontheffingsaanvraag nodig zijn. Daarom wordt hieronder een beschrijving gegeven van de strenger beschermde soorten die in het gebied zijn aangetroffen of die er op basis van habitatgeschiktheid voor kunnen komen. Omdat Marker Wadden is gepland in het open water van het Markermeer is de beschrijving van beschermde vissen het uitgebreidst. Op foeragerende vleermuizen en vogels na, komen andere beschermde soorten alleen voor in de oeverzones van het Markermeer.

Flora

In het open water van het Markermeer IJmeer komen geen planten voor die zijn opgenomen in tabel 3 of bijlage VI van de Habitatrichtlijn. Van het beperkte aantal soorten dat op deze lijsten is opgenomen ligt het verspreidingsgebied buiten het Markermeer of de oevers en oeverlanden daarvan. Soorten die zijn opgenomen in tabel 2 kunnen wel voorkomen, echter alleen op de oevers of oeverlanden. Het betreft soorten als de brede orchis, gevlekte orchis, moeraswespenorchis, rietorchis, moeraswespenorchis en waterdrieblad. In dit stadium is echter geen beeld van de actuele verspreiding van deze soorten rondom het Markermeer. Directe effecten op deze soorten als gevolg van het bestemmingsplan zijn uit te sluiten.

Vissen

Vissoorten die via de Flora en faunawet beschermd zijn en die op basis van habitatgeschiktheid voor kunnen komen in het Markermeer en IJmeer zijn:

- Bijlage VI Habitatrichtlijn: houting (de Atlantische steur wordt sinds 1950 als uitgestorven beschouwd).
- Tabel 3: bittervoorn, rivierprik (beekprik, elrits en gestippelde alver komen alleen in beken voor, grote modderkruiper komt niet voor in Markermeer blijkt uit verspreidingskaart van de RAVON)
- Tabel 2: kleine modderkruiper, meerval, rivierdonderpad

Houting

Uit de vismonitoring door Imares (Imares, 2011) blijkt dat er een toename is van de landelijke populatie van de houting. De houting heeft geprofiteerd van uitzettingen in Duitsland en inmiddels lijkt er sprake te zijn van een zichzelf in stand houdende populatie. De houting is een anadrome vis, dit betekent dat geslachtsrijpe houtingen in scholen rivieren optrekken om daar in november-december te paaien op zand of zand/grindbodems. De houting kent echter ook standpopulaties.

Uit onderzoek van Imares uit 2008 blijkt dat de houting zowel in het IJsselmeer als het Markermeer wordt gevangen, waarbij de grootste aantallen in het IJsselmeer bij de Afsluitdijk worden aangetroffen en de laagste aantallen in het Markermeer. Bij een bemonstering in 2006 zijn op verschillende punten op het Enkhuizerzand in totaal 11 houtingen gevangen. Het IJsselmeergebied fungeert als belangrijk opgroeigebied, slechts een deel van de houtingen trekt naar zoutere milieus, een deel realiseert groei tot volwassenheid in zoetwater.

Bittervoorn

De bittervoorn is in zeer lage dichtheden aangetroffen nabij oevers met riet (in 2007, 2008 en 2009, Imares, 2011) in 2007 zijn ook bittervoorns aangetroffen bij oevers met stenen. De bittervoorn komt verder nauwelijks in het Markermeer voor.

Rivierprik

De rivierprik wordt regelmatig in het Markermeer aangetroffen, aantallen zijn stabiel. De rivierprik is voor paai- en opgroei gebied afhankelijk van stromende rivieren, hij paait in de middenlopen van snelstromende rivieren en zijbeken in zand- en grindbeddingen. De larven leven gedurende 3 tot 5 jaar in de slibbodems van rivieren. Gedurende een periode van ongeveer 1,5 jaar leven ze als parasiet op zee. In het profielendocument dat LNV heeft opgesteld over deze soort, wordt aangegeven dat alleen paaigebied van de soort bekend is in de Drentse Aa, Roer en Niers en dat dit vermoedelijk ook aanwezig is in de hoofdstroom van de Waal en Maas. De aanwezigheid van paaigebied in het Markermeer is dus onwaarschijnlijk. Het Markermeer moet worden gekenmerkt als leefgebied voor de soort, maar bepaald niet als optimaal habitat door de afwezigheid van stroming. In zekere zin zitten de rivierprikken in het Markermeer dan ook op een 'dood spoor'

Kleine modderkruiper

De kleine modderkruiper werd bij vismonitoring door Imares (Imares, 2011) alleen in oeverzones van het Markermeer waargenomen. De soort was aanwezig in meerdere oevertypes. De kleine modderkruiper komt verder nauwelijks in het Markermeer voor.

Meerval

Uit verspreidingsgegevens van de RAVON en het meervalmeldpunt blijkt dat de meerval in kleine aantallen wordt gevangen in het Markermeer. Dit betreffen waarnemingen langs oevers. Het zwaartepunt van de verspreiding van de meerval ligt in de grote rivieren en de Haarlemmermeer.

Rivierdonderpad

De rivierdonderpad werd zowel in het open water als in de oeverzones gevangen (Imares, 2011).

Amfibieën

Geen van de beschermde amfibieën maakt gebruik van het open water van het Markermeer als onderdeel van het leefgebied. Dit is wel het geval voor de oeverzones. Rondom het Markermeer komt op verschillende plekken de rugstreeppad voor. Van poelkikker en heikikker zijn waarnemingen bekend nabij IJburg en de Gouwzee. Uit verspreidingskaarten van de RAVON blijkt dat de soorten kamsalamander en vroedmeesterpad alleen op grotere afstand van het Markermeer voorkomen. Deze soorten worden daarom en op basis van habitatgeschiktheid niet verwacht in de oeverzones van het Markermeer.

Reptielen

Het enige reptiel dat voorkomt in de oeverzones van het Markermeer is de ringslang. De soort komt voor in de oeverzones en de binnendijkse zones rondom het IJmeer. Ook zijn er enkele deelpopulaties in Flevoland rondom Lelystad. Andere reptielen, zoals zandhagedissen en gladde slangen zijn niet aanwezig in de oeverzones van het Markermeer.

Zoogdieren

In waterrijke gebieden met een goed ontwikkelde oevervegetatie komen mogelijk de waterspitsmuis en de noordse woelmuis voor. Beide soorten komen zeker voor langs de Noord-Hollandse kust, tussen Durgerdam en Volendam. Dit zijn ook de enige locaties in de omgeving van het Markermeer waar de Noordse woelmuis voorkomt (profielendocument LNV). Op de harde dijktrajecten komen beide soorten niet voor, mogelijk komt de waterspitsmuis ook op andere geschikte locaties rondom het Markermeer voor. Soorten als otter en bever komen niet in het Markermeer voor. Tot slot is het Markermeer foerageergebied voor vele soorten vleermuizen. Het gebied is van groot belang voor de meervleermuis (zie ook hoofdstuk Natura 2000), maar wordt daarnaast ook gebruikt door de watervleermuis, gewone- en ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en laatvlieger.

Vogels

Het gebied is voornamelijk van belang als foerageergebied voor vele soorten watervogels zowel ter overwintering als tijdens de broedperiode. De randen van het Markermeer zijn als broedgebied van belang voor een scala aan vogels die gebonden zijn aan water, moeras en riet. Ook is er broedgebied voor kale grondbroeders zoals het visdiefje. Uitgebreidere informatie over vogels is te vinden bij het onderdeel Natura 2000.

Overige beschermde soorten

Uit het profielendocument van LNV over de platte schijfhoorn blijkt dat de soort voorkomt langs de randen van het IJmeer. De soort heeft stilstaande wateren met goed ontwikkelde watervegetatie nodig. Dit is aanwezig in de Gouwzee en de Kustzone Muiden. De brede geelrandwaterroofoever komt niet voor in het Markermeer. De Gestreepte waterroofoever wordt in ons land nog het meest aangetroffen in sloten, kanalen, petgaten en plassen in het laagveengebied, met uitzondering van Noord-Holland ten noorden van het Noordzeekanaal (profielendocument LNV).

Geen van de libellen of vlinders die beschermd zijn via de Flora- en faunawet komt voor in het Markermeer of de oevers daarvan.

6.3.3.3 Ecologische Hoofdstructuur

Het volledige Markermeer en IJmeer is onderdeel van de EHS. De te beschermen natuurwaarden van EHS –gebieden worden de wezenlijke kenmerken en waarden genoemd. De wezenlijke kenmerken en waarden van het Markermeer staan niet beschreven. Wel staan in de natuurbeheerplannen van de provincies Noord-Holland en Flevoland aangegeven wat voor beheertypen tot ontwikkeling kan worden gebracht in het Markermeer. Voor zover aspecten van deze beheertypen (in potentie) in het Markermeer aanwezig zijn, worden deze beschouwd als de wezenlijke kenmerken en waarden van het Markermeer. Hoewel het Markermeer een aaneengesloten geheel is, kent Noord-Holland aan het Markermeer het beheertype N04.04 Afgesloten Zeearm toe en Flevoland het beheertype N04.02 Zoete plas. Puntsgewijs zijn de volgende aspecten van beide beheertypen van toepassing op het Markermeer:

- Het is een afgesloten getijdegebied, zonder geomorfologische processen. Restanten van deze processen (geulen in de meerbodem) zijn er nog wel;
- De randen zijn begroeid met riet en biezen, in ondiepe delen groeien waterplanten, in diepere delen komen schelpenbanken voor die het water filteren;
- Het meer is van betekenis voor de meervleermuis, oevers zijn van belang voor de noordse woelmuis, de meren zijn, ook internationaal, zeer belangrijk als rust en foerageergebied van watervogels en de rivierdonderpad, zeeprík en rivierprík en gestreepte waterroofoever (hoewel de soort nu niet voorkomt, behoort hij wel tot het beheertype zoete plas);

- De ondergedoken watervegetaties kunnen in mozaïek voorkomen met kranswierwater. Dit is bijvoorbeeld in sommige delen van de randmeren het geval. In de luwte achter de drijvende waterplanten komen, in ondiep water, andere waterplanten zoals krabbenscheer en groot blaasjeskruid voor. De oevers bestaan uit drijftillen met grote zeggen of riet- en biezenkragen.
- Zoete plas is nationaal van grote betekenis als leefgebied voor otter, vissen zoals paling, kwabaal en snoek, libellen en kokerjuffers, zoals groene glazenmaker, plasrombout, en waterplanten zoals langstengelig fonteinkruid en watergentiaan.
- De helderheid van het water komt in het gedrang door overmaat door opwerveling van slib, dit kan voorkomen worden door minder scheepvaart toe te staan of door het slib in diepe putten op te vangen.
- Er zijn problemen door de vast ingestelde waterpeilen, het gebrek aan mogelijkheden voor vissen om te trekken en een tekort aan geleidelijke overgangen en ondiepe paaiplaatsen voor vissen en amfibieën.

6.3.4 Effectbeschrijving

6.3.4.1 Aanlegfase

Natuurbeschermingswet

Resultaten voortoets

Uit de voortoets van het bestemmingsplan Marker Wadden blijkt dat significante effecten niet op voorhand zijn uit te sluiten voor:

- het gebied Markermeer & IJmeer voor de broedvogels aalscholver en visdief en de niet-broedvogels tafeleend, kuifeend, toppereend, brilduiker, meerkoet, fuut, aalscholver, nonnetje, grote zaagbek, dwergmeeuw en zwarte stern (foerageren en/of rusten in het Markermeer & IJmeer) en het habitatype kranswierwateren
- de gebieden Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen voor de broedvogel aalscholver (foerageert in Markermeer & IJmeer, heeft regiodoel voor IJsselmeergebied) en niet-broedvogels tafeleend, kuifeend, nonnetje (foerageren in Markermeer & IJmeer);
- het gebied IJsselmeer voor de habitattypen kranswierwateren, ruigten en zoomen (type moerasspirea en type harig wilgeroosje), overgangs- en trilvenen (type trilvenen) en de habitatrichtlijnsoort de groenknolorchis.

Hierbij gaat het om effecten ten gevolge van oppervlakteverlies, verstoring, vertroebeling en stikstofdepositie. Andere effecten zoals die van verontreiniging of hydrologische effecten, treden niet op.

Uit de voortoets is gebleken dat significante effecten op voorhand zijn uit te sluiten voor:

- Het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer voor de habitatrichtlijnsoorten rivierdonderpad en meervleermuis en de niet-broedvogelsoorten grauwe gans, brandgans, smient, krakeend en krooneend;
- Het Natura 2000-gebied IJsselmeer voor de aangewezen broed- en niet-broedvogels, de meervleermuis, rivierdonderpad en noordse woelmuis;
- Het Natura 2000-gebied Oostvaardersplassen voor de broedvogels dodaars, roerdomp, woudaapje, porseleinhoen, blauwborst, snor, rietzanger, grote karekiet, kleine zilverreiger, grote zilverreiger, lepelaar, bruine kiekendief, blauwe kiekendief en de niet-broedvogels grote zilverreiger, lepelaar, wilde zwaan, kolkans, grauwe gans, brandgans, bergeend, slobbeend, zeearend, kluut, kemphaan, grutto, smient, krakeend, wintertaling en pijlstaart;
- Het Natura 2000-gebied Lepelaarplassen voor de broedvogel lepelaar en de niet-broedvogels slobbeend, grauwe gans, kluut, grutto, smient, krakeend en lepelaar;
- De Natura 2000-gebieden Polder Zeevang, Ketelmeer & Vossemeer, Veluwerandmeren, Eemmeer & Gooimeer zijdoever, Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder, Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske, Eilandspolder, Polder Westzaan en Naardermeer.

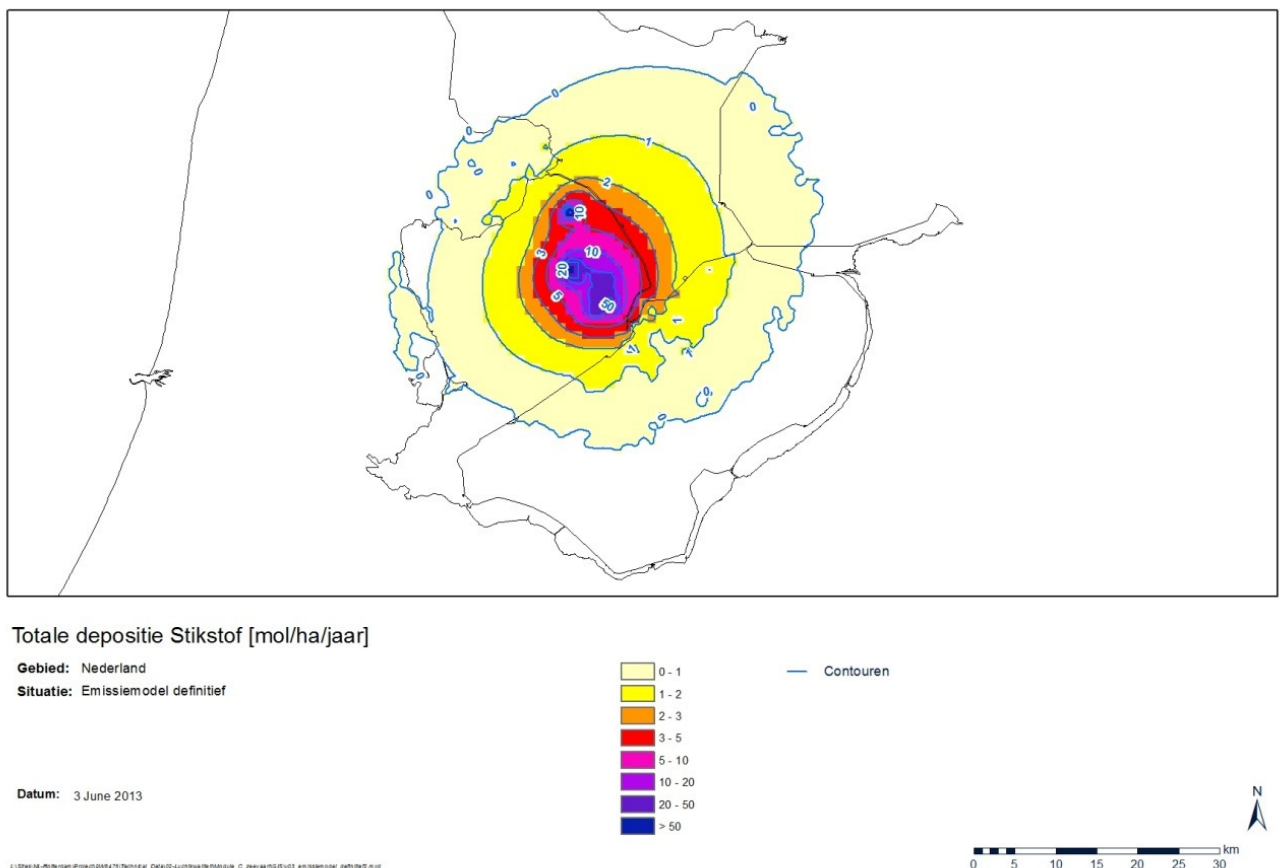
Effecten op deze gebieden/ doelen treden niet op, omdat negatieve en mogelijk significante effecten van Marker Wadden zich voornamelijk manifesteren tijdens de aanlegfase, binnen de grenzen van het bestemmingsplangebied en/of binnen de grenzen van het Markermeer & IJmeer. Effecten in de gebruiksfase treden in deze gebieden niet op.

Resultaten passende beoordeling

Uit de Passende Beoordeling van het Bestemmingsplan Marker Wadden blijkt, dat er tijdens de aanlegfase effecten optreden door vertroebeling en verstoring (geluid, licht, beweging, golfslag). De effecten beschrijven we hieronder ten aanzien van benthosetters en viseters zoals aangewezen voor het Markermeer & IJmeer (voor de soorten aalscholver, visdief, tafeleend, kuifeend, toppereend, brilduiker, meerkooi, fuut, aalscholver, nonnetje, grote zaagbek, dwergmeeuw en zwarte stern), de Oostvaardersplassen en de Leperlaarplassen (voor de soorten aalscholver, tafeleend, kuifeend, nonnetje).

Uit de Passende Beoordeling blijkt dat effecten van stikstofdepositie niet reiken tot aan de habitatrictlijn gebieden Gouwzee & Kustzone Muiden (onderdeel van Markermeer & IJmeer) en Friese Westkust (onderdeel van IJsselmeer), waardoor effecten van stikstofdepositie niet optreden.

Figuur 6.3.2 stikstofdepositie ten gevolge van uitvoeringsvariant 'snel en compact' (worst-case benadering)



Effectgebied

Ten gevolge van de aanleg van Marker Wadden zijn effecten merkbaar in een gebied van ongeveer 2600 hectare. Dit areaal is de som van het areaal van gebieden waar effecten optreden en ligt in zijn geheel binnen het Markermeer. Het gebied dat verstoord wordt is bepaald op basis van het gebied waar geluidseffecten optreden, dit gebied is maximaal 2500 hectare groot. Daarbovenop komt het gebied waar vertroebeling optreedt (deels overlappend met het gebied waar zich effecten door geluid voordoen), dit gebied is maximaal 95 hectare groot. Binnen dit beïnvloedingsgebied vindt ook het ruimtebeslag plaats van ca. 1815ha ten gevolge van het voornemen dat met het bestemmingsplan wordt mogelijk gemaakt. Daarnaast treedt ook verstoring op ten gevolge van recreatie. Dit treedt op in het gehele bestemmingsplangebied gedurende het zomerhalfjaar.

De aanleggeffekten van Marker Wadden doen zich in beginsel voor over de gehele bestemmingsplanperiode. Het boven beschreven beïnvloedingsgebied wordt echter alleen gedurende piekperiodes in de werkzaamheden in zijn geheel beïnvloed. Doordat de werkzaamheden gefaseerd plaatsvindt, komt naar verwachting gedurende de bestemmingsplanperiode drie maal een piek voor. De piek periode zal 1 a 2 jaar duren. In de overige jaren is het beïnvloedingsgebied aanzienlijk kleiner (namelijk grootte-orde 400-500 ha). Ter vergelijking: het totale Markermeer beslaat een oppervlakte van ongeveer 70.000 ha. Het gebied waar effecten optreden kan tijdelijk in kwaliteit afnemen voor benthos- en visetende vogels. Er is geen sprake van totale vernietiging van de voedselbronnen binnen het gebied. Een deel ervan zal dus zeker nog benutbaar zijn als onderdeel van het leefgebied van deze vogels.

Effecten benthoseters

De benthoseters komen in een beperkt deel van het gebied waar effecten optreden voor. Dit betreft:

- Het Enkhuizerzand, daar waar het schelpenrif wordt aangelegd, maximaal areaal waar effecten optreden is 200 hectare (verstoring door geluid, beweging, verlichting, golfslag);
- De gehele zone langs de Houtribdijk tijdens de ruiperiode (geldt alleen voor kuifeend), ten gevolge van recreatie tijdens de aanlegfase.

Benthosetende vogels zijn vermoedelijk niet of nauwelijks gevoelig voor effecten tengevolge van vertroebeling omdat ze op de tast foerageren. Tijdens de aanlegfase kan 200 hectare van het Enkhuizerzand (deels) ongeschikt worden voor benthosetende vogels. Tijdens de aanlegfase kan het ruigebied in de brede zone langs de Houtribdijk tijdelijk ongeschikt worden als ruigebied voor de kuifeend als gevolg van verstoring door recreatie.

Viseters

De viseters komen in een het gehele gebied waar effecten optreden voor, het zij met de hoogste aantallen dichtbij de randen van het Markermeer en ter hoogte van het Enkhuizerzand en de knik in de Houtribdijk nabij Lelystad. Tot aan de locaties met de hoogste aantallen, reiken geen versturende effecten van de aanleg. De fuut komt tijdens de ruiperiode (juli tot en met september) voor in de gehele zone langs de Houtribdijk, hier treden effecten op ten gevolge van toenemende recreatie tijdens de aanlegfase.

De grotere concentraties visetende vogels bevinden zich direct langs de randen van het Markermeer. De effecten van de aanleg reiken niet tot deze locaties, zodat deze visetende vogels niet worden verstoord door geluid of gehinderd door vertroebeld water. De visetende vogels op grotere afstand van de dijk kunnen wel effecten ondervinden van de aanleg, maar dan gaat het verhoudingsgewijs om kleinere aantallen. Hoe verder van de dijk, hoe lager immers de dichtheden visetende vogels. De versturende effecten van de aanleg (te weten verstoring door geluid, beweging, verlichting, golfslag en vertroebeling) reiken tot op ruim 3 kilometer afstand van de randen van het Markermeer (zoals Houtribdijk). In totaal wordt tijdens de aanlegfase een gebied van ongeveer 2600 hectare minder geschikt voor visetende vogels. Dit omvat (in tegenstelling tot de benthosetende vogels) ook het gebied waar vertroebeling optreedt, omdat visetende vogels op zicht jagen en daarom door vertroebeling worden bemoeilijkt.

Voor alle benthos- en visetende vogels is er sprake van een tijdelijk negatief effect. Mede omdat een deel van de soorten momenteel onder het instandhoudingsdoel zit én de trend negatief is, is het effect als negatief gescoord (-). Voor het Markermeer & IJmeer treedt dit effect op voor de volgende soorten: aalscholver, visdief, tafeleend, kuifeend, toppereend, brilduiker, meerkoet, fuut, aalscholver, nonnetje, grote zaagbek, dwergmeeuw en zwarte stern.

Een aantal van deze benthos- en visetende vogels (te weten aalscholver, tafeleend, kuifeend, nonnetje) heeft, behalve een instandhoudingsdoel voor Markermeer & IJmeer ook een instandhoudingsdoel voor de Natura 2000-gebieden Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. Voor deze gebieden scoort het effect ook als negatief (-).

Flora- en faunawet

In het open water op de locatie waar Marker Wadden wordt aangelegd komen enkele beschermde vissoorten voor, te weten de houting en de rivierdonderpad. Boven het water komen foeragerende en rustende vogels voor en foeragerende vleermuizen. Andere beschermde soorten komen binnen de grenzen van het plangebied niet voor. De aanleggeffekten op deze soorten zijn beperkt doordat soorten bij de aanleg zullen vluchten en de omgeving waar gewerkt wordt zullen mijden. Er is zowel onder als boven water voldoende geschikte ruimte om naar uit te wijken en om het tijdelijke verlies aan leefgebied tijdens de aanlegfase op te vangen. Deze tijdelijke effecten doen dan ook zeker geen afbreuk aan de gunstige staat van instandhouding van deze beschermde soorten. Daarom leidt de aanlegfase niet tot een wezenlijke verandering van de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten. Gedurende de aanlegfase ontstaat daarnaast terrein dat geschikt is voor beschermde pioniersoorten als de rugstreeppad en de visdief.

Alles overziend leidt de aanlegfase van het bestemmingsplan niet tot strijdigheid met het beschermingsregime van de Flora- en faunawet (0).

Ecologische Hoofdstructuur

Marker Wadden is van invloed op een aantal aspecten die onderdeel uitmaken van de wezenlijke kenmerken en waarden van het Markermeer, te weten:

- de huidige geomorfologie, met name op het Enkhuizerzand;
- schelpenbanken op het Enkhuizerzand;
- in het plangebied aanwezige fauna (meervleermuis, watervogels, rivierdonderpad, rivierprik)

Geomorfologie

Op het Enkhuizerzand worden schelpenbanken aangelegd. Het Enkhuizerzand is een relatief ondiepe zandplaat bestaande uit geulen en slenken die zijn in gesleten door de zee, voor de afsluiting van het IJsselmeer. Het aanleggen van de schelpenriffen kan deze bestaande geomorfologie lokaal aantasten, ofschoon bij de inrichting met deze oude structuren zoveel mogelijk rekening zal worden gehouden.

Schelpenbanken

Op het Enkhuizerzand zijn momenteel schelpenbanken aanwezig, zij het in matige staat door de sterke golfwerking. Door de aanleg van de schelpenriffen worden deze schelpenbanken lokaal aangetast. De schelpenriffen beogen het omgevingscondities van bestaande schelpenbanken te verbeteren en zullen bovendien op termijn leiden tot een groter areaal schelpenbanken (zie gebruikseffekten).

Fauna

De aanleggeffekten op meervleermuis, rivierdonderpad en rivierprik zijn zoals gezegd beperkt doordat ze bij de aanleg zullen vluchten en de omgeving waar gewerkt wordt zullen mijden. Er is zowel onder als boven water voldoende ruimte om het tijdelijke verlies aan leefgebied tijdens de aanlegfase op te vangen. Voor watervogels zijn de tijdelijke effecten negatief omdat het Markermeer in de huidige situatie met name voor benthos- en visetende vogels al onvoldoende voedsel, rust en ruimte biedt. Tijdens de aanlegfase wordt dit effect versterkt door verstoring en vertroebeling. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat deze effecten voornamelijk optreden in dat deel van het Markermeer waar momenteel relatief lage aantallen watervogels voorkomen, doordat Marker Wadden gepland is op relatief grote afstand van de rustgebieden langs de kustzones van het Markermeer. Daarnaast is in het plangebied voor een groot deel van de watervogels in de huidige situatie geen of weinig voedsel aanwezig in de vorm van waterplanten en benthos (driehoeksmosselen). Het gebied kent wel hoge dichtheden spiering, waardoor het plangebied voornamelijk voor visetende watervogels belangrijk is. Het effect op visetende vogels is daarom het grootst. Tot slot is de zone langs de Houtribdijk van belang voor ruiende futen en kuifeenden. Ook deze soorten kunnen tijdens de aanleg verstoord worden.

De effecten op geomorfologie zijn permanent, maar beperkt. Er zijn effecten op schelpenbanken en fauna, deze zijn licht negatief en tijdelijk. Alles overziend is er een beperkt negatief (- / 0) effect van de aanlegfase op de wezenlijke kenmerken en waarden van de Ecologische Hoofdstructuur.

6.3.4.2 Gebruiksfase

Natuurbeschermingswet

Resultaten Passende Beoordeling

In tabel 6.3.6 staan de systeemeffecten samengevat voor de situatie dat er 1500 hectare wordt gerealiseerd (de maximale mogelijkheden van het plan). Het bestemmingsplan Marker Wadden heeft, voor wat de ecosysteemeffecten betreft, een positieve invloed op benthos- en visetende vogels. Dit positieve effect kan beter worden geduid, als een nadere uitwerking van het ontwerp van Marker Wadden gereed is. Bij het ontwerp is van belang dat zoveel mogelijk wordt gestuurd op de benoemde positieve ecosysteemeffecten, waarbij ook bestaande natuurwaarden in acht worden genomen. De aanleg van het schelpenrif moet bijvoorbeeld aansluiten op de aardkundige waarden van het Enkhuizerzand (oude geulen en ruggen) en moet zodanig vorm gegeven worden, dat slibaccumulatie ter plaatse wordt voorkomen.

Tabel 6.3.6 Systeemeffecten Marker Wadden op benthoseters en viseters.

	Effect op voedselsituatie	Effect op broed-, rust- en ruigebied	Totaal systeemeffecten
Benthoseters	+ • toename van 2980 tot 6130 hectare aan nieuw areaal met driehoeksmosselen; • verbeterde filteromstandigheden; • meer biomassa door hogere fosfaatbeschikbaarheid; • toename van het areaal waterplanten van 3.880-7.060 hectare met alternatief voedsel;	+ • toename luwte - • toename recreatie	+
Viseters	+ • Toename spieringstand door het verbeteren van de omstandigheden voor de spiering; • toename van het areaal waterplanten van 3.880-7.060 hectare met alternatief voedsel;	+ • Toename luwte • Toename broedgebied visdief - • toename recreatie	+
Plantenetters en filteraars	+ • toename van 2980 tot 6130 hectare aan nieuw areaal met driehoeksmosselen; • verbeterde filteromstandigheden; • meer biomassa door hogere fosfaatbeschikbaarheid; • toename van het areaal waterplanten van 3.880-7.060 hectare met alternatief voedsel;	+ • toename luwte 0 • toename recreatie (niet in gebied waar beide soorten in hoge aantallen voorkomen)	+

Door een toename van waterplantenvelden en ondiepe zones, is er ook een positief effect op plantenetende en filterende vogels. Dit geldt ook voor de aangewezen vogels die een instandhoudingsdoel kennen voor de gebieden Oostvaarderplassen en Lepelaarplassen en die foerageren of rusten in het Markermeer & IJmeer.

Tijdens de gebruiksfase kan recreatiebezoek aan Marker Wadden (die met name optreedt tijdens de zomermaanden) tot verstoring van natuurwaarden leiden. Aard en omvang van deze effecten hangen sterk af van de toekomstige inrichting en zonering. Op een groot deel van de soorten zal dit niet leiden tot negatieve effecten, omdat deze ruimschoots teniet worden gedaan door de eerder beschreven positieve systeemeffecten of omdat het effectgebied niet of nauwelijks overlapt met het verspreidingsgebied (bijvoorbeeld voor de planteneters en filteraars). Voor ruiende kuifeenden en futen kan de recreatiedruk

wel tot effecten leiden, omdat de toename van recreatie zich ook kan voordoen in het belangrijkste ruigebied van beide soorten in het Markermeer & IJmeer. In het Markermeer & IJmeer kan er daardoor sprake zijn van een afname van rust in de ruiperiode. In het open water binnen het natuureiland zal nieuw geschikt ruigebied ontstaan, maar dit oppervlak is geringer dan het huidige ruigebied. Deze nieuwe ruigebieden zullen wel een betere voedselbeschikbaarheid kennen dan de bestaande. Per saldo kan er dus sprake zijn van een afname van het oppervlak geschikt ruigebied voor kuifeend en fuut, maar waarschijnlijk is de kwaliteit van de ruigebieden in de nieuwe situatie beter dan in de huidige situatie.

Of en in hoeverre er effecten optreden ten gevolge van recreatie is nog onzeker. Daarom is het in dit stadium niet zinvol om nu beperkingen ten aanzien van het gebruik op te nemen in het bestemmingsplan. Tijdens de bestemmingsplanperiode zal, gelet op de onzekerheden, wel nauwlettend in de gaten moeten worden gehouden in welke mate recreatie zich ontwikkelt en in hoeverre zich dit terugvertaalt in aantallen en het gedrag van futen en kuifeenden. Daarom is monitoring van de effecten noodzakelijk. Mocht blijken dat de geschiktheid als ruigebied daadwerkelijk afneemt, dan moeten deze effecten in eerste instantie worden voorkomen door het treffen van inrichtingsmaatregelen waarbij rustige ruiplekken ontstaan. Mocht uit monitoring blijken dat dit onvoldoende effectief is, dan komen als allerlaatste maatregelen in beeld om (delen van) het ruigebied van beide soorten gedurende de ruiperiode te vrijwaren van verstoring door recreatie. Dit kan door beperking van de toegang via artikel 20 van de Natuurbeschermingswet 1998. Bevoegd gezag daarvoor is het Rijk. Om te borgen dat toegangsbeperking via artikel 20 van de Nbwet indien nodig wordt toegepast, kan de gemeente Lelystad hierover procesafspraken maken met het Rijk (de minister van EZ in overeenstemming met minister van IenM).

Het effect op Natura 2000 wordt voor 500 ha als beperkt positief (0 / +) en voor 1500 ha als positief (+) beoordeeld.

Flora- en faunawet

In de gebruiksfase neemt de variatie in leefgebied toe. Waar nu nog alleen open water is met zand- of slibbodem zal straks door de ontwikkeling van Marker Wadden sprake zijn van ondieper water, oeverzones, slik en moeras. Deze toegenomen ruimtelijke variatie biedt nieuw leefgebied voor verschillende beschermde soorten zoals vissen (kleine modderkruiper, bittervoorn, meerval, rivierdonderpad, houting), amfibieën (rugstreeppad, poelkikker), reptielen (ringslang), vele soorten (moeras)broedvogels (roerdomp, visdief, zwarte sterns, kleine karekiet, lepelaars, etc), overwinterende vogels (visetende en benthosetende watervogels), zoogdieren (waterspitsmuis, bever, foerageergebied van vleermuizen). Dit effect is nog positiever als niet 500 maar 1500 hectare wordt ontwikkeld.

Het effect op de gunstige staat van in standhouding van flora- en faunawetsoorten is daarom voor 500 en 1500 hectare respectievelijk beperkt positief (0 / +) en positief (+).

Ecologische Hoofdstructuur

In de gebruiksfase neemt de variatie in leefgebied toe. Waar nu nog alleen open water is met zand- of slibbodem zal straks door de ontwikkeling van Marker Wadden sprake zijn van ondieper water, oeverzones, slik en moeras. Verschillende van deze componenten komen in de huidige situatie niet in beperkte mate in het Markermeer voor. Bovendien neemt het bodemoppervlak waar slib aanwezig is af en neemt ook de hoeveelheid in het water opgelost slib af. Deze ontwikkelingen sluiten aan bij de doelstellingen die met TBES zijn geformuleerd en die eveneens van toepassing zijn op de EHS.

Door Marker Wadden ontstaat nieuw habitat voor onderwatervegetaties, verlandingsvegetaties en moeras. Hierdoor is er een toename te verwachten van een aantal benthische en pelagische voedselcomponenten die een essentiële rol vervullen in het voedselweb. Er zal een toename zijn van bijvoorbeeld driehoeksmosselen en vis, waardoor er een positief effect is op watervogels. Maar er zijn ook effecten op terrestrische natuur. Door de toename van land-water overgangen en het ontstaan van moeras is er een toename van insecten als voedselbron voor vissen, amfibieën, rietvogels en vleermuizen. Bovendien biedt het bovenwaterlandschap luwte, rust- en broedgebied.

Marker Wadden is positief voor soorten die benoemd zijn voor de beheertypen zoete plas en afgesloten zeearm. Het Markermeer zal na realisatie van het bestemmingsplan beter leefgebied vormen voor de meervleermuis, watervogels, de rivierdonderpad, zeeprik, rivierprik, paling, kwabaal, snoek, libellen en gestreepte waterroofkever. Ook zal er een toename zijn van ondergedoken watervegetaties en oevers met drijftillen met grote zeggen of riet- en biezenkragen. Door ondieptes en geleidelijke overgangen ontstaan er paaiplassen voor vissen en amfibieën.

De boven beschreven verbetering treedt ten eerste op daar waar fysieke ingrepen plaatsvinden zoals op de locatie van het natuureiland en op de locatie van de schelpenriffen. De verbetering treedt eveneens op daar waar de met slib bedekte bodem afneemt. Hierdoor zal eveneens minder slib in oplossing komen waardoor het water over een groter oppervlak helderder wordt, waarvan de natuur weer kan profiteren.

Zowel bij 500 als bij 1500 hectare Marker Wadden doen zich positieve effecten voor op een groter oppervlak dan het plangebied zelf. In het geval van 500 hectare is dit plangebiedoverstijgende effect kleiner in omvang dan in het geval van 1500 hectare. In het geval van 1500 hectare is het waarschijnlijker dat Marker Wadden leidt tot een structurele ecologische verbetering van de noordelijke helft van het Markermeer.

Marker Wadden biedt ook mogelijkheden voor recreatie. Ten gevolge van recreatie kan er verstoring optreden van vogels. Deze verstoring kan optreden op het natuureiland en op het open water rondom het natuureiland. Aard en omvang van deze effecten hangen sterk af van de toekomstige inrichting en zonering. Op het natuureiland zijn aanlegplekken en recreatieve voorzieningen voorzien aan de zuidwest zijde. Aan deze kant zal de recreatieve druk daarom het grootst zijn. Aan de andere kant van het natuureiland zal de recreatieve druk vanwege de afstand het laagste zijn. Bovendien zal recreatie grotendeels alleen plaatsvinden op de randen, omdat de kern van de atollen niet te betreden zijn vanwege de geringe draagkracht van het slib. Zodoende ontstaat er op het eiland een natuurlijke zonering in recreatieve druk, waardoor ruim voldoende rustige plaatsen overblijven voor water- en rietvogels.

Naast recreatie op het natuureiland vindt ook waterrecreatie rondom het natuureiland plaats. Zonder Marker Wadden zou deze hoek van het Markermeer rustig blijven. Deze toename van recreatie kan leiden tot het verstoren van vogels. Vooral voor ruiende futen en kuifeenden kan dit een probleem zijn omdat deze soorten zich in de nabijheid van het natuureiland bevinden (brede zone langs heel de Houtribdijk).

Daarnaast zijn ruiende vogels extra gevoelig voor verstoring, omdat ze vanwege de rui niet kunnen vliegen. Ook hiervoor geldt dat door de aanleg van de recreatieve voorzieningen aan de zuidwestzijde van het natuureiland, de vaarbewegingen van de noordzijde van het natuureiland en de Houtribdijk zullen worden afgeleid. Bovendien zal in de zone langs de Houtribdijk ter hoogte van het Enkhuizerzand net als in de huidige situatie niet of nauwelijks gevaren kunnen worden vanwege de beperkte diepgang. Er is dus ook op het water sprake van een min of meer natuurlijke zonering van recreatie. Ook ontstaan nieuwe locaties die geschikt zijn als ruigebied, zoals het open water en de luwtes in het natuureiland. Per saldo is er een afname van rust en ruimte in het huidige ruigebied. Maar door de natuurlijke zonering van de recreatie en de toename van geschikte voedselbronnen zal dit negatieve effect voor de ruiende vogels beperkt zijn en wellicht zelfs positief kunnen uitpakken. Recreatie past bovendien binnen de doelstelling van de EHS om natuur en recreatief medegebruik hand in hand te laten gaan.

Het effect op de wezenlijke kenmerken en waarden is daarom voor 500 en 1500 hectare respectievelijk beperkt positief (0 / +) en positief (+).

6.3.5 Effectbeoordeling, conclusie en haalbaarheid

Uit de effectbeoordeling blijkt dat aanlegeffecten beperkt negatief (- / 0) scoren voor het Natura 2000-gebied en EHS-gebied Markermeer & IJmeer. Omdat er niet of nauwelijks via de Flora- en faunawet beschermde soorten voorkomen binnen de grenzen van het bestemmingsplangebied, scoort deze neutraal (0). Als Marker Wadden is gerealiseerd ontstaat er ruimte voor de ontwikkeling van natuurwaarde die zodanig is dat dit positieve effecten heeft voor Natura 2000 instandhoudingsdoelen, de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten en de wezenlijke kenmerken en waarden van de EHS. Dit effect is sterker positief in het geval er 1500 ha wordt ontwikkeld. Voor de effecten op de EHS en Natura 2000 geldt dat de permanente effecten van 500 of 1500 hectare van dien aard zijn dat deze de tijdelijke negatieve effecten te niet doen. Voor de Flora- en faunawet ontstaat leefgebied voor beschermde soorten op een plek waar dit in de huidige situatie nagenoeg afwezig is. Per saldo is er dus natuurwinst in termen van instandhoudingsdoelen, wezenlijke kenmerken en waarden en de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten.

Voor de fuut en de kuifeend (instandhoudingsdoelstellingen N2000) geldt dat de functionaliteit van het ruigebied mogelijk significant wordt aangetast door de toename van recreatief medegebruik. Tijdens de aanlegfase, moet dit effect worden voorkomen door recreatie te zoneren. Tijdens de gebruiksfase (i.e. na de realisatie van Marker Wadden) moet de vinger aan de pols worden gehouden. Dit houdt in dat zal worden gemonitord of er effecten optreden op ruiende vogels ten gevolge van recreatie en dat eventueel mitigerende maatregelen worden getroffen.

Op basis van deze effectbeoordeling en met inbegrip van het treffen van mitigerende maatregelen in het kader van Natura 2000 (zonering recreatie), staan de Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en het EHS-beleid de vaststelling van het bestemmingsplan Marker Wadden niet in de weg.

Tabel 6.3.7 Samenvattende tabel toetscriteria Natuur

Toetscriterium Natuur	Aanleg	500ha	1500ha
Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000	- / 0	0 / +	+
Gunstige staat van instandhouding beschermde soorten	0	0 / +	+
Wezenlijke kenmerken en waarden EHS	- / 0	0 / +	+

6.4 Visserij

In deze paragraaf zijn de effecten van Marker Wadden op het visserijareaal onderzocht, waarbij de indeling is gemaakt naar gemene weide visserij en fuikvisserij. Bij het thema natuur is ingegaan op de visstand in relatie tot de doelstellingen vanuit de Kaderrichtlijn Water en de aanwijzing van het Markermeer als Natura 2000-gebied. Bijbehorend beleid wordt hier dan ook niet herhaald.

6.4.1 Wet- en regelgeving en beleid

Voor het visstandbeheer en de visserij zijn een aantal beleidsstukken, richtlijnen en plannen van belang, deze worden hieronder kort opgesomd. De rijksoverheid is verantwoordelijk voor een duurzame visserij op het Markermeer: het ministerie van EZ als verlener van de visvergunning op basis van de visserijwet, en Rijkswaterstaat als waterbeheerder (commissie Remkes, 2012).

Visserijwet

De Visserijwet 1963 is het juridisch kader voor de binnenvisserij en vormt de basis van de Nederlandse visserijwetgeving. De Wet bevat zowel rechtstreeks toepasselijke bepalingen als bevoegdheden voor het opstellen van nadere regelgeving. De Visserijwet maakt een onderscheid tussen zeevisserij, kustvisserij en binnenvisserij. De Wet bepaalt o.a. dat bij het stellen van regels in het belang van de kustvisserij en de binnenvisserij mede rekening wordt gehouden met de belangen van de natuurbescherming.

Visstandbeheer commissies (VBC)

In 1999 zijn door het toenmalige ministerie van LNV visstandbeheercommissies (VBC's) in het leven geroepen om het visbeheer via visplannen vorm te geven. Dit zijn samenwerkingsverbanden en overlegplatformen voor belanghebbenden bij de visserij en de visstand. In deze VBC's worden de beroepsvissers quota toegekend. Door sportvisserij Nederland is in 2011 het Visplan IJsselmeer en Markermeer opgesteld. Dit plan is echter nog niet definitief, maar is voor deze effectstudie wel als bron gebruikt. In het plan worden voor beroeps- en sportvissers vangstlimieten aangegeven. Dit wordt gereguleerd doordat EL&I vergunningen uitdeelt aan beroepsvissers en aan sportvisserij Nederland een machtiging is uitgegeven voor het vissen met 2 hengels.

Beleidsbrief 2 maart 2005

In de beleidsbrief van 2 maart 2005 heeft de Minister van LNV¹⁰ aangegeven ernaar te streven de volgende situatie te realiseren ten aanzien van de visstand en de visserij op het IJsselmeer en Markermeer:

- een gevarieerde visstand en evenwichtige populatieopbouw;
- een duurzaam visstandbeheer vormgegeven door een samenwerking tussen verschillende belangengroeperingen,
- instellingen en organisaties;
- een beperkt aantal professionele en economisch gezonde bedrijven oefent de visserij op een duurzame
- en maatschappelijk verantwoorde wijze uit.

Een concrete uitwerking van deze doelstellingen is in de beleidsbrief niet gemaakt. Wel is een aantal voornemens geformuleerd waarmee bovenstaande doelstellingen dienen te worden bereikt. Deze voornemens zijn opgenomen in het visstandbeheerplan en bestaan onder andere uit een reductie van de visserijinspanning door het instellen van een saneringsregeling en het instellen van een VBC (Witteveen en Bos, 2008).

Europese Aalverordening / Nederlands aalbeheerplan

In 2007 is door de Europese Unie de Europese Aalverordening (EU, 2007) uitgevaardigd. De lidstaten zijn verplicht een Nationaal Aalbeheerplan op te stellen. In 2009 is het Nederlands aalbeheerplan (Min LNV, 2008) goedgekeurd door de Europese Commissie. Het plan richt zich op een herstel van de Europese

¹⁰ Het toenmalige ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is nu opgenomen in het ministerie van Economische Zaken.

aalstand met behoud van een gereguleerde aalvisserij. Als beschermende maatregel geldt –ook voor het IJsselmeer – een gesloten tijd voor aalvistuigen van 1 september – 1 december. Door de sportvisserij is een landelijk meeneemverbod voor de aal ingesteld. Ook deze maatregel is opgenomen in het Aalbeheerplan.

6.4.2 Beoordelingskader en -methode

Vanuit het beleid en de vigerende wet- en regelgeving zijn de volgende toetscriteria gehanteerd voor visserij:

- Effect op visserijareaal: gemene weide visserij en fuikvisserij
- Effect op visstand

Voor het thema visserij worden zowel de effecten tijdens de realisatie als van het eindbeeld beoordeeld. Het studiegebied omvat het gehele Markermeer en IJmeer.

In onderstaande tabel is weergegeven wanneer een positieve dan wel negatieve score wordt toebedeeld. Aangezien er vanwege de realisatie van Marker Wadden altijd oppervlakte water, en dus visserijareaal, zal veranderen in eilanden met daartussen oppervlaktewater, zal er geen sprake kunnen zijn van een positief effect (0/+ en +) op dit criterium.

Tabel 6.4.1 Visserijareaal (ha) – gemene weide visserij en fuikvisserij

Score	Beschrijving
+	Voornemen leidt tot een toename aan het visserijareaal voor gemene weide visserij
0/+	Voornemen leidt tot een beperkte toename aan het visserijareaal voor gemene weide visserij
0	Voornemen leidt niet tot een verandering van het visserijareaal voor gemene weide visserij
-/0	Voornemen leidt tot een beperkte afname van het visserijareaal voor gemene weide visserij
-	Voornemen leidt tot een afname van het visserijareaal voor gemene weide visserij

Tabel 6.4.2 Visstand

Score	Beschrijving
+	Voornemen leidt tot een toename aan visstand
0/+	Voornemen leidt tot een beperkte toename aan visstand
0	Voornemen leidt niet tot een verandering aan visstand
-/0	Voornemen leidt tot een beperkte afname aan visstand
-	Voornemen leidt tot een afname aan visstand

6.4.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Beroepsvisserij en sportvisserij

Op het Markermeer zijn zowel beroepsvisserij als sportvisserij te vinden. De verschillende vistechnieken waarmee de beroepsvisserij op het Markermeer vist zijn: staandwantvisserij op snoekbaars en baars, kistenvisserij op aal, grote fuiken visserij op aal en schubvis, schietfuikenvisserij op aal, hoekwantvisserij op aal en de zegenvisserij op schubvis. Langs de randen wordt gevist met fuiken (Witteveen+Bos, 2008). In het open water vindt zogenaamde gemene weide visserij plaats met vstuig vanaf visschepen. Gemene weide visserij houdt in dat meerdere vissers hetzelfde areaal bevissen en hetzelfde visrecht hebben. De vangst in het Markermeer wordt gedomineerd door aal, snoekbaars, baars, spiering, blankvoorn, brasem. Op pos vindt nagenoeg geen commerciële visserij plaats. De fuikvisserij vindt plaats langs de Houtribdijk, echter deze locaties vallen buiten het studiegebied.

Naast de beroepsvisserij wordt het Markermeer ook door sportvissers bezocht. Er wordt zowel vanaf de kant als vanaf de boot gevist en op de ondiepe gedeeltes wordt wadend gevist. In de huidige situatie is vooral de visserij op grote brasem en blankvoorn van belang. Daarnaast wordt er in mindere mate door specialisten op karper gevist (Witteveen+Bos, 2008).

Vergunningen

Aan beroepsvissers worden door het ministerie van Economische Zaken publiek- en privaatrechtelijke vergunningen uitgegeven. Aan Sportvisserij Nederland wordt door het ministerie een machtiging uitgegeven tot het verlenen van een schriftelijke toestemming voor het vissen met de hengel (maximaal 2 hengels). Deze toestemming wordt verleend door het uitgeven van de VISPAS in combinatie met de Landelijke Lijst viswateren (VBC IJsselmeer, 2011).

Doordat het Markermeer & IJmeer zijn aangewezen als Natura 2000-gebied is voor deze wateren de provincie Flevoland het bevoegd gezag dat oordeelt over de vergunningen op grond van de Natuurbeschermingswet.

Uit onderzoek van Imares (onderdeel Wageningen UR) is gebleken dat in 2012 het spieringbestand op het Markermeer 1052 spieringen per hectare bevest oppervlak bedraagt. Omdat dit onder de norm van de vergunning ligt (2100 spieringen per hectare), mag er dus op het Markermeer-IJmeer op dit moment niet op spiering worden gevestigd (Anoniem, 2012)).

Autonome ontwikkeling

De aanvoer van de belangrijkste soorten van de commerciële visserij (aal, snoekbaars, baars en spiering) laat op de lange termijn een afname zien in de aanlandingen. Daartegenover staat in het laatste decennium een toename in de economisch minder belangrijke soorten, zoals blankvoorn en brasem (Overzee et al, Imares 2010).

Het binnenvisserijbeleid op onder andere het IJsselmeer en Markermeer richt zich voor de toekomst sterk op een duurzame visserij. Samenwerking tussen de Nederlandse binnenvisserij en waterbeheerders, sportvisserij, natuurorganisaties biedt wederzijdse meerwaarde. De commissie Remkes (2012) doet een beroep op alle partijen om actief de ruimte te benutten op het gebied van elkaars kennis, vakmanschap en inzet.

De locaties van de fuikvisserij in de autonome situatie zijn voor de toekomst lastig te bepalen omdat deze afhankelijk zijn van de (gezonde) status van de visstand. Gemene weide visserij vindt plaats op het gehele Markermeer.

6.4.4 Effectbeschrijving

Uitgangspunten effectbeschrijving

Voor de effectbeschrijving voor het thema visserij is uitgegaan van de ontwikkeling van natuureilanden met een totaal oppervlak van 500 hectare in de eerste fase en 1500 hectare in de uiteindelijke fase. De verschillende bandbreedtes van materiaal, materieel en de uitvoeringsperiode zijn voor de effectbeoordeling van het thema visserij als niet relevant geacht.

Visserijareaal: tijdens uitvoering

Tijdens de uitvoeringsperiode worden de geulen aangelegd die maximaal een gebied van 2,5 km² zullen beslaan en wordt het eiland gerealiseerd opgebouwd uit randen en atollen. In het gebied wordt materieel ingezet zoals cutterzuigers, steekzuigers, hydrojetten en schepen. De inzet van dit materieel zal ertoe leiden dat op een deel van het Markermeer de visserij zal worden verstoord en dat fuiken op deze locatie niet mogelijk zijn. De visstand zal tijdens de uitvoering niet worden beïnvloed.

Visserijareaal: na realisatie van Marker Wadden 500 ha en 1500 ha

Door de realisatie van Marker Wadden zal het visserijareaal afnemen. Op deze plek zal dus geen beroepsvisserij meer mogelijk zijn. Bij realisatie van 500 ha gaat het om een afname van ongeveer 0,7% van het totale wateroppervlak van het Markermeer en bij 1500 ha is er sprake van een afname aan areaal van <2%. Echter sportvisserij kan wel tussen de eilanden van Marker Wadden plaatsvinden. Fuikvisserij langs de randen van de Houtribdijk en de provincie Flevoland zullen geen hinder ondervinden van Marker Wadden doordat deze te ver weg liggen.

Door de aanleg van het onderwaterlandschap van geulen en putten zal bij de spiering naar verwachting in warme zomers minder sterfte optreden doordat deze toegang heeft tot koel en zuurstofrijk water. Het moeras heeft een kraamkamerfunctie voor vis. Ook zal door de realisatie van Marker Wadden de waterkwaliteit van het Markermeer verbeteren waardoor er meer voedsel ontstaat voor verschillende soorten, waaronder de commerciële vis. Ondanks de afname aan visserijareaal is de verwachting dat de visstand zal verbeteren wat een positieve bijdrage heeft voor de visserij.

6.4.5 Effectbeoordeling, conclusie en haalbaarheid

Door de realisatie van Marker Wadden zal het visserijareaal afnemen, doordat dit minder is dan 2% van het totaal oppervlak van het Markermeer is het effect beperkt negatief. Tijdens de uitvoering zullen vissers rondom de werkzaamheden hinder ondervinden en niet kunnen vissen. Dit leidt tot een tijdelijk beperkt negatief effect (- / 0).

Zodra de eerste 500 ha zijn gerealiseerd is de verwachting dat de waterkwaliteit zal verbeteren, er meer paaigebied voor vissen ontstaat en er een toename zal zijn van de visstand, daardoor scoort dit criterium beperkt positief (0/+). Na 10 jaar, planhorizon van het bestemmingsplan, is de verwachting dat bij de realisatie van 1500 ha eiland(en) de positieve effecten van Marker Wadden zullen leiden tot een groei van de (commerciële) vispopulatie en daardoor leidt tot een positieve score (+) op de visstand.

Indien delen van Marker Wadden niet volledig worden gerealiseerd betekent dit dat er minder visserijareaal verdwijnt. En zal dit dus qua areaal positiever scoren. Echter zal het effect van Marker Wadden op het ecologische systeem dan ook kleiner zijn en, naar verwachting, een minder positieve bijdrage hebben op de visstand. In onderstaande tabel zijn de eindscores weergegeven.

Tabel 6.4.3 Samenvattende beoordeling thema “Visserij”

Aspect	Criterium	Aanlegfase	500 ha	1500 ha
Visserij	Effect op gemene weide visserij en fuikvisserij (areaal)	- / 0	- / 0	- / 0
	Effect op de visstand	0	0 / +	+

6.5 Veiligheid

Voor Nederland vervult de scheepvaart een belangrijke functie. Zeevaart, kustvaart en binnenvaart zorgen voor een groot deel van het internationale goederenvervoer. Hierbij gaat het om aan- en afvoer van grote hoeveelheden bulk en containers tussen economische kerngebieden in Nederland en het buitenland. De binnenvaart speelt een grote rol in het binnenlandse goederenvervoer. Om in de toekomst vervoer over water goed te kunnen blijven benutten, is het zaak de betrouwbaarheid en concurrentiekracht van de scheepvaart te waarborgen.

Op het Markermeer vindt zowel beroepsvaart als pleziervaart plaats. De ligging van de huidige vaarwegen is van belang om te bepalen welke knelpunten er kunnen optreden met betrekking tot de geplande locatie van Marker Wadden. Om inzichtelijk te maken wat Marker Wadden aan invloed zou kunnen uitoefenen op de nautische veiligheid, wordt in deze paragraaf een nautische effectbeoordeling van de voorgenomen ingreep beschreven. Daarnaast wordt een doorkijk gegeven van mogelijke mitigerende maatregelen.

6.5.1 Wet- en regelgeving en beleid

Op nationaal niveau zijn de doelstellingen en het beleid van Rijkswaterstaat ten aanzien van scheepvaart vastgelegd. De belangrijkste documenten die de wettelijke en beleidsmatige basis vormen zijn:

Scheepvaartverkeerswet. De scheepvaartverkeerswet (SVW) is een overkoepelende wet, die een kader vormt voor en verder wordt uitgewerkt in onderliggende wet- en regelgeving. Het doel van de SVW is het verzekeren van de veiligheid en het vlotte verloop van het scheepvaartverkeer, het nautisch beheer. De SVW is uitgewerkt in een aantal onderliggende reglementen, waaronder het Binnenvaartpolitiereglement (BPR).

Binnenvaartpolitiereglement. Het BPR geldt op de openbare wateren in Nederland die voor scheepvaart openstaan, met uitzondering van het toepassingsgebied van het RPR (Rijnvaart politiereglement), de Westerschelde, kanaal van Terneuzen, Eemsmonding, de Nederlandse delen van de gemeenschappelijke Maas en de Noordzee.

Nota mobiliteit. De Nota Mobiliteit (NoMo) beschrijft het nationale verkeers- en vervoersbeleid. Onderdeel is het stimuleren van het goederenvervoer over water en innovatie van de binnenvaart. Voor de binnenvaart wordt vooral gekeken naar betrouwbare reistijden.

Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015. Het BPRW geeft een beschrijving hoe Rijkswaterstaat het beheer ziet van de rijkswateren, in de periode 2010-2015. Het BPRW is opgesteld binnen de kaders van Europese richtlijnen, nationale wetgeving en nationaal beleid. Het plan is een doorvertaling van –onder andere- de nota Mobiliteit, naar het beheer en onderhoud van de Rijkswateren. De BPRW omschrijft de scheepvaart als één van de drie functiegroepen voor de Rijkswateren, met als doel: vlot, betrouwbaar en veilig verkeer overwater (voor alle verkeersdeelnemers).

Externe veiligheid

Over de vaarroute vindt vervoer van gevaarlijke stoffen plaats en daarmee is de vaarroute relevant vanuit het oogpunt van externe veiligheid. Het betreft echter een vaarroute die geen onderdeel uitmaakt van bijlage 3¹¹ van de Circulaire risiconormering vervoer van gevaarlijke stoffen (CRNVGS). Dit betekent dat voor deze vaarroute geen vaste afstanden gelden voor het plaatsgebonden risico. Er mag van uit worden gegaan dat het plaatsgebonden risico op deze vaarroute kleiner is dan 10^{-6} per jaar. Voor het groepsrisico betekent dit dat het groepsrisico niet beoordeeld en verantwoord hoeft te worden. De hoeveelheden gevaarlijke stoffen die over deze vaarroute worden vervoerd zijn namelijk niet of nauwelijks van invloed op het groepsrisico.

¹¹ Rapportage 'definitief ontwerp basisnet water, ten behoeve van besluitvorming binnen het project Basisnet, 15 januari 2008, Werpgroep Basisnet Water. Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen, augustus 2009 Rijkswaterstaat.

6.5.2 Beoordelingskader en -methode

Vanuit het beleid, wet- en regelgeving zijn de volgende toetscriteria bepaald:

1. Nautische veiligheid
 - a. Beroepsvaart
 - b. Recreatievaart
2. Vlotheid van de beroepsvaart

De nautische veiligheid is voor zowel beroepsvaart als recreatievaart van belang. Voor de beroepsvaart is daarnaast, uit economisch oogpunt, ook de vlotheid een relevant aspect. Voor de recreatievaart speelt de vlotheid hier geen significante rol. De recreatievaart is meer gericht op de hoeveelheid en aantrekkelijkheid van de beschikbare recreatieruimte. Dit aspect is behandeld in paragraaf 6.8.

Tabel 6.5.1: beoordelingskader nautische veiligheid beroepsvaart

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan nautische veiligheid beroepsvaart
0/+	Voornemen draagt beperkt positief bij aan nautische veiligheid beroepsvaart
0	Voornemen leidt niet tot verandering nautische veiligheid beroepsvaart
-/0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering nautische veiligheid beroepsvaart
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van nautische veiligheid beroepsvaart

Tabel 6.5.2: beoordelingskader nautische veiligheid recreatievaart

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan nautische veiligheid recreatievaart
0/+	Voornemen draagt beperkt positief bij aan nautische veiligheid recreatievaart
0	Voornemen leidt niet tot verandering nautische veiligheid recreatievaart
-/0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering nautische veiligheid recreatievaart
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van nautische veiligheid recreatievaart

Tabel 6.5.3: beoordelingstabel vlotheid van de beroepsvaart

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan vlotheid beroepsvaart
0/+	Voornemen draagt beperkt positief bij aan vlotheid beroepsvaart
0	Voornemen leidt niet tot verandering vlotheid beroepsvaart
-/0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering vlotheid beroepsvaart
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van vlotheid beroepsvaart

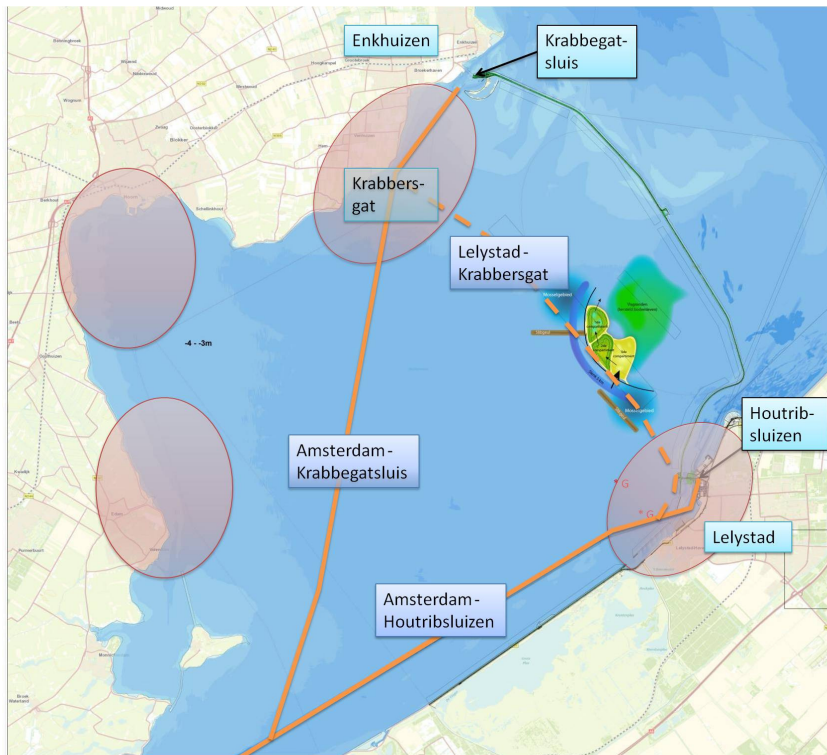
6.5.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Figuur 6.5.1 toont de vaarwegen op het Markermeer in de omgeving van het bestemmingsplan Marker Wadden. Het betreft de volgende drie vaarroutes voor de beroepsvaart:

- A. Amsterdam – Houtribsluizen;
- B. Amsterdam – Krabbegatsluis, en
- C. Lelystad – Krabbersgat.

Naast de vaarroutes voor de beroepsvaart zijn de door recreatievaart druk bevaren gebied rood gearceerd aangegeven in figuur 6.5.1.

Figuur 6.5.1: Vaarwegen Markermeer, met rood gearceerd de belangrijkste recreatiegebieden



Hieronder volgt een korte toelichting van de karakteristieken per vaarweg. Informatie over de vaarweginfrastructuur is verkregen uit de Rijkswaterstaat applicatie 'Vaarwegen in Nederland' (ViN), die wordt beheerd door de Data-ICT-Dienst. Informatie over intensiteit van de beroeps- en recreatievaart is verkregen van Rijkswaterstaat (voormalig dienst IJsselmeergebied). Deze geeft de situatie in 2011 weer.

A. Vaarweg Amsterdam – Houtribsluizen

De vaarweg van Amsterdam naar de Houtribsluizen is onderdeel van de *vaarweg Amsterdam - Lemmer* (VAL). Dit is een CEMT klasse Vb vaarweg: het maatgevende schip is een 2-baks duwstel, in lange formatie. De maximale scheepslengte is 190 meter, de maximale scheepsbreedte 11,4 meter en de maximale diepgang is 4,0 meter. De intensiteit van de beroepsvaart is ongeveer 33.000 passages per jaar. Ook de recreatievaart maakt gebruik van deze vaarweg. De intensiteit van de recreatievaart is ongeveer 19.000 passages per jaar.

Figuur 6.5.2: Houtribsluizen



B. Vaarweg Amsterdam - Krabbersgatsluis

De vaarweg van Amsterdam naar Krabbersgatsluis is een alternatieve route voor de *vaarweg Amsterdam - Lemmer* (VAL). Ook deze vaarweg heeft een CEMT klasse Vb. De Krabbersgatsluis is gedimensioneerd op CEMT klasse Va. Klasse Vb schepen zullen deze sluis dus niet gekoppeld kunnen passeren.

De intensiteit van de beroepsvaart op deze vaarweg is ongeveer 4.000 passages per jaar. Cijfers over exacte gebruik door de recreatievaart zijn niet beschikbaar voor deze vaarweg. Wel is bekend dat jaarlijks ongeveer 55.000 recreatieschepen de Krabbersgatsluis passeren. Deze recreatievaart concentreert zich grotendeels ten westen van de vaarweg Amsterdam – Krabbersgatsluis. Dit is de recreatievaart die, komend vanuit Amsterdam (de Oranjesluizen), langs de Noord Hollandse kust (Markermeer) vaart en bijvoorbeeld de havens van Volendam, Hoorn en Enkhuizen bezoekt.

C. Vaarroute Lelystad - Krabbersgat

De vaarverbinding van Lelystad naar het Krabbersgat (aangegeven met de stippellijn op figuur 6.5.1) is wel aangemerkt als vaarverbinding, maar heeft geen officiële CEMT klasse. De beschikbare waterdiepte varieert van 3,1 tot 4,0 meter ten opzichte van het gemiddelde waterpeil in het Markermeer. Rijkswaterstaat adviseert voor het bevaren van deze wateren gebruik te maken van de kaarten van de Dienst der Hydrografie. Wel is een afgebakende vaarroute aanwezig. Naast de gewone betonning is in het recreatievaartseizoen (van 15-04 tot 01-11) ook recreatievaartbetonning aanwezig. Deze markeert de 1,60 meter dieptelijn.

Er zijn geen cijfers beschikbaar over het gebruik van deze vaarroute. Gezien de bevaarbaarheid en de route is te stellen dat het aandeel beroepsvaart zeer beperkt zal zijn. Ook bij de recreatievaart is deze route relatief weinig populair (vergeleken met bijvoorbeeld de westkant van het Markermeer), omdat er minder te zien en te doen¹² is.

6.5.4 Effectbeschrijving

Figuur 6.5.3 geeft aan waar effecten van Marker Wadden op de scheepvaart te verwachten zijn. Het projectgebied Marker Wadden valt buiten de belangrijkste scheepvaartroutes. De route Lelystad – Krabbersgat, minder intensief bevaren, doorkruist echter wel het projectgebied (effect 1). Daarnaast is in de uitvoeringsvariant 'zand van elders' (zie paragraaf 4.5) sprake van zandwinning buiten het Markermeer, en daarmee mogelijk een toename in het gebruik van de Houtribsluizen (effect 2). Deze subparagraaf licht de twee effecten verder toe.

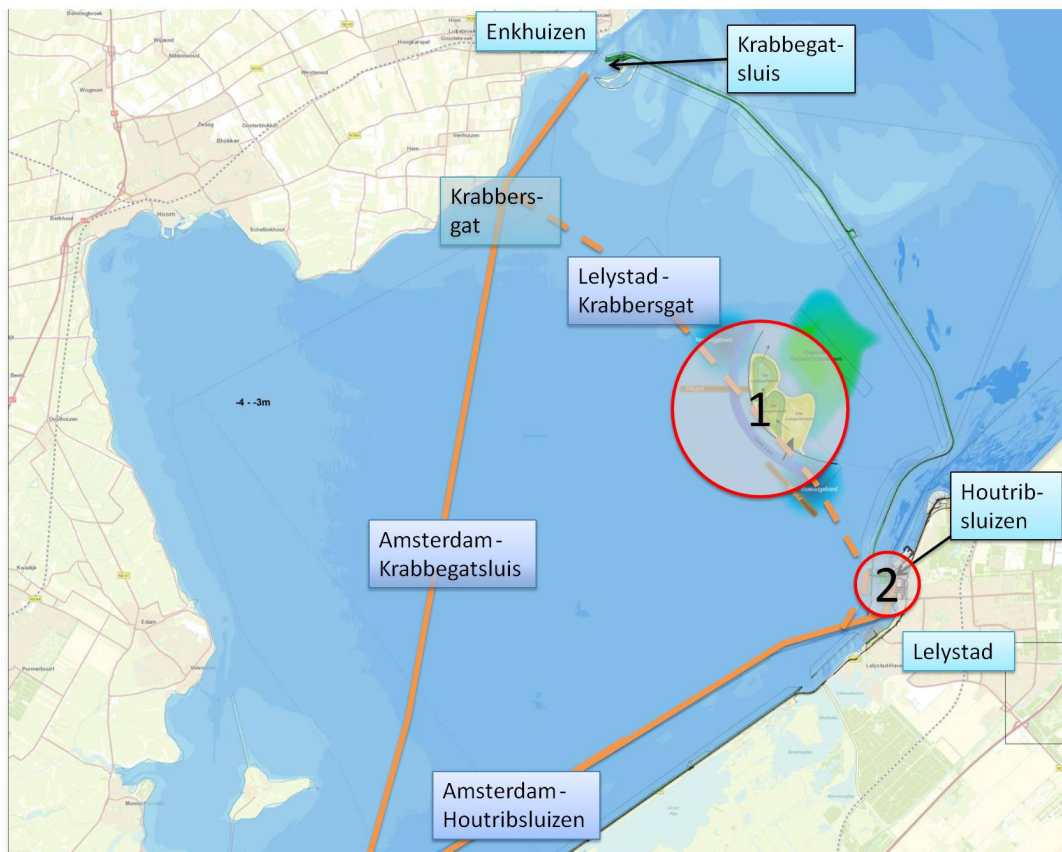
1. De vaarroute Lelystad – Krabbersgat doorkruist het projectgebied

De vaarroute Lelystad naar Krabbersgat doorkruist het projectgebied. In het projectgebied worden verschillende werkzaamheden uitgevoerd, die ook deels in de vaarroute zullen plaatsvinden. (Bagger)schepen zullen de vaarroute kruisen, of in de vaarroute werken. Ook worden werkzaamheden aan het onderwaterprofiel uitgevoerd: de bodem wordt op sommige locaties dieper of juist ondieper. Afhankelijk van de exacte inrichting van het projectgebied, kan het zo zijn dat de huidige vaarroute wordt geblokkeerd of versmalt. Het is aannemelijk dat het project een negatief effect op de nautische veiligheid van de passerende scheepvaart heeft.

De vaarweg Lelystad-Krabbersgat is echter geen veel gebruikte route voor beroeps- of recreatievaart. Zeker de beroepsvaart heeft goede communicatiemogelijkheden (radar, marifoon) en kan naar verwachting het projectgebied zonder veel problemen passeren. Tevens wordt verwacht dat, na overleg met de beheerder van het gebied bij Rijkswaterstaat, de markeringen van de vaarroute in westelijke richting (dus verder af van het geprojecteerde natuureiland) gelegen kan worden. Daarom is de verwachting dat bovengenoemde effecten op de scheepvaart beperkt zijn. Wel wordt een aantal (operationele) maatregelen aanbevolen, voornamelijk gericht op het informeren en geleiden van de scheepvaart, vooraf en ter plekke van de werkzaamheden.

¹² Bron: Rijkswaterstaat IJsselmeergebied

Figuur 6.5.3: Vaarweg Lelystad – Krabbersgat doorkruist projectgebied (1) en gebruik sluizencomplex (2)



2. Gebruik van het sluizencomplex Houtribsluizen

Dit effect speelt alleen een rol in de uitvoeringsvariant 'zand van elders'. In deze variant is het mogelijk dat de aannemer (een deel van) het benodigde zand voor de rand van het eiland van buiten het Markermeer haalt. Dit kan bijvoorbeeld door zandwinning op het IJsselmeer. In dit geval gebruiken de zandschepen naar verwachting de Houtribsluizen om de projectlocatie te bereiken. De Krabbersgatsluizen liggen verder van de projectlocatie en faciliteren bovendien kleinere scheepsafmetingen. Gezien de grote vaarafstanden wordt aangenomen dat geen zandtransport vanuit het zuiden (de Oranjesluizen) plaats zal vinden.

In het uiterste geval, als de aannemer voor de aanleg van de rand van het eiland van Marker Wadden ál het benodigde zand van buiten het Markermeer haalt, arriveren gedurende één jaar dagelijks 10 zandschepen bij de projectlocatie. Deze schepen passeren de Houtribsluizen twee keer: geladen, richting de projectlocatie, en ongeladen op hun terugtocht naar de zandwinlocatie. Het gebruik van het sluizencomplex neemt dus toe met 20 passages per dag. Dit betekent ongeveer 7000 passages per jaar. Het huidige gebruik van de Houtribsluizen is 52.000 passages per jaar, waarvan 33.000 passages beroepsvaart. De toename van het aantal passages beroepsvaart is 20%, op het totaal aantal passages is dit een toename van 13%.

Deze toename is significant, en kan invloed hebben op de vlotheid van de beroepsvaart. Dit is het geval als het gebruik van het sluizencomplex in de buurt komt van de maximale capaciteit. In dat geval kunnen de wachttijden (voor schutten) toenemen. In het recreatieseizoen (april-oktober) zijn gemiddeld 80 schuttingen per dag. Uit capaciteitsstudie¹³ blijkt dat gemiddeld 3 schuttingen per kolk per uur mogelijk is. Dat zijn 144 schuttingen per dag. Dit betekent een sluisgebruik van $80 / 144 = 56\%$ in het recreatieseizoen. Dit is een relatief lage waarde; het gebruik van de Houtribsluizen ligt momenteel dus ruim onder de maximale capaciteit.

¹³ Bron: *Capaciteitsmanagement van Bruggen en Sluizen*, Drs. A.N. Gijsberts, Maart 2011

In de uitvoeringsvariant 'zand van elders' neemt het totaal aantal passages bij de Houtribsluizen toe met 13%. Dit betekent dat, in het recreatieseizoen, gemiddeld $80 \cdot 1,13 = 90$ schuttingen nodig zijn. Het sluisgebruik is dan $90 / 144 = 62,5\%$. Dit is een beperkte toename (6,5%), zeker gezien het lage procentuele sluisgebruik, waardoor wachttijden laag zijn. Ook is de toename van het sluisgebruik slechts tijdelijk (een jaar) en is het sluisgebruik buiten het recreatieseizoen duidelijk lager (ongeveer 50-60 schuttingen / dag).

De toename in het gebruik van de Houtribsluizen zorgt daarom naar verwachting niet voor een significante vertraging (toenemen van wachttijden) voor de beroepsvaart. Het kan (incidenteel) voorkomen dat een zandschip en een doorgaand vrachtschip tegelijkertijd bij de sluis arriveren. Door in deze gevallen het doorgaande schip voorrang te geven, is verzekerd dat geen negatief effect op de vlotheid van de beroepsvaart is te verwachten.

6.5.5 Effectbeoordeling, conclusie en aanbevelingen

Tabel 6.5.4 presenteert de effectbeoordeling voor de verschillende criteria en uitvoeringsvarianten. De vaarroute Lelystad naar Krabbersgat doorkruist het projectgebied; dit kan gevolgen hebben voor de scheepvaart. De effecten zijn echter naar verwachting beperkt (de vaarweg wordt niet intensief gebruikt), en er zijn goede mitigerende maatregelen aan te wijzen. Er zijn geen verschillen tussen de uitvoeringsvarianten. Daarom scoort de nautische veiligheid (criterium 1A en 1B) voor alle varianten beperkt negatief (- / 0).

De aanleg van Marker Wadden heeft naar verwachting geen significant effect op de vlotheid van de beroepsvaart. De vaarweg Lelystad - Krabbersgat wordt nauwelijks gebruikt. Bij uitvoeringsvariant 'zand van elders' is een toename in het gebruik van de Houtribsluizen mogelijk door zandschepen. Dit leidt naar verwachting niet tot hogere wachttijden voor de beroepsvaart. Daarom scoort criterium 2 voor alle uitvoeringsvarianten neutraal (0).

Tabel 6.5.4 Beoordeling thema nautische veiligheid tijdens de uitvoeringsfase

Toetscriterium	V1 Snel & Compact	V2 Snel & Compact zonder nachtperiode	V3 Snel & Compact zand van elders	V4 Minder materieel, meer tijd
Nautische veiligheid beroepsvaart	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0
Nautische veiligheid recreatievaart	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0
Vlotheid van de beroepsvaart	0	0	0	0

Aanbevelingen

Het ontwikkelen van Marker Wadden heeft naar verwachting beperkte effecten op de scheepvaart. Het projectgebied valt buiten de belangrijkste vaarroutes en recreatiegebieden. De mate waarin een effect op de nautische veiligheid optreedt, hangt af van de uiteindelijke inrichting en uitvoering van de aanleg. Waarschijnlijk zijn enige (operationele) maatregelen noodzakelijk, die de scheepvaart informeren en geleiden. Hierbij kan aan de volgende maatregelen worden gedacht:

- Het lokaal verruimen of verleggen van de vaarweg Lelystad – Krabbersgat voor de beroepsvaart, door het herplaatsen van de betonning en mogelijk beperkt aanvullend baggeren;
- Informeren van de beroepsvaart met betrekking tot de uitvoeringswerkzaamheden;
- De vaarweg Lelystad – Krabbersgat heeft in het recreatieseizoen een recreatievaartbetonning. Deze dient zodanig te worden uitgezet, dat de recreatieschepen langs het projectgebied worden geleid.
- Informeren van de recreatievaart met betrekking tot de uitvoeringswerkzaamheden, vooraf (bv. aankondigingen in jachthavens) én ter plekke (bv. bebording, betonning). ;

Ten behoeve van de vlotheid van de beroepsvaart kan het bij de Houtribsluizen incidenteel nodig zijn voorrang te geven aan doorgaande beroepsvaart boven projectgerelateerde zandschepen.

6.6 Landschap

6.6.1 Wet- en regelgeving en beleid

Landschap Ontwikkelen met Kwaliteit (LOK)

Het voormalige ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (nu EZ) benoemt 10 Nederlandse landschapstypen en bijbehorende kernkwaliteiten in het beleidsprogramma 'Landschap Ontwikkelen met Kwaliteit' (LOK). Hoofddoel is het ontwikkelen en behouden van een mooi en bruikbaar landschap, waarin ruimte is voor gebruiksfuncties en behoud van identiteit en beleving.

Het Markermeer- en IJmeer vallen onder het landschapstype '*grote wateren*' met als kernkwaliteiten:

- natuurlijke structuurdragers
- openheid IJsselmeer, Markermeer en IJmeer
- karakteristieke Zuiderzeekust

Toepassing van LOK gaat via bestaande planologische instrumenten op provinciaal en gemeentelijk niveau, zoals bestemmingsplannen en structuurvisies.

Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer (2009)

Het toekomstbeeld dat onder leiding van de Provincie Flevoland en Noord-Holland is uitgebracht biedt naast vernieuwende natuurmaatregelen ruimte voor nieuwe mogelijkheden op het gebied van recreatie, natuurbeleving en stedelijke kwaliteit. Marker Wadden heeft ten doel om de doelstelling voor een toekomstbestendig ecologisch systeem te realiseren.

Programma RRAAM

In het Rijks-Regioprogramma Amsterdam – Almere – Markermeer (RRAAM) moet de Noordelijke Randstad uitgroeien tot een duurzame en internationaal concurrerende Europese topregio. Om dat te bereiken, zijn investeringen nodig in moderne woon- en werklocaties, goede bereikbaarheid en mogelijkheden voor recreatie en natuur. Gebruikswaarde en beleving van het Markermeer speelt hier een belangrijke rol in.

TMIJ & Ruimtelijke Kwaliteit

In het Toekomstbeeld Markermeer – IJmeer is beleving van de kernkwaliteiten één van de uitgangspunten¹⁴. De kernkwaliteiten zijn als volgt:

- Land-waterovergangen (oeverlanden, stenen dijken, waterlopen en zee-inbraken achter de dijk);
- Een natuurgebied van internationale allure;
- Onderwaterlandschap (archeologische en aardkundige sporen die terugvoeren tot en met de prehistorie).
- Variatie aan cultuurlandschappen (verschillen tussen Flevoland, de Vechtstreek, Waterland en West-Friesland);
- Zuiderzeehistorie (de kustlijn, de waterstaatkundige werken, de voormalige Zuiderzeesteden en dorpen) en het nieuwe land (relatief grootschalig: lange, rechte dijken, grote boscomplexen en windturbines).
- Stad en dorp aan het water;
- Waterrecreatiegebied van formaat;
- Weidsheid en leegte;
- Rust en duisternis (een bijzondere kwaliteit in de nabijheid van de Randstad);
- Landmarks en silhouetten (belangrijk voor de oriëntatie)
- Weer en wind (de elementen hebben relatief vrij spel, waardoor hetzelfde landschap steeds een ander aanzien heeft).

¹⁴ Bron www.markermeerijmeer.nl

6.6.2 Beoordelingskader en -methode

Het beleid op rijks- en provinciaalniveau geeft aan dat de openheid één van de belangrijkste kernkwaliteiten van het gebied is. Daarnaast is de belevingswaarde van het gebied van grote waarde. Daarom wordt het thema landschap onderzocht en beoordeeld op de volgende aspecten:

- Openheid en schaal; binnen dit aspect wordt de fysieke en visuele impact van Marker Wadden op de openheid en schaal van het gebied beschreven.
- Landschappelijke patronen; hierin wordt omschreven in hoeverre bestaande landschappelijke patronen en de herkenbaarheid ervan worden beïnvloed door de aanleg van Marker Wadden.
- Belevingswaarde; dit aspect beschrijft in hoeverre de beleving van het Markermeergebied (zowel vanaf het land als vanaf het water) verandert. Het gaat hier om contrast en diversiteit tussen de kusten en de beleving van weidsheid, rust en donkerte.

Binnen het thema landschap vallen doorgaans ook aardkundige waarden en elementen binnen het studiegebied. Enkel de oorspronkelijke Zuiderzeekusten van het Markermeer herbergen aardkundige waarden, het Markermeer zelf niet. Daarom is dit aspect in dit plan-MER niet beoordeeld.

Voor het thema landschap wordt uitsluitend de eerste fase (500ha) het eindbeeld (1500ha) van de bestemmingsplanperiode beoordeeld zoals dat middels het bestemmingsplan wordt mogelijk gemaakt en worden (tijdelijke) effecten tijdens de uitvoering buiten beschouwing gehouden. Het studiegebied is het gehele Markermeer en IJmeer, inclusief kusten, omdat de invloedssfeer van Marker Wadden verder reikt dan alleen het plangebied.

Het beoordelingskader is als volgt:

Tabel 6.6.1: Openheid en schaal

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan de openheid en schaal van het Markermeer
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan de openheid en schaal van het Markermeer
0	Voornemen leidt niet tot verandering de openheid en schaal van het Markermeer
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering van de openheid en schaal van het Markermeer
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van de openheid en schaal van het Markermeer

Tabel 6.6.2: Landschappelijke patronen en elementen

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan bestaande landschappelijke patronen en elementen
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan bestaande landschappelijke patronen en elementen
0	Voornemen leidt niet tot verandering bestaande landschappelijke patronen en elementen
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering bestaande landschappelijke patronen en elementen
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van bestaande landschappelijke patronen en elementen

Tabel 6.6.3: Belevingswaarde

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan de belevingswaarde van het Markermeergebied
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan de belevingswaarde van het Markermeergebied
0	Voornemen leidt niet tot verandering van de belevingswaarde van het Markermeergebied
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering van de belevingswaarde van het Markermeergebied
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van de belevingswaarde van het Markermeergebied

6.6.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De belangrijkste landschappelijke waarde van het Markermeer is de belevingswaarde. De maat en schaal van het open water, het oneindig lijkende zicht dat men kan hebben vanaf het water en beleving van rust en donkerte zijn karakteristiek voor dit gebied.

Openheid en schaal

Zichtbaarheid van een horizon met opgaande elementen (begroeiing en bebouwing) is bepalend voor de schaal en openheid van een gebied. Het Markermeer is samen met het IJsselmeer en de Waddenzee het enige gebied in Nederland dat echt grootschalig en open is. Het oppervlak aan water is dusdanig groot, dat de kustlijn weg kan vallen achter de horizon en er niks anders te zien is dan water.

Wanneer een kustlijn zich binnen 10 km bevindt, is er op de horizon een dunne lijn waarneembaar. De visueel ruimtelijke begrenzing van het meer bestaat voornamelijk uit opgaande beplanting en dijken. Door een soort optische vervlakking worden alle elementen op land tegen elkaar aangedrukt. Vanaf het water is dit effect nog sterker dan vanaf het land, het Markermeer lijkt daarmee vanaf het water nog weidser en opener. Deze openheid wordt door velen als dé belangrijkste kwaliteit van het Markermeergebied gezien. De schaal van het IJmeer en de Gouwezee is een stuk kleiner. Afstanden tussen kustlijnen variëren tussen de 5 en 9 km. Hierdoor is er altijd een kustlijn te zien. Het IJmeer is daardoor minder open.

Landschappelijke patronen en elementen

De landschappelijke patronen in het gebied zijn de natuurlijke structuurdragers van het gebied: de verschillende kustlijnen. De geschiedenis van de Zuiderzee en de Zuiderzeewerken weerspiegelen zich in de kustlijn. De west- en noordkant van het Markermeer wordt begrensd door de oude Zuiderzeekust bestaande uit kronkelige zeedijken met daarachter Zuiderzeestadjes die zichtbaar zijn vanaf het water. In contrast hiermee staat de oostkant, de strakke dijken van Flevoland en de Houtribdijk. De zuidkant van het Markermeer wordt gedomineerd door het stedelijke gebied van Amsterdam en Almere.

Figuur 6.6.1: Zicht op het eiland Marken: beleefbare geschiedenis van de Zuiderzee. Tegelijkertijd is op dit beeld de optische vervlakking op de horizon en de beperkte schaal van de Gouwezee goed te zien



Belevingswaarde

Openheid en schaal zijn zeer bepalend voor de beleving van het Markermeer. Daarnaast wordt de belevingswaarde vergroot door rust en duisternis, weer en wind en variatie van de kusten en cultuurlandschappen.

Op het Markermeer hebben rust en duisternis de overhand. Er zijn geen vaste lichtbronnen in het gebied, wat zeldzaam is voor Nederland. Vanaf het land en het water is het plaatselijk mogelijk om een horizon zonder lichtbronnen te zien. Daarnaast biedt het grote wateroppervlak een optimale beleving van weer en wind. Afwisseling van wolkenluchten, windrichtingen en golven maken dat het gebied er elke dag anders uit ziet.

De grenzen van het meer vormen een contrast met het water. Vanaf het water bieden de kusten een afwisselend beeld van oude en nieuwe landschappen. Zo is Flevoland goed te herkennen aan de vele windturbines, de Gouwzee aan het eiland Marken en Waterland aan het open veenweidegebied met hier en daar een dijkdorp.

Figuur 6.6.2: Beleving van weidsheid, rust en donkerte



Autonome ontwikkelingen

Vanuit verschillende programma's en structuurvisies lopen er allerlei initiatieven die van invloed kunnen zijn op de openheid en belevingswaarde van het Markermeer en IJmeer. De meest in het oog springende zijn de stedelijke ontwikkeling bij Almere en Lelystad, zoals buitendijks wonen en een verbinding tussen Amsterdam en Almere (RRAAM, Omgevingsplan Flevoland en concept Structuurvisie Almere). Wanneer deze plannen worden uitgevoerd, wordt de schaal van het Markermeer en IJmeer kleiner en veranderd de strakke kustlijn van de Flevopolders. Tevens is in de Ontwerp Structuurvisie Wind op Land (maart 2013) de omgeving van de Houtribdijk aangewezen als gebied voor grootschalige windenergie als onderdeel van de herstructurering in Flevoland. Wanneer deze ontwikkeling doorgaat, zal er geen open horizon meer aanwezig zijn, omdat er altijd windturbines zichtbaar zijn. De schaal van het Markermeer verkleint aanzienlijk en de diversiteit vermindert. Wanneer de turbines verlicht worden (vanaf een masthoogte van 100 m) neemt ook de beleving van duisternis af.

6.6.4 Effectbeschrijving

Uitgangspunten effectbeschrijving

Voor de effectbeschrijving op landschap zijn de zichtbare delen van het totale plan en de inrichting daarvan het meest bepalend. In deze beoordeling is uitgegaan van een landschap van 1500 hectare bestaande uit natuureilanden met slikplaten, rietvelden, vloedbossen, stranden en een voedselrijk moeras dat grotendeels open is. De in paragraaf 4.3 genoemde bandbreedtes van materiaal, materieel en uitvoeringsperiode zijn bij dit thema niet van belang.

Openheid en schaal

Het type vegetatie dat zich zal ontwikkelen en de hoogte daarvan is bepalend voor de mate waarin Marker Wadden zichtbaar zal zijn vanaf de kust. In de eerste jaren na aanleg zal zich lage moerasvegetatie ontwikkelen die niet tot nauwelijks zichtbaar is vanaf de kust. Na circa 10 jaar kan ook pluuksgewijs wilgenstruweel van 3 a 4 meter tot ontwikkeling komen. Deze vegetatie kan dan tot maximaal 7 km zichtbaar zijn. Dit houdt in dat Marker Wadden vanaf de Oostvaardersdijk bij Lelystad een deel van Houtribdijk beperkt zichtbaar zal zijn. Zichtlijnen vanaf deze plekken worden korter, waarmee de openheid en schaal van het Markermeer in de directe omgeving van het plangebied enigszins afneemt. De harde randen van Marker Wadden zijn het meest gevoelig voor de ontwikkeling van struiken en wilgenbomen. Als deze randen niet beheerd worden, kunnen er relatief grote bomen op ontwikkelen met als gevolg een grotere impact op schaal en openheid. In hoeverre het gebied beheerd wordt is nog niet bekend. Vanwege de beperkte verslechtering van de openheid en schaal van het Markermeer scoort het voornemen conform beoordelingstabel 6.6.1 op dit toetsingscriterium beperkt negatief (- / 0).

Landschappelijke patronen en elementen

Marker Wadden beïnvloedt bestaande landschappelijke patronen en elementen en de herkenbaarheid daarvan niet, de kustlijnen blijven onveranderd, de Houtribdijk blijft die strakke lijn tussen het IJsselmeer en het Markermeer. Met de komst van Marker Wadden wordt er een extra landschapselement gevormd dat zijn eigen waarde krijgt en onderdeel wordt van de geschiedenis van het Markermeer. Hierdoor wordt het Markermeer als landschapselement herkenbaarder en ontstaat er een contract tussen het IJsselmeer en het Markermeer. Het voornemen draagt daarom, op het niveau van het Markermeergebied, conform beoordelingstabel 6.6.2 beperkt positief (0 / +) bij aan bestaande landschappelijke patronen en elementen.

Belevingswaarde

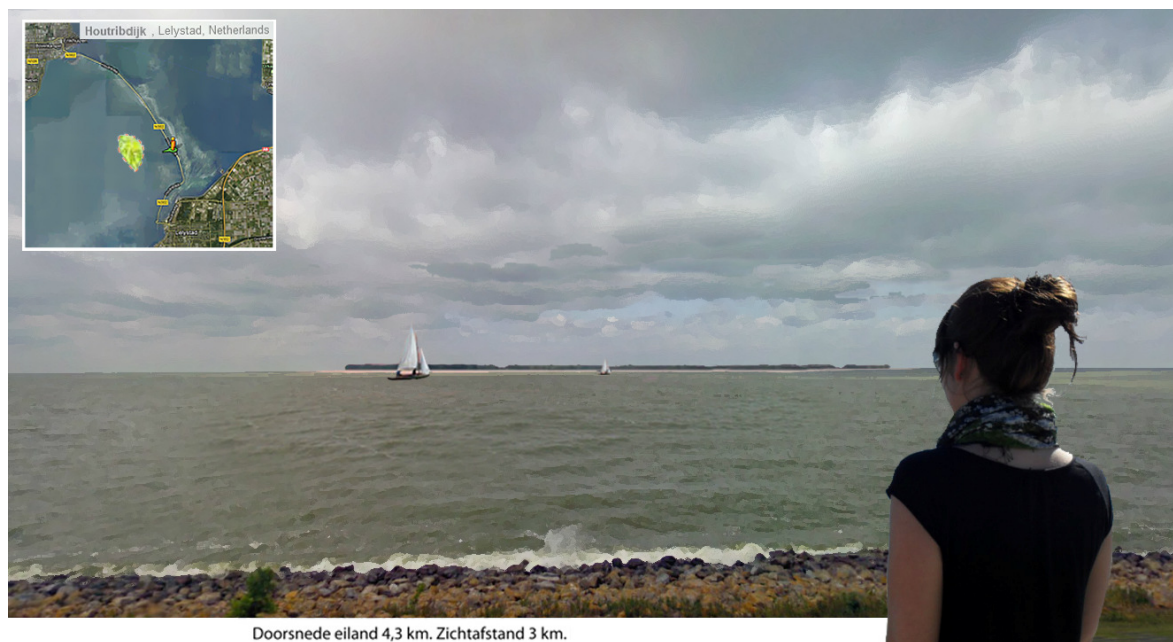
Met de komst van Marker Wadden verandert de beleving van de oostkant van het Markermeer enigszins, met name binnen een zone van 7 km om het bovenwaterlandschap. Vanaf het IJmeer, langs de Waterlandse kust en een groot deel van de Westfriese kust blijft de beleving onveranderd. Het gebied is het beste zichtbaar vanaf de Houtribdijk tussen de Houtribsluizen en Trintelhaven. Op een deel van het traject is de afstand tot Marker Wadden ongeveer 3 km. Afhankelijk van het ontwikkelingsstadium en de beheersinspanning wordt een deel van de horizon ingenomen door Marker Wadden. Op langere zichtafstanden verdwijnt het gebied steeds meer naar de achtergrond. Vanaf het water wordt de zone waarbinnen een 'lege' horizon zichtbaar is, kleiner. Men komt eerder een kustlijn tegen. Beleving van het grote open water blijft echter bestaan.

Figuur 6.6.3 Zicht op Marker Wadden vanaf de Houtribbrug, Lelystad



Doorsnede eiland 4,3 km. Zichtafstand 6 km.

Figuur 6.6.3 Zicht op Marker Wadden vanaf de Houtribdijk



Doorsnede eiland 4,3 km. Zichtafstand 3 km.

Marker Wadden zal qua schaal, inrichting en natuurwaarden uniek zijn voor het hele Markermeer- en IJsselmeergebied. Ook wordt de diversiteit van het Markermeer vergroot, naast water zullen er ook ondieptes, zandbanken en verschillende watergebonden vegetatietypen zichtbaar zijn. Marker Wadden heeft bovendien naar verwachting een positief effect op de natuurwaarden van het gehele Markermeer. Aan deze natuurbeleving ontleent het Markermeer straks zijn eigen karakter en identiteit. Beleving van rust, duisternis en weer en wind blijft onveranderd. Op het natuureiland zullen niet of nauwelijks activiteiten plaatsvinden die rust en duisternis verstoren.

Ondanks het plaatselijk verlies van weidsheid, draagt het voornemen positief bij aan de belevingswaarde van het Markermeer door het toevoegen van natuurbeleving, diversiteit en het vergroten van de identiteit. Het voornemen scoort daarom conform beoordelingstabel 6.6.3 positief (+).

6.6.5 Effectbeoordeling en conclusie

De openheid en schaal van het Markermeer verandert met de komst van Marker Wadden. Het wateroppervlak wordt zowel fysiek als visueel kleiner. De schaal van het Markermeer wordt kleiner en de openheid neemt af. Met de komst van Marker Wadden wordt er een extra landschapselement gevormd. Het Markermeer wordt als landschapselement herkenbaarder. Door het toevoegen van natuurbeleving, diversiteit en het vergroten van de identiteit neemt de belevingswaarde toe.

Tabel 6.6.4. Samenvattende beoordeling thema 'Landschap'

Toetscriterium	500 ha	1500 ha
Openheid en schaal	- / 0	- / 0
Landschappelijke patronen en elementen	0 / +	0 / +
Belevingswaarde	+	+

6.7 Cultuurhistorie en archeologie

6.7.1 Wet- en regelgeving en beleid

Nationaal (archeologie)

In 1992 ondertekende Nederland het Europese Verdrag inzake de bescherming van het archeologische erfgoed, kortweg 'het Verdrag van Malta' (of Valletta). Sindsdien is het uitgangspunt van het (rijks)beleid dat archeologische waarden volwaardig meetellen in beslissingen over de ruimtelijke inrichting van ons land en dat behoud *in situ* daarbij het uitgangspunt is: alleen als het niet anders kan, wordt een vindplaats opgegraven.

Nationaal (cultuurhistorie)

In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte wordt gesproken over 'unieke cultuurhistorische en natuurlijk kwaliteiten' waarbij één van de doelen is het waarborgen van een leefbare en veilige omgeving waarin unieke natuurlijke en cultuurhistorische waarden behouden zijn. Eén van 13 nationale belangen waarvoor het Rijk verantwoordelijk is betreft 'Ruimte voor behoud en versterking van (inter)nationale unieke cultuurhistorische en natuurlijke kwaliteiten' (Nationaal belang 10). Het Rijk is verantwoordelijk voor het cultureel en natuurlijk UNESCO-werelderfgoed (inclusief de voorlopige lijst), kenmerkende stads- en dorpsgezichten, rijksmonumenten en cultuurhistorische waarden in of op de zeebodem.

Provincie Flevoland (archeologie)

De provincie Flevoland maakt in haar Omgevingsplan 2006 voor haar archeologiebeleid een onderscheid in Provinciaal Archeologische en Aardkundige Kerngebieden (PAK'en), archeologische aandachtsgebieden en de Top 10-locaties. Deze gebieden en locaties acht de provincie van provinciaal belang. Het huidige plangebied Marker Wadden bevindt zich niet in genoemde gebieden. Eén van de PAK-gebieden is wel als referentie opgevoerd in tabel 6.7.1 om duidelijk te maken wat voor landschap zich onder de bodem van het Marker Meer kan bevinden in het oer stroomdal van de Vecht.

Provincie Flevoland (cultuurhistorie)

In het Omgevingsplan 2006 is met betrekking tot cultuurhistorie de ontwikkelvisie van de provincie Flevoland gericht op het behouden van de unieke Flevolandse landschappelijke en cultuurhistorische karakteristieken, onder meer door ze in te zetten als ruimtelijke kwaliteit ter versterking van nieuwe ontwikkelingen. Naast de visie is ook een beleidskader in het plan opgenomen. Centraal staan het cultureel erfgoed en de landschapskunst. Inwoners en bezoekers van Flevoland worden gestimuleerd kennis te nemen van de geschiedenis van Flevoland.

Gemeente Lelystad (archeologie)

Het plangebied ligt volledig in de gemeente Lelystad. Het archeologiebeleid van de gemeente is vastgelegd in de Nota Archeologische Monumentenzorg uit 2008. Het beleid bestaat uit beleidsafspraken en een beleidsadvieskaart. De beleidsadvieskaart bestaat uit een Maatregelenkaart en een Archeologiekaart Waarden en Verwachtingen. Op de Archeologiekaart Waarden en Verwachtingen staan niet alleen de bekende archeologische (vastgestelde) waarden, maar ook de gebieden met een hoge, gematigde of lage verwachting op het aantreffen van archeologische sporen, en de gebieden zonder een archeologische verwachting.

Gemeente Lelystad (cultuurhistorie)

Conform de recente aanpassing van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro) moet bij het opstellen van een bestemmingsplan rekening worden gehouden met cultuurhistorische waarden. Lelystad heeft (nog) geen gemeentelijke monumenten, maar beschikt wel over een inventarisatie (Cultuurhistorie in Lelystad, 2007).

6.7.2 Beoordelingskader en -methode

Voor het beoordelingskader en de methode van effectbepaling wordt uitgegaan van de in de centrale database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) aangemelde archeologische vooronderzoeken in de Archis2-database betreffende het plangebied (tabel 6.7.1). Het meest relevante

onderzoek is het archeologisch bureauonderzoek met betrekking tot het huidige plangebied van Marker Wadden dat in 2011 is verschenen (tabel 6.7.1, nr. 4). In de tabel is ook een referentiestudie opgenomen over de landarcheologie bij Swifterbant, Noordoostpolder, gemeente Dronten (tabel 6.7.1, nr. 1), waarvan mag worden aangenomen dat aspecten hiervan ook betrekking hebben op het landschap in het huidige plangebied.

Tabel 6.7.1 In Archis2 aangemelde onderzoeken. Omn=onderzoeksmeldingsnummer.

Nr.	Jaar	Omn	Locatie-toponiem	Type onderzoek	Uitvoerende partij	Referentie
1	2008	25.788	Swifterbant	pilot-studie	RAAP Archeologisch Advisebureau	Kraan <i>et al.</i> 2008
2	2009	32.826	Slibvangput Markermeer	bureauonderzoek	ADC Archeoprojecten	Waldus/van den Brenk 2009
3	2010	34.610	Slibdepot Markermeerte Lelystad	veldonderzoek op water	RAAP Archeologisch Advisebureau	Kroes/Schulte 2010
4	2011	45.740	Project moeras Houtribdijk	bureauonderzoek	Peripus/Archeomare	Van den Brenk <i>et al.</i> 2011
5	2011	47.099	Pilot moeras Markermeer	onderwateronderzoek	Peripus/Archeomare	Weerheijm <i>et al.</i> 2013, 22-24
6	2012	50.108	Kunstrif	geofysisch onderzoek	Peripus/Archeomare	Weerheijm <i>et al.</i> 2013, 22-24
7	2013	55.029	Houtribdijk	bureauonderzoek	Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie	Weerheijm <i>et al.</i> 2013

Bij cultuurhistorie is beoordeeld in hoeverre het initiatief invloed heeft op cultuurhistorische waarden. Bij het aspect archeologie is beoordeeld wat het effect van de planrealisatie is op de degradatie of versterking van bekende en verwachte archeologische waarden. Hierbij zijn de volgende aspecten beoordeeld:

Tabel 6.7.2 Cultuurhistorische waarde

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan de cultuurhistorische waarde
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan de cultuurhistorische waarde
0	Voornemen leidt niet tot verandering de cultuurhistorische waarde.
- / 0	Voornemen draagt beperkt negatief bij aan de cultuurhistorische waarde
-	Voornemen draagt negatief bij aan de cultuurhistorische waarde

Tabel 6.7.3 Archeologie; aantasting waarde

Score	Beschrijving
+	n.v.t.
0 / +	n.v.t.
0	Voornemen leidt niet tot aantasting van archeologische waarde
- / 0	Voornemen leidt tot beperkte aantasting van archeologische waarde
-	Voornemen leidt tot aantasting van (belangrijke) archeologische waarde.

Tabel 6.7.4 Archeologie; versterking meerbodemoppervlak

Score	Beschrijving
+	n.v.t.
0 / +	n.v.t.
0	Voornemen leidt niet tot verandering van het meerbodemoppervlak
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte versterking van archeologische waarde in het meerbodemoppervlak
-	Voornemen leidt tot een aanzienlijke versterking van archeologische waarde in het meerbodemoppervlak

6.7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Binnen het plangebied bevinden zich geen bekende cultuurhistorische en/of archeologische monumenten die zich óp of in de bodem van het Markermeer bevinden. Wel zijn er reeds objecten gerelateerd aan de scheepvaart en de Tweede Wereldoorlog aanwezig. Verwachte archeologische waarden kunnen worden aangetast wanneer de meerbodem wordt opgehoogd of vergraven. Momenteel zijn er een aantal initiatieven bekend die als autonome ontwikkelingen kunnen worden aangemerkt. Het betreffen een zandwinlocatie op de zuidwestelijke rand van het plangebied (tabel 6.7.1, nr. 2 en 3), de versterking van de Houtribdijk ten noorden van het plangebied (tabel 6.7.1, nr. 7), en reeds uitgevoerde pilotonderzoeken in het kader van het huidige initiatief (tabel 6.7.1, nr. 5 en 6). In de toekomst kan mogelijk sprake zijn van zandwinlocaties.

Bekende waarden

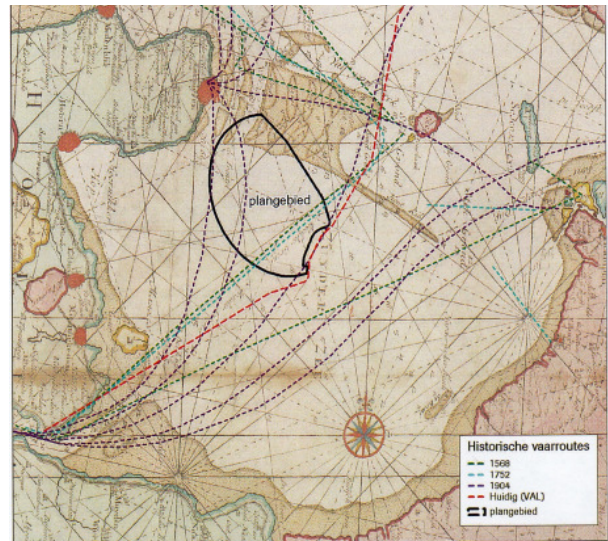
Bekende archeologische waarden buiten het nieuwe natuureiland bevinden zich allereerst óp of zeer dicht onder het waterbodempoppervlak. Het gaat in de eerste plaats om scheepswrakken en om scheepvaart gerelateerde objecten. Het betreft acht (onderdelen van) schepen van verschillend type (tjalk, motorvaartuig, onbekend) uit de periode 1868-1926. Uit het plangebied zijn verder 20 gelokaliseerde (onderdelen van) vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog bekend, waarvan ongeveer de helft inmiddels is geruimd.

Verwachte waarden

Hoewel historische scheepswrakken uit het plangebied vooralsnog niet bekend zijn, zijn deze wel te verwachten gezien de op oude zeekaarten afgebeelde vaarroutes van en naar onder andere Amsterdam, Edam, Hoorn, Medemblik en Enkhuizen in met name de 16^e en 17^e eeuw en de Hanzesteden (Harderwijk, Kampen, Kampen en Workum) in de 13^e-15^e eeuw (zie afbeelding 6.7.1).

De in het noorden van het plangebied gelokaliseerde ondiepte van het Enkhuizer Zand vormde door de eeuwen heen een obstakel. Dat met name historisch belangrijke scheepswrakken in de bodem van het IJsselmeer/Markermeer daadwerkelijk kunnen worden aangetroffen is, is bijvoorbeeld aangetoond bij baggerwerk-zaamheden voor de vaargeul Amsterdam naar Lemmer en onlangs de vondst van een kogge bij Kampen.

Figuur 6.7.1 De belangrijkste historische vaarroutes geprojecteerd op de paskaart van Johannis van Keulen (1771). Bron: Van den Brenk *et al.* 2011



Op basis van bekende scheepswrakken en scheepsgelateerde resten in Flevoland en de Noordoostpolder moet voor het heel plangebied rekening worden gehouden met 40-60 stuks (per ha 0,0027 tot 0,004 wrak/rest). In hoeverre het Enkhuizerzand voor een 'onevenredige' verdeling van scheepswrakken heeft gezorgd, is op voorhand niet te zeggen. Van veel bekende vliegtuigcrashes is niet bekend waar de brokstukken op of in de bodem van het IJsselmeer terecht zijn gekomen.

De dikte van de na de laatste ijstijd gevormde bodemlagen (het 'Holocene pakket') is aan de kant van Flevoland 6 m dik en neemt in dikte richting Enkhuizen toe tot maximaal 12 m. Het bestaat uit klei- en veenlagen in het oerdal van de Overijsselse Vecht (zie onder 5). Relatief hooggelegen kleilagen kunnen sporen bevatten van de Swifterbantcultuur uit de Nieuwe Steentijd. Deze cultuur is genoemd naar de plaats Swifterbant in Oostelijk Flevoland waar sporen van deze cultuur min of meer aan het oppervlak voorkomen. De top van het Pleistoceen varieert van 9 m –NAP tot 15 m –NAP. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van het oerdal van de Overijsselse Vecht die van oost naar west het plangebied doorsnijdt. Plaatselijk kan het oppervlak aanzienlijk in hoogte variëren door de aanwezigheid van rivierduinen en dekzandruggen- en –koppen. Langs de randen bevinden zich dekzandruggen/rivierduinen en getijdenafzettingen met een verhoogde kans op archeologie in de vorm van verblijfplaatsen van jager-verzamelaars uit het Laat-Paleolithicum en/of Mesolithicum. Ook dieper in de Pleistocene afzettingen kunnen artefacten worden aangetroffen.

6.7.4 Effectbeschrijving en beoordeling

De te realiseren harde rand en de atollen hebben in cultuurhistorisch perspectief invloed op de ervaring van het Markermeer als 'meer'. Gezien de geschiedenis van het ontstaan van het gebied van het Markermeer (eerst land, dan langzame uitbreiding tot moeras, zee en later meer) kan worden gezegd dat de nieuwe inrichting een positief effect heeft op de 'herinneringswaarde', waardoor het verhaal van het

ontstaan van het gebied een hernieuwde gelaagdheid verkrijgt en beter kan worden verteld. Dit is in lijn met het beleid zoals geformuleerd door het rijk, de provincie en de gemeente Lelystad. Hiermee vergroot Marker Wadden de cultuurhistorische waarde van het Markermeer. Dit effect is gematigd positief (0 / +) beoordeeld. Synergie met de dijkversterking Houtribdijk kan worden gevonden door aandacht te besteden aan cultuurhistorie en archeologie van Marker Wadden op een 'toeristenlocatie' op de dijk of het 'vaste' land.

Vooralsnog is de aanwezigheid van archeologisch behoudenswaardige wrakken niet bekend. De kans erop wordt laag geacht. Omdat aantasting als gevolg van het samendrukken van eventuele aanwezige historische schepen niet is uit te sluiten, wordt het voornemen conform beoordelingstabel 6.7.3 beperkt negatief (- / 0) beoordeeld. Om de kans van eventueel aanwezigheid van archeologische behoudenswaardige scheepswrakken (en eventueel vliegtuigwrakken) die mogelijk aan- en/of deels dicht onder het oppervlak zijn aan te treffen, kan een verkennend onderzoek op water worden overwogen (side scan sonar/magnetometer). Bij daadwerkelijke aanwezigheid van (behoudenswaardige) objecten zijn vervolgens gepaste maatregelen in het kader van de archeologische monumentenzorg aan de orde.

Vanwege de beperkte kans op een ondiepe verstoring van de meerbodemoppervlak wordt het voornemen conform beoordelingstabel 6.7.4 beperkt negatief (- / 0) beoordeeld. Om de kans op eventueel aanwezigheid van archeologische behoudenswaardige scheepswrakken (en eventueel vliegtuigwrakken), die mogelijk aan- en/of dicht onder het oppervlak zijn aan te treffen, kan een verkennend onderzoek op water worden overwogen (side scan sonar/magnetometer) zodra de daadwerkelijk te vergraven locaties (slibgeulen/zandwinput) bekend zijn. Bij daadwerkelijke aanwezigheid zijn gepaste maatregelen in het kader van de archeologische monumentenzorg aan de orde of kan voor een andere locatie worden gekozen. De kans op het aantreffen van betekenisvolle objecten wordt, gezien de omvang van de slibgeulen/zandwinput, relatief laag ingeschat.

Aangezien het initiatief in principe als archeologievergunningplichtig zal zijn aan te merken, is het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting de eerste stap in het verdere archeologisch proces. Wanneer deze verwachting vroegtijdig wordt opgesteld voor het hele plangebied, kan deze een rol spelen bij het bepalen van de minst verstorende positie van de slibgeulen en/of de zandwinput in relatie tot de archeologie.

Tabel 6.7.4 Samenvattende beoordeling thema 'Cultuurhistorie en Archeologie'

Toetscriterium cultuurhistorie en archeologie	Aanleg	500ha	1500 ha
Zichtbaarheid natuureiland	n.v.t.	0 / +	0 / +
Invloed van ophoging op de informatiewaarde	- / 0	n.v.t.	n.v.t.
Verstoring door vergraving archeologische waardevol gebied	- / 0	n.v.t.	n.v.t.

6.7.5 Conclusie en haalbaarheid

Bij cultuurhistorie is beoordeeld in hoeverre het initiatief invloed heeft op cultuurhistorische waarden. Bij het aspect archeologie is beoordeeld wat het effect van de planrealisatie is op de degradatie of verstoring van bekende en verwachte archeologische waarden. Gezien de geschiedenis van het ontstaan van het gebied van het Markermeer (eerst land, dan langzame uitbreiding tot moeras, zee en later meer) heeft de nieuwe inrichting een positief effect heeft op de cultuurhistorische waarde. Uit eerder uitgevoerde metingen zijn weinig archeologische bekende waarden aangetoond. Gezien het oppervlak van de verstoring door de slibgeulen en de zandwinput in verhouding tot het totale plangebied en de mogelijke menselijke aanwezigheid wordt niet uitgesloten dat het voornemen tot een verstoring leidt, maar de kans daarop wordt echter klein geacht. Indien objecten door vergraving verstoord dreigen te worden, dient een archeologische waardstelling plaats te vinden. Bij aangetoonde behoudenswaardigheid zijn gepaste vervolgmaatregelen in het kader van de archeologische monumentenzorg aan de orde. Zodra de locaties van de slibgeul(en) en zandwinput(ten) bekend is, zal nader onderzoek verricht moeten worden. De aanwezigheid van eventuele archeologische waarde is geen belemmering voor de haalbaarheid van het bestemmingsplan.

6.8 Recreatie

6.8.1 Wet- en regelgeving en beleid

Beleidsvisie Recreatie toervaart Nederland 2008-2013

Voor het in stand houden en verbeteren van de vaarwegen voor de recreatievaart is de BRTN 2008 - 2013 opgesteld. De hoofddoelstelling van de BRTN is het net van bevaarbare wateren in Nederland behouden en verder ontwikkelen als één aantrekkelijk, gedifferentieerd en samenhangend recreatietoervaartnet. Het Markermeer en IJmeer zijn een belangrijke schakel in dit toervaartnet.

Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer (2009) en recreatie

In het toekomstbeeld Markermeer en het IJmeer is behoud en ontwikkeling van vaarrecreatie de hoofdlijn. Daarnaast wordt ruimte geboden voor het vergroten van het aanbod en variatie aan recreatieve voorzieningen waarbij de gebruiksmogelijkheden van de Flevolandse kust verder wordt ontwikkeld en de Noord-Hollandse kust wordt geïntensiveerd. Uitgangspunt is dat ontwikkelingen de historische gelaagdheid van het gebied respecteren en tegelijk nieuwe identiteit toevoegen¹⁵.

6.8.2 Beoordelingskader en -methode

De recreatieve waarden van het gebied worden door een groot aantal gebruikers sterk gewaardeerd en dragen bij aan de regionale economie. Het voornemen kan invloed hebben op het bestaand gebruik, maar heeft ook potentie de waarde te vergroten. Het thema recreatie is aan de hand van de volgende aspecten onderzocht en beoordeeld:

Toervaartnetwerk: Hierin wordt beschreven in welke mate Marker Wadden bestaande recreatieve routes positief dan wel negatief beïnvloed. Dit aspect concentreert zich voornamelijk op de toervaart (motor- en zeilboten) op het Markermeer en IJmeer.

Recreatieve voorzieningen: Dit aspect beschrijft in welke mate Marker Wadden recreatieve voorzieningen in het gehele Markermeergebied beïnvloed en in hoeverre het voornemen potentie heeft recreatiewaarden in de toekomst te vergroten. Dit aspect richt zich op de kustgebonden recreatie.

Tabel 6.8.1: Toervaartnetwerk

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan het toervaartnetwerk
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan het toervaartnetwerk
0	Voornemen leidt niet tot verandering van het toervaartnetwerk
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering van het toervaartnetwerk
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van het toervaartnetwerk

Tabel 6.8.2: (Toekomstige) recreatieve voorzieningen

Score	Beschrijving
+	Voornemen draagt positief bij aan recreatieve voorzieningen
0 / +	Voornemen draagt beperkt positief bij aan recreatieve voorzieningen
0	Voornemen leidt niet tot verandering van recreatieve voorzieningen
- / 0	Voornemen leidt tot een beperkte verslechtering van recreatieve voorzieningen
-	Voornemen leidt tot een verslechtering van recreatieve voorzieningen

¹⁵ www.markermeerijmeer.nl

6.8.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

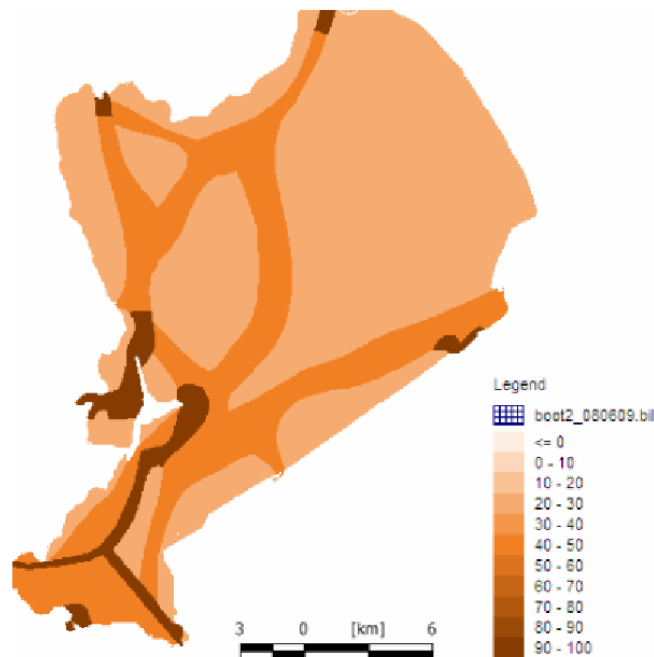
Het Markermeergebied voorziet de gehele regio en daarbuiten in de behoefte aan recreatiewater (Bron: markermeerijmeer.nl). Hierin kan onderscheid worden gemaakt tussen het toervaartnetwerk dat op het grote water is gericht en de kustgebonden recreatie met bijbehorende voorzieningen.

Toervaartnetwerk

Het Markermeer en IJmeer vormen samen met het IJsselmeer en de Randmeren één groot waterrecreatiegebied van internationale betekenis. Het gebied is een belangrijke schakel in het Nederlandse toervaartnetwerk voor motorboten en zeilboten. De gebruikers van dit netwerk zijn recreanten uit heel Nederland die in dit gebied een boot hebben liggen of op doorvaart zijn en toeristen uit binnen- en buitenland die gebruik maken van de bruine vloot en chartervaart. Langs de kusten vinden de meeste vaarbewegingen plaats. De drukste bevaren routes zijn het IJmeer – Volendam – Hoorn – Enkhuizen en het IJmeer – Lelystad. Langs de Houtribdijk tussen Enkhuizen - Lelystad is het aantal vaarbewegingen laag. Ook midden op het Markermeer wordt er minder gevaren (@).

De sluisen bij Enkhuizen en Lelystad vormen de verbinding met het IJsselmeer. Terwijl Amsterdam en Muiden belangrijke verbindingen met het binnenland zijn.

Figuur 6.8.1 Intensiteit gebruik vaarroutes



Recreatieve voorzieningen

De kusten van het Markermeer faciliteren de waterrecreatie door middel van verblijfsrecreatie, jachthavens en allerlei bezienswaardigheden. De kusten zijn de schakel met het achterland en routenetwerken.

Rondom het Markermeer bevinden zich meerdere jachthavens. De belangrijkste locaties zijn Almere, Lelystad, Enkhuizen, Hoorn Volendam, Monnickendam, Durgerdam, Amsterdam en Muiden. Daarnaast bieden de kusten van het Markermeer en IJmeer allerlei mogelijkheden voor (kite)surfers, kanovaarders, vissers, zwemmers, wandelaars en fietsers. Hieraan gekoppeld zijn allerlei vormen van verblijfsrecreatie zoals campings en vakantiewoningen.

Figuur 6.8.2 Vaarverkeer ter hoogte van Monnickendam



De meest aantrekkelijke gebieden zijn de oude Zuiderzeekusten in Noord-Holland. De regio Gouwzee trekt jaarlijks honderdduizenden dagrecreanten uit binnen- en buitenland. Ook worden de steden zoals Enkhuizen, Hoorn en Muiden bezocht door vele dagrecreanten. De Houtribdijk daarentegen biedt nauwelijks recreatieve voorzieningen. Ook de kust tussen Almere en Lelystad biedt vrij beperkt mogelijkheden.

Uit onderzoek blijkt dat er nog volop mogelijkheden voor ontwikkeling zijn. Voornamelijk voor wandelaars en fietsers en het aanbod van horeca, zit- en speelplekken en attracties (Recreatiestudie, achtergrondrapport Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer, 2009).

Autonome ontwikkeling

De behoefte aan recreatievoorzieningen zal in de toekomst steeds groter worden. Dit geldt voor alle vormen van waterrecreatie. Hiermee zal ook het aantal toeristisch-recreatieve activiteiten alleen maar toenemen. Tevens is de verwachting dat door bevolkingsgroei de groep bezoekers in de regio sterk toeneemt. Deze twee trends betekenen dat continue aandacht moet worden besteed aan de kwaliteit van het Markermeer-IJmeer.

Voor het vergroten van het toeristische-recreatieve aanbod rond Almere zijn veel plannen opgesteld. Hierbij ligt de focus op wonen aan het water, hotels en leisure-aanbod (Recreatiestudie, achtergrondrapport Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer, 2009). Marina Kaap Hoorn, de nieuwe jachthaven, wordt ontwikkeld voor de waterrecreatie (Structuurvisie Hoorn – ontwerp (2012)). Op lange termijn kan ook het buitendijkse deel ten oosten van dit gebied, nu nog bedrijfsterrein, worden ontwikkeld als woon-/waterrecreatiegebied. Buitendijks gebied rondom Lelystad wordt in het omgevingsplan van Flevoland aangeduid als ontwikkelingsgebied voor combinatie landbouw, natuur, verblijfsrecreatie en waterbeheer.

Figuur 6.8.2 Ontwikkelingsmogelijkheden recreatie



6.8.4 Effectbeschrijving

Uitgangspunten

Zowel het eindbeeld als tijdelijke effecten tijdens de uitvoering worden beoordeeld. De in paragraaf 4.3 genoemde bandbreedtes van materiaal, materieel en uitvoeringsperiode zijn bij dit thema niet van belang.

Toervaartnetwerk: Eindbeeld

Het totale oppervlak aan vaargebied vermindert als gevolg van Marker Wadden. Aangezien het deel van het toekomstig natuureiland in de huidige situatie het minst wordt bevaren, heeft het voornemen een minimaal effect op het huidige toervaartnetwerk.

Met de komst van Marker Wadden ontstaat er een aantrekkelijke bestemming aan de oostkant van het Markermeer¹⁵. Zodoende kan dit leiden tot een andere spreiding van vaarbewegingen op het water, waardoor bepaalde routes rustiger worden en de oostkant meer wordt benut. Boten kunnen beperkt aanleggen op Marker Wadden. De verwachting is dat er meer toervaarders richting de jachthavens van Lelystad en Almere worden getrokken. Door de extra mogelijkheden die Marker Wadden biedt, draagt het eindbeeld van het voornemen bij aan het toervaartnetwerk. Conform beoordelingstabel 6.8.1 scoort het voornemen positief (+).

Toervaartnetwerk: Uitvoering

Tijdens de uitvoering zullen er (plaatselijk) extra vaarbewegingen van aanvoerschepen komen. Omdat het plangebied niet druk bevaren wordt zijn de effecten beperkt en ondervinden toervaarders maar in beperkte mate hinder van het extra scheepverkeer. Ook kan de uitvoering een aantrekkende werking hebben

waardoor er extra toervaarders naar het gebied komen. Het verdient de aanbeveling tijdens de aanleg duidelijk aan te geven welke zones toegankelijk zijn en welke afstand toervaarders moeten houden tot aan het werkgebied. Tijdens de uitvoering leidt het voornemen tot een beperkte verslechtering van het toervaartnetwerk en scoort het beperkt negatief (- / 0).

Recreatieve voorzieningen: Uitvoering

De aanleg van Marker Wadden zal zichtbaar zijn vanaf een deel van de Houtribdijk en vanaf de dijk bij Lelystad, voornamelijk de werkzaamheden van sleepopperzuigers. Het gebied transformeert van open water naar een slibeiland waarop natuur zich gaat ontwikkelen. Dit beeld zal voor sommige recreanten als onprettig kunnen worden ervaren, maar kan aan de andere kant juist ook mensen naar het gebied trekken om de transformatie te bekijken. Om dit te kunnen faciliteren zou er een (tijdelijk) bezoekerscentrum kunnen worden aangelegd, met de mogelijkheid voor excursies naar het plangebied. Omdat er tijdens de uitvoering slechts beperkt mogelijkheden zijn voor uitbreiding van recreatieve voorzieningen, leidt deze periode niet direct tot verandering van recreatieve voorzieningen (0) buiten het plangebied.

Recreatieve voorzieningen: Eindbeeld

Marker Wadden biedt allerlei kansen voor het vergroten van recreatieve voorzieningen aan de oostkant van het Markermeer. In de eerste plaats dragen luwtemaatregelen bij aan een betere waterkwaliteit en kan het vaarwater rustiger worden, waardoor dit veiliger en aantrekkelijker is voor de waterrecreanten. Daarnaast kunnen er op Marker Wadden en in de directe omgeving daarvan voorzieningen worden ontsloten die passen bij het natuurlijke karakter van het gebied, zoals wandel- en vogelkijkexcursies.

De Houtribdijk en Lelystad kunnen een belangrijke rol spelen als schakel tussen Marker Wadden en het vaste land op het gebied van horeca, aanlegplekken en verbinding met fiets- en wandelroutes. Hierdoor vergroot de diversiteit van het Markermeergebied, zonder dat ze afdoen aan bestaande voorzieningen en draagt het voornemen bij (+) aan mogelijkheden voor recreatieve voorzieningen.

6.8.5 Effectbeoordeling, conclusie en haalbaarheid

Tijdens de uitvoering zal de toervaart enige hinder ondervinden vanwege de schepen die bezig zijn met de werkzaamheden. Daardoor is hier sprake van een beperkt negatief effect (- / 0). Zodra de eerste 500 ha zijn gerealiseerd zullen er nog steeds enkele werkzaamheden plaatsvinden voor de realisatie naar de volgende stap van 1500 ha. Zodra 1500 ha zijn gerealiseerd zal er geen effect meer optreden op het toervaartnetwerk.

Tijdens de uitvoering zullen er slechts beperkt mogelijkheden zijn voor uitbreiding van recreatieve voorzieningen. Daardoor leidt deze periode niet direct tot verandering van recreatieve voorzieningen (0) buiten het plangebied.

Marker Wadden draagt bij aan een grotere diversiteit aan mogelijke recreatieve voorzieningen in het Markermeergebied. Daardoor is er sprake van een positief effect.

Tabel 6.8.3 beoordeling criteria recreatie

Toetscriterium recreatie	Aanleg	500ha	1500 ha
Toervaartnetwerk	- / 0	- / 0	0
Toekomstige (recreatieve) voorzieningen	0	+	+

6.9 Leefomgeving

Voor het thema leefomgeving is onderzocht in hoeverre er effecten optreden met betrekking tot de luchtkwaliteit en of er sprake is van overschrijding van de geldende geluidsnormen. De effecten op luchtkwaliteit en geluidhinder treden vooral op tijdens de uitvoeringsperiode. Aangezien de exacte uitvoeringswijze nog niet bekend is, wordt er op basis van expert judgement en aan de hand van vuistregels een bandbreedte van effecten gepresenteerd voor de uitvoeringsvarianten zoals beschreven in paragraaf 4.5.

6.9.1 Wet- en regelgeving en beleid

Luchtkwaliteit

De Nederlandse wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit in de buitenlucht is opgenomen onder 'Titel 5.2. Luchtkwaliteitseisen' van de Wet milieubeheer (Wm) (StB. 2007, 434). Per 1 augustus 2009 is de Wet tot wijziging van de Wet milieubeheer (implementatie en derogatie luchtkwaliteitseisen) in werking getreden.

Geluid

In de Omgevingsverordening van de provincie Flevoland is het Markermeer aangewezen als stiltegebied. Dat heeft tot gevolg dat hiervoor een grenswaarde van 35 dB(A) wordt gehanteerd. Ook is het Markermeer aangewezen als een Natura2000 gebied.

Ten behoeve van de woningen is aangesloten op de Circulaire Bouwlawaai. Om de geluidproductie te beperken kan het bevoegd gezag (de gemeente) voorschriften opstellen ten aanzien van de uitvoering. Hierbij kan worden aangesloten op de het toetsingskader in de Circulaire Bouwlawaai 2010. Hiervoor wordt een voorkeurswaarde van 60 dB(A)-etmaalwaarde gehanteerd.

6.9.2 Beoordelingskader en -methode

Luchtkwaliteit en stikstofdepositie

Om aannemelijk te maken dat de aanleg van Marker Wadden binnen het wettelijk kader luchtkwaliteit past, is de worst case situatie van de totale uitstoot van stikstofoxiden berekend. Vervolgens zijn de uitstoot van stikstofoxiden met een verspreidingsmodel omgerekend naar concentraties. Deze concentraties zijn opgeteld bij de achtergrondconcentratie. Indien de som van de achtergrondconcentraties met de bijdrage onder de grenswaarden blijft, is aannemelijk gemaakt dat de aanleg binnen het wettelijk kader past.

Aangezien er vanwege de inzet van het materieel tijdens de aanlegfase altijd sprake zal zijn van een toename van emissies, zal er geen sprake kunnen zijn van een (zeer) positief effect. In de onderstaande tabellen is het beoordelingskader voor de toetscriteria NO₂ en PM₁₀ opgenomen. Er hoeft niet op alle locaties in de buitenlucht getoetst te worden aan de grenswaarden. Alleen die locaties waar burgers, voor over het algemeen langere periode, verblijven dienen beoordeeld te worden. Dit sluit onder andere Marker Wadden zelf als toetsingslocatie uit. In het onderzoek is daarom vooral gekeken naar de luchtkwaliteit in de steden en dorpen in de directe omgeving van Marker Wadden.

Tabel 6.9.2 luchtkwaliteit buitenlucht bij locaties waar burgers langere tijd verblijven

Score	Beschrijving
0	Toename van minder dan 3 µg/m ³ NO ₂ en PM ₁₀ bij locaties waar burgers voor een langere periode verblijven en er is geen overschrijding van de grenswaarde van 40 µg/m ³
-	Toename van meer dan 3 µg/m ³ bij locaties waar burgers voor een langere periode verblijven of een overschrijding van de grenswaarde van grenswaarde van 40 µg/m ³

Geluid

Aangezien er vanwege de inzet van het materieel altijd sprake zal zijn van een toename van het geluid, zal er vanwege de aanlegfase geen sprake kunnen zijn van een (zeer) positief effect. In de onderstaande tabellen is het beoordelingskader voor de geluideffecten opgenomen voor het stiltegebied (tabel 6.9.2) en voor de geluidseffecten voor gevoelige bestemmingen (tabel 6.9.3).

Tabel 6.9.2 Geluidhinder stiltegebied

Score	Beschrijving
0	Geluidbelasting van het in te zetten materieel is ≤ 35 dB(A) binnen het stiltegebied
-	Geluidbelasting van het in te zetten materieel is > 35 dB(A) binnen het stiltegebied

Tabel 6.9.3 Geluidhinder geluidgevoelige bestemmingen

Score	Beschrijving
0	Geluidbelasting van het in te zetten materieel is ≤ 60 dB(A) op geluidgevoelige bestemmingen
-	Geluidbelasting van het in te zetten materieel is > 60 dB(A) op geluidgevoelige bestemmingen

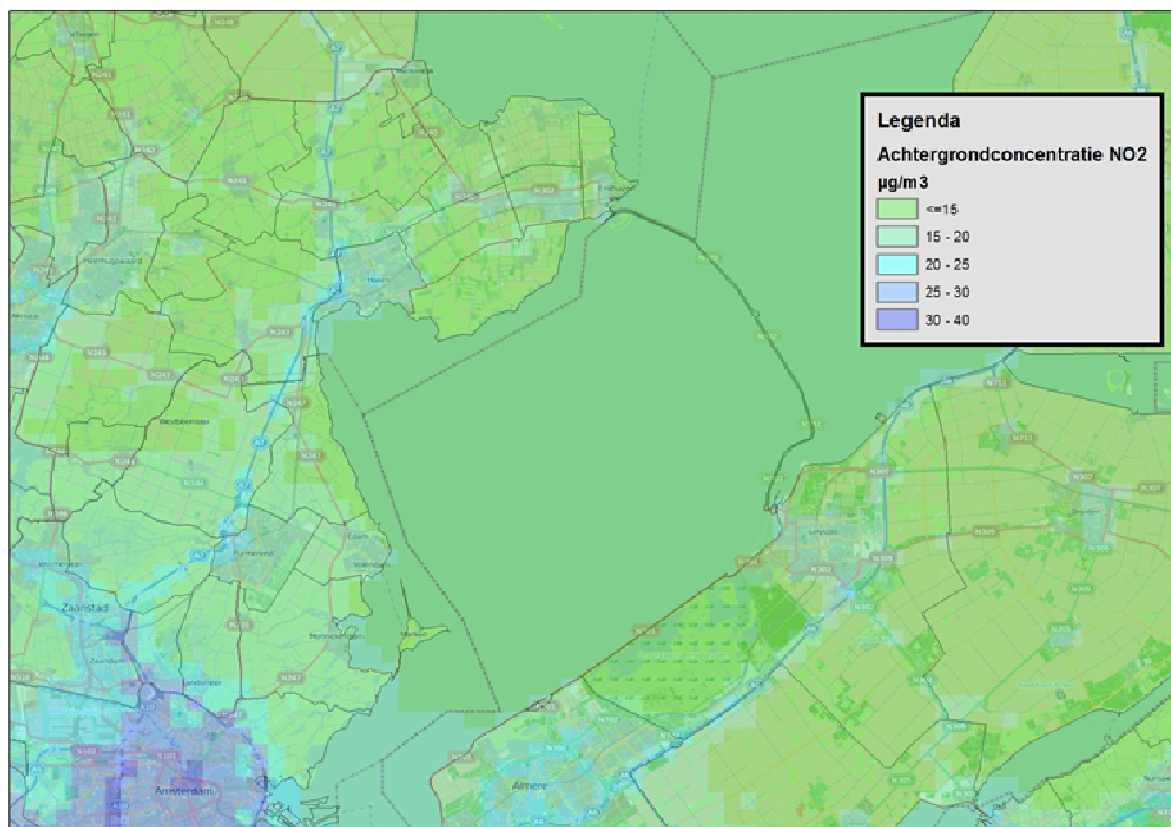
6.9.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Op het Markermeer is een aantal vaarroutes voor beroeps- en pleziervaart aangewezen (Amsterdam – Krabbersgat, Lelystad – Krabbersgat, Amsterdam – Houtribsluizen). Daarnaast bevindt zich ten oosten van Marker Wadden de Houtribdijk (N302) en aan de zuidzijde de Houtribweg/Oostvaardersdijk (N701).

Luchtkwaliteit

De achtergrondconcentraties NO_2 zijn in het gebied rondom Marker Wadden relatief laag, ongeveer tussen de $15\text{--}18\mu\text{g}/\text{m}^3$. Rond de regio Amsterdam liggen de concentraties hoger. Figuur 6.9.1 presenteert de NO_2 achtergrondconcentratie in 2012 (Bron: Grootschalige Concentratiekaarten Nederland, RIVM).

Figuur 6.9.1 NO_2 achtergrondconcentratie Markermeer in 2012



6.9.4 Effectbeschrijving

6.9.4.1 Aanlegfase

Uitgangspunten luchtkwaliteit

De emissies die in het luchtkwaliteitonderzoek zijn gebruikt beschrijven de situatie in de worst case uitvoeringsvariant voor luchtkwaliteit, namelijk variant 1 'intensief en snel'. In deze variant is aangenomen dat alle activiteiten die nodig zijn bij de aanleg gelijktijdig plaatsvinden. In de praktijk zullen veel activiteiten echter gevolgtijdelijk worden uitgevoerd waardoor de emissies per jaar lager zijn dan in het onderzoek is aangenomen.

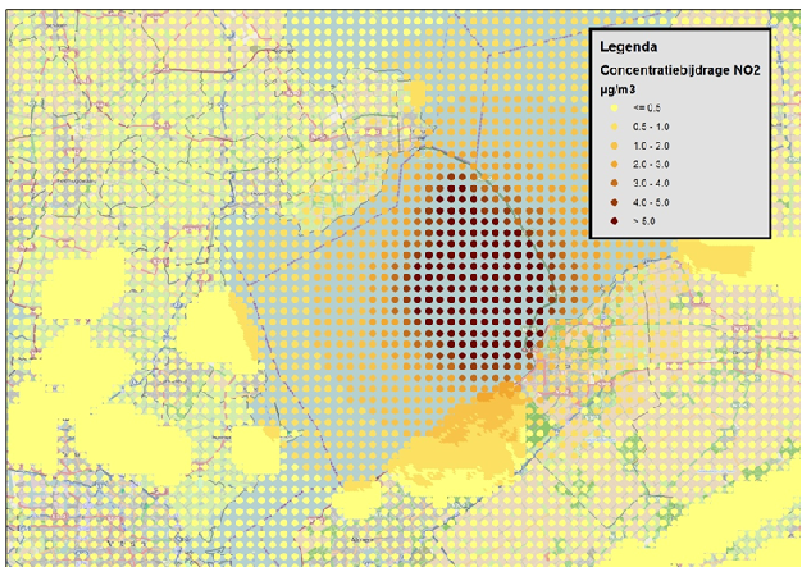
Voor het uitvoeren van de luchtkwaliteitberekeningen is gebruik gemaakt van het verspreidingsmodel OPS Pro versie 4.3.16. Dit model is ontwikkeld door het RIVM en is toegepast bij de stikstofdepositieberekeningen. Het model heeft geen formele goedkeuring van de Minister van Infrastructuur en Milieu voor luchtkwaliteitberekeningen, maar geeft wel vergelijkbare resultaten als wel goedgekeurde modellen voor industriële bronnen.

Resultaten

Het model OPS Pro berekent de NO_x concentraties, terwijl de norm betrekking heeft op NO_2 ¹⁶. Wanneer de berekende NO_x bijdrage wordt beschouwd als NO_2 (er wordt dan voorbij gegaan aan het feit dat maar een deel van de NO_x wordt omgezet naar NO_2) betekent dit dat er een overschatting wordt gemaakt van de totale NO_2 bijdrage. Ook hier geldt weer dat bij een meer verfijnde berekening de NO_2 concentratiebijdrage lager zal zijn dan in het onderzoek is aangenomen.

Figuur 6.9.2 presenteert de bijdrage van de aanlegactiviteiten (inzet van het materieel) op de NO_2 concentratie voor uitvoeringsvariant 3 (snel en compact, zand van elders). De bijdrage van de aanleg activiteiten aan de NO_2 concentratie ter hoogte van locaties waar burgers langere tijd verblijven bedraagt orde grootte maximaal $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ter hoogte van Lelystad en Enkhuizen is de bijdrage iets minder dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ter hoogte van Amsterdam minder dan $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 6.9.2 Bijdrage aan de NO_2 concentratie als gevolg van het in te zetten materiaal tijdens aanlegfase



Wanneer de berekende bijdragen worden opgeteld bij de achtergrondconcentraties wordt duidelijk dat de totale NO_2 concentraties in het studiegebied ruim onder de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blijven.

¹⁶ $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$; NO_2 is een stof die deels direct wordt uitgestoten bij verbrandingsprocessen en deels via omzetting met ozon in de atmosfeer wordt gevormd. NO_x concentraties zijn per definitie groter dan NO_2 concentraties omdat NO_2 een deelverzameling is van NO_x .

De fijn stof concentraties zijn niet specifiek berekend. Uit vergelijkbare studies (Zeetoegang IJmond, Aanleg Maasvlakte 2) blijkt dat de fijn stof emissies door schepen, bulldozers, cutters etc. vele malen lager zijn dan de NO_x emissies. Ook al zijn de achtergrondconcentraties van PM₁₀ iets hoger dan die van NO₂, toch zijn de concentraties ver onder de grenswaarde van 40 µg/ m³. Hieruit blijkt dat de aanleg van Marker Wadden niet zal leiden tot overschrijding van de PM₁₀ grenswaarde.

Uitvoeringsvarianten

In tabel 6.9.5 is de NO₂-bijdrage ten gevolge van andere aanlegvarianten van Marker Wadden gegeven op een vaste locatie. De locatie betreft de RD-coördinaten 159.000; 504.000 en is gelegen nabij de Houtribsluizen in Lelystad. Gekozen is voor deze locatie omdat daar de hoogste concentraties aangetroffen worden (zie figuur 6.9.2).

Tabel 6.9.5 Bijdrage NO₂ µg/m³ per uitvoeringsvariant op één maatgevende locatie

Variant	NO ₂ [µg/m ³] RD: 159.000; 504.000
V1 Snel en compact	1,5
V2 Snel en compact zonder nachtperiode	1,0
V3 Snel en compact met zand van elders	1,4
V4 Minder materieel meer tijd	0,8

Conclusie

Aangetoond is dat de NO₂ en PM₁₀ grenswaarden als gevolg van de aanleg van Marker Wadden niet worden overschreden. Uit tabel 6.9.5 blijkt dat de varianten verschillen in de bijdrage aan de luchtverontreiniging. De varianten waarbij de activiteiten over een langere periode worden uitgesmeerd is de bijdrage aan de luchtkwaliteit gemiddeld over een jaar lager dan in variant één 'Snel en compact'. De variant waarbij zand van elders wordt gehaald scoort nagenoeg gelijk aan uitvoeringsvariant één. Conform beoordelingstabel 6.9.1 wordt de aanlegfase voor alle uitvoeringsvarianten als neutraal (0) beoordeeld. Indien gekozen wordt voor een andere aanlegvariant is het niet aannemelijk dat grenswaarden ten aanzien van luchtkwaliteit worden overschreden. Hiermee is luchtkwaliteit geen beperkende factor voor de realisatie van het project.

Uitgangspunten geluid

Het doel van dit onderzoek is om per variant te bepalen wat de geluideffecten zijn vanwege de aanlegfase van Marker Wadden. Om de geluideffecten inzichtelijk te maken, is uitgegaan van de vier varianten voor de aanleg van het eiland zoals beschreven in paragraaf 4.5.4 In tabel 6.9.5 is de akoestisch meest kritische situatie beschouwd waarin het materieel tegelijkertijd in bedrijf zal zijn op de uiterste locaties van het werkgebied.

Tabel 6.9.5 Overzicht in te zetten materieel per uitvoeringsvariant voor de aanleg van de eerste 500 ha

Materieel		Bronvermogen Lwr in dB(A)	Variant (aantal)			
Loc	Beschrijving		1	2	3	4
A	Cutter (1600 kW)	114	4	4	2	2
B	Steekzuiger of pomp+ hydrotjet (1600 kW)	114	1	1	1	1
C	Vaartuig hydrojet (1200-1600 kW)	110	2	2	2	1
D1	Kraan	105	2	2	3	1
D2	Kraan/Cutter (700 kW)	110	1	1	1	1
E	Bulldozer	106	4	4	2	2
F1	Schip binnen werk (klei holocene)	110	2	2	2	1
F2	Schip schelpenrif	110	1	1	1	1
G	Schepen voor aanvoer van buiten (binnenschip/beunbakken)	110	2	2	10	1

De bronvermogens zijn ontleend aan beschikbare meetgegevens van vergelijkbaar materieel. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de Handleiding Meten en Rekenen industrielawaai 1999, zoals

opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. Voor stiltegebieden/Natura2000 gebieden en ter plaatse van woningen zijn de geluidniveaus berekend in verschillende dosismaten.

Stiltegebieden/Natura2000 gebieden

Voor het bepalen van de geluideffecten in het stiltegebied en Natura2000 gebied zijn de geluidniveaus berekend in de dosismaat $L_{Aeq,24uur}$. Hieronder wordt verstaan het energetisch en naar de tijdsduur van de beoordelingsperiode gemiddelde van de volgende drie waarden:

- het equivalente geluidniveau gedurende de dagperiode L_{day} (van 7.00 uur tot 19.00 uur);
- het equivalente geluidniveau gedurende de avondperiode $L_{evening}$ (van 19.00 uur tot 23.00 uur);
- het equivalente geluidniveau gedurende de nachtperiode L_{night} (van 23.00 uur tot 7.00 uur).

Voor het stiltegebied is de 45 dB(A) geluidcontour berekend. Om te bepalen of mogelijk sprake is van verstoring vanwege de aanleg, is onderzocht waar de 42 dB(A) en 47 dB(A) contouren liggen. In de Passende Beoordeling is vervolgens nader onderzocht of er mogelijk sprake is van verstoring vanwege het geluid. De geluidniveaus zijn berekend op een waarnemingshoogte van 1,5 meter.

Woningen

Ten behoeve van de geluideffecten ter plaatse van woningen zijn de geluidniveaus berekend in de dosismaat L_{etmaal} . Hieronder wordt verstaan het energetisch en naar de tijdsduur van de beoordelingsperiode gemiddelde van de volgende drie waarden:

- het equivalente geluidniveau gedurende de dagperiode L_{day} (van 7.00 uur tot 19.00 uur);
- het equivalente geluidniveau gedurende de avondperiode $L_{evening}$ (van 19.00 uur tot 23.00 uur) vermeerderd met 5 dB(A);
- het equivalente geluidniveau gedurende de nachtperiode L_{night} (van 23.00 uur tot 7.00 uur) vermeerderd met 10 dB(A).

Resultaten geluidbelasting binnen stiltegebied

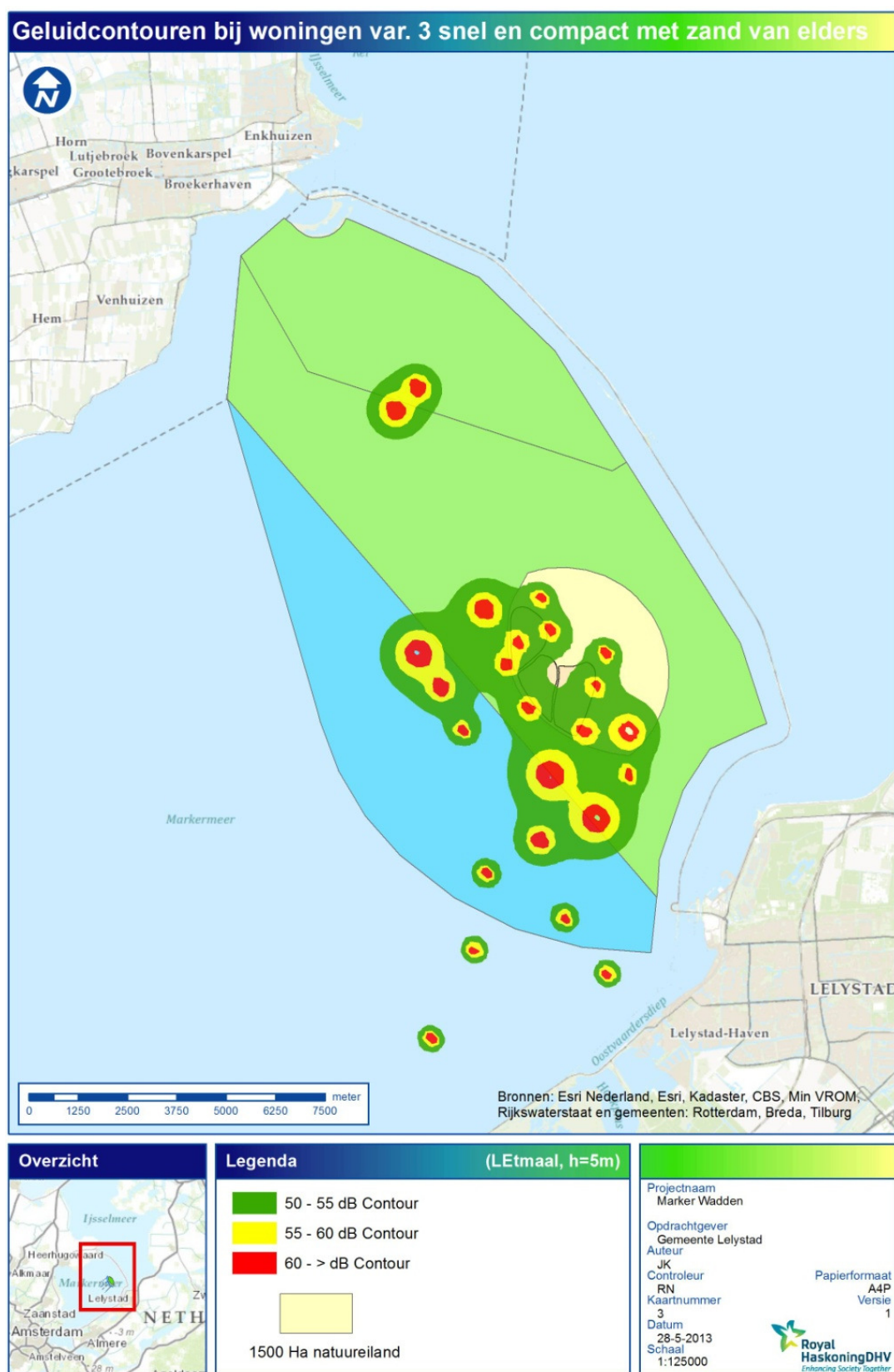
Het materieel dat ingezet wordt om Marker Wadden te realiseren produceert geluid. Omdat het materieel in het *stiltegebied zelf* worden ingezet, vindt er altijd een toename plaats van geluid binnen het stiltegebied. Bij alle vier de varianten produceert het materieel een geluidemissie van meer dan 35 dB(A) en wordt de grenswaarden voor stiltegebieden zoals genoemd in de Omgevingsverordening van de provincie Flevoland overschreden. De vier varianten scoren daarom conform beoordelingstabel 6.9.3 negatief (-).

De geluidsbelasting van de verschillende uitvoeringsvarianten zijn onderling niet onderscheidend. Het voordeel van uitvoeringsvariant 2 'snel en compact met zand van elders' is dat er maar twee cutterzuigers nodig zijn (en daarmee minder geluid produceren); maar dit voordeel wordt weer teniet gedaan door de toename van het aantal schepen met zand van elders dat in en rondom het plangebied varen. Het voordeel van uitvoeringsvariant 3 'snel en compact zonder nachtperiode' is dat, zoals de titel al zegt, er gedurende de nachtperiode (23.00 – 07.00) niet gewerkt wordt. De gemiddelde 24-uurs geluidbelasting neemt hierdoor aanzienlijk af, maar de uitvoeringsperiode (en daarmee de periode waarbinnen de geluidbelasting binnen het stiltegebied hoger is dan 42 dB(A)) neemt met circa zes maanden toe. Bij uitvoeringsvariant 4 is het voordeel dat er maar twee cutterzuigers en 5 schepen tegelijkertijd aan het werk zijn, waardoor de geluidbelasting relatief lager is dan de overige uitvoeringsvarianten. Een nadeel is dat het maken van de rand van het natuureiland voor de eerste 500 hectare circa 24 maanden duurt; 12 maanden langer dan bij uitvoeringsvariant 1. In bijlage 3 zijn de geluidcontouren per uitvoeringsvariant binnen het stiltegebied gepresenteerd.

Resultaten geluidbelasting op woningen

Ten aanzien van de geluideffecten ter plaatse van woningen blijkt dat in alle varianten de 60 dB(A) contour niet ter plaatse van woningen ligt. Alle varianten scoren hierdoor 'neutraal' (0). Vanwege de inzet van extra zandschepen komen geluidcontouren in de uitvoeringsvariant 3 'zand van elders' het dichtst in de buurt van geluidgevoelige bestemmingen, zie figuur 6.9.3. De overige figuren zijn in bijlage 3 gepresenteerd.

Figuur 6.9.3 Geluidcontouren bij uitvoeringsvariant 3 'zand van elders'



6.9.4.2 Gebruikfase

Luchtkwaliteit

Het natuureiland, het bezoekerscentrum en de eco-lodges zullen bezoekers trekken. De bezoekers zullen met een vaartuig naar het eiland toe komen. Dit kan met een motorvaartuig of een zeilboot zijn. Uitgaande van 25 ligplaatsen zullen, in mei t/m september, gemiddeld per vaardag 25 vaartuigen naar het eiland heen en weer varen. Dit zijn dus 50 vaarbewegingen per dag (ongeveer tussen 09:00 uur en 19:00 uur). Ingeschat wordt dat 25% hiervan een motorboot zal betreffen, oftewel circa 13 vaarbewegingen per vaardag.

Gezien het geringe aantal vaarbewegingen zijn de effecten op de gebieden waar wettelijk getoetst moet worden minimaal. De gebruiksfase valt onder het besluit 'Niet in betekende mate bijdragen' en kan worden aangeduid als NIBM. Deze bewering is getoetst in de NIBM-tool, waarbij als worst-case uitgangspunt is gehanteerd dat de emissie van één pleziervaartboot overeen komt met 3 vrachtwagens. Conclusie is dat er geen wezenlijk effecten zijn op de algehele luchtkwaliteit. Nader onderzoek is niet noodzakelijk. De gebruiksfase wordt voor dit toetscriterium neutraal (0) beoordeeld.

Geluidbelasting

Op het eiland is het voornemen een bezoekerscentrum met 25 ecolodges te realiseren. Een dergelijke inrichting valt onder categorie 1 volgens de VNG-publicatie "Bedrijven en milieuzonering". Dit is de laagste categorie. Voor deze categorie geldt voor geluid een hinderafstand van maximaal 10 meter. Deze hinderafstand is dermate klein dat er van het bezoekerscentrum met de ecolodges geen geluidhinder danwel verstoring te verwachten is.

Het aantal vaarbewegingen van en naar het eiland, het bezoekerscentrum en de ecolodges is dermate laag dat redelijkerwijs gesteld kan worden dat dit aantal vaarbewegingen zal opgaan in het heersende recreatieve verkeersbeeld op het Markermeer en niet zal leiden tot (extra) geluidhinder of verstoring. De gebruiksfase wordt voor dit toetscriterium neutraal (0) beoordeeld.

6.9.5 Conclusie en haalbaarheid

De uitstoot van het benodigde materieel leidt tot een hogere geluidbelasting dan de streefwaarde van 35 dB(A) zoals opgenomen in de Omgevingsvisie van de provincie Flevoland. Van deze streefwaarde kan gemotiveerd worden afgeweken. Op het gebied van luchtkwaliteit is aannemelijk gemaakt dat het voornemen zowel tijdens de aanlegfase als de gebruiksfase voor de verontreinigende stoffen stikstofdioxide en fijn stof onder de wettelijke drempelwaarde blijft.

Tabel 6.9.6 beoordeling criteria recreatie

Toetscriterium leefomgeving	Aanleg	500 ha	1500 ha
Concentratie PM ₁₀ en NO ₂ locaties waar burgers langere tijd verblijven	0	0	0
Geluidbelasting stiltegebied	-	0	0
Geluidbelasting geluidgevoelige bestemmingen	0	0	0

6.10 Kabels en leidingen

6.10.1 Wet- en regelgeving en beleid

Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012)

In de structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig) is ruimte voor het hoofdnetwerk voor vervoer van (gevaarlijke) stoffen via buisleidingen als nationaal belang aangemerkt. Buisleidingen op land die van nationaal belang zijn voor het transport worden alleen toegestaan in de gereserveerde stroken (ook leidingenstraat genoemd). Het beleid voor buisleidingen op land en de ligging van die stroken is uitgewerkt in de Rijksstructuurvisie Buisleidingen (2012).

In de omgevingsvisie Flevoland (2006) zijn de hoofdtransportleidingen en straalpaden (hoogspanningsmasten) weergegeven. Deze leidingen hebben specifieke veiligheids- en beschermingszones met bebouwingsrandvoorwaarden.

6.10.2 Beoordelingskader en -methode

De effecten zijn beoordeeld voor zowel de aanleg- als de beheerfase, waarbij wordt uitgegaan van de bandbreedtes voor Marker Wadden in paragraaf 4.3.

Gezien de aard van dit plan-MER zijn alleen de effecten op de grote kabels en leidingen in beeld gebracht. Deze kabels en leidingen kunnen tot aanzienlijke financiële en planningsrisico's leiden voor een ruimtelijk project. Voor het effect op kabels en leidingen is naast de ligging van de leidingen zelf, de ligging van het eiland en het gebied waarin de slibgeulen aangelegd kunnen worden van belang.

Er is in de beoordeling van uitgegaan dat het noodzakelijk is een kabel of leiding te verplaatsen als deze ligt in het gebied A, B1 en/of C van figuur 2.2 (plangebied Marker Wadden).

Tabel 6.10.1 Kabels en leidingen; noodzaak tot verleggen hoofdkabels en leidingen

Score	Beschrijving
0	Voornemen leidt niet tot noodzaak verleggen hoofdkabels en leidingen
- / 0	Voornemen leidt tot de noodzaak voor het verleggen van maximaal 1 hoofdtransportleiding
-	Voornemen leidt tot de noodzaak tot verleggen van meerdere hoofdtransportleidingen

6.10.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Huidige situatie

Uit de Rijksstructuurvisie Buisleidingen (2012) blijkt dat er geen grote buisleidingenstroken liggen in het Markermeer.

Uit de omgevingsvisie provincie Flevoland (2006) blijkt dat in het Markermeer geen bovenlokale hoofdtransportleidingen (hoofd kabels en leidingen) liggen. Het kan echter niet uitgesloten worden dat in het Markermeer ter hoogte van Marker Wadden kabels en leidingen liggen. Er is geen informatie beschikbaar over de ligging van kleinere kabels en leidingen.

Figuur 6.10.1 Hoofdtransportleidingen (uit Omgevingsvisie Flevoland 2006, figuur 9)



Autonome situatie

Ten Noorden van de Houtribdijk is een gebied aan gewezen voor windenergie in de structuurvisie Wind op Land. Er van uitgaande dat dit gebied ontwikkeld wordt zullen in de toekomst kabels gelegd worden om de energie te transporteren. Concrete plannen zijn nog niet bekend. Als dit het geval is zullen de kabels langs de Houtribdijk en ten noorden van de Houtribdijk lopen en geen invloed hebben op het plangebied van Marker Wadden.

6.10.4 Effectbeschrijving en -beoordeling

In het bestemmingsplangebied Marker Wadden liggen geen hoofdtransportleidingen of leidingenstroken. In het gebied A en B1 van het bestemmingsplan kunnen sleuven worden aangelegd om slib te laten bezinken. Voor de aanleg en het gebruik van deze sleuven zullen geen grote kabels en leidingen verplaatst hoeven worden. In het gebied C van het bestemmingsplan zal het natuureiland worden gebouwd. Dit gebied wordt omgeven door gebied B1. Ook in dit gebied liggen geen grote kabels en leidingen. Er zal tijdens de aanlegfase danwel gebruikfase geen noodzaak zijn voor het verleggen van grote kabels en leidingen. Het voornemen wordt daarom conform beoordelingstabel 6.10.1 voor zowel de aanlegfase als de gebruiksfase neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 6.10.2 beoordeling criteria kabels en leidingen

Toetscriterium	Aanleg	500 ha	1500 ha
Verlegging (hoofd) kabels en leidingen	0	0	0

6.11 Samenvattende conclusies milieueffecten

In dit plan-MER zijn de milieueffecten van de realisatie- en gebruiksfase onderzocht. In onderstaande tabel is van alle thema's per aspect de effectbeoordeling weergegeven. Na de tabel volgt per thema een korte globale toelichting op de score.

Thema	Aspect	Toetscriterium	Aanleg	500ha	1500ha
Water en Bodem	Oppervlaktewaterkwantiteit	Waterbergend vermogen	0	0	- / 0
		Stroming	0	0 / +	+
		Onderhoudsbaggerwerk	0	0 / +	+
	Slibhuishouding	Afname slib Markermeer	+	+	+
	Oppervlaktewaterkwaliteit	Doorzicht	- / 0	0 / +	+
		pH	0	0	0
		Fosfaat	0	0	0
		Chemische parameters	0	0	0
		Ecologische waterkwaliteitsdoelen	- / 0	0 / +	+
	Grondwater	Verandering grondwater	- / 0	0	0
		Verontreiniging van grondwater	0	0	0
	Verontreiniging waterbodembodem	Verontreinigingen	0	0	0
	Waterveiligheid	Golfploop bij omliggende dijken	0	0 / +	+
		Stabiliteit	0	0	0
Ecologie	Natura2000-gebieden	Instandhoudingdoelstellingen	- / 0	0 / +	+
	Beschermde soorten	Gunstige staat van instandhouding	0	0 / +	+
	Ecologische Hoofdstructuur	Wezenlijke kenmerken en waarden	- / 0	0 / +	+
Visserij	Visserij	Effect op areaal	- / 0	- / 0	- / 0
		Effect op de visstand	0	0 / +	+
Veiligheid	Nautische veiligheid	Nautische veiligheid beroepsvaart	- / 0	0	0
		Nautische veiligheid recreatievaart	- / 0	0	0
		Vlotheid van de beroepsvaart	0	0	0
Landschap	Landschap	Openheid en schaal	n.v.t.	- / 0	- / 0
		Patronen en elementen	n.v.t.	0 / +	0 / +
		Belevingswaarde	n.v.t.	+	+
Leefomgeving	Luchtkwaliteit	Bijdrage concentratie PM ₁₀ en NO ₂	0	0	0
	Geluidbelasting	Stiltegebied	-	0	0
		Geluidgevoelige bestemmingen	0	0	0
Kabel&Leiding	Kabels en leidingen	Noodzaak tot verleggen	0	0	0

Het waterbergend vermogen zal door de realisering van de eilanden bij 1500 hectare met minder dan 2% afnemen ten opzichte van het totale Markermeer. Des te groter Marker Wadden wordt des te meer de waterstroming rondom Marker Wadden zal toenemen, de gemiddelde snelheid neemt hier toe. De aanleg van Marker Wadden zal niet leiden tot een toename van aanslibbing vanwege de afstand tot de vaargeul Amsterdam Iemmer. Door vermindering van het mobiele slib in het Markermeer is juist een afname van aanslibbing in de vaargeul te verwachten.

Het onderwaterlandschap van geulen en zandwinputten vangt het mobiele slib uit het Markermeer in wordt gebruikt als bouwstof voor het natuureiland. Tevens sedimenteert slib in de luwtegebieden achter Marker Wadden, waardoor er een verdere afname is van de hoeveelheid slib in het Markermeer.

Tijdens de aanleg zal er lokaal vertroebeling van het water optreden, waardoor het doorzicht afneemt. Maar na realisatie van het onderwaterlandschap wordt mobiel slib ingevangen en nemen de zwevend stof concentraties af, waardoor er een verbetering van het doorzicht van het Markermeer optreedt.

Er zijn geen effecten te verwachten op de pH en chemische parameters door respectievelijk de buffercapaciteit van het Markermeer. Door een toename van waterplanten neemt de fosfaatconcentratie in de waterkolom toe en is er een toename van groenalgen. De afname van de sliblaag draagt bij aan verbeterde omstandigheden voor macrofauna.

Met de aanleg van de zandwinputten wordt de bestaande deklaag doorsneden, dit zorgt voor een tijdelijke toename in stijghoogte van kwel. Het slib in het water zorgt ervoor dat het zand "dichtslibt", waardoor de stijghoogte en de toename van kwel binnen een aantal weken afneemt. Dan is er geen effect meer te verwachten. Er is geen sprake van verontreiniging van het grondwater door verontreinigd slib of van de waterbodem.

Er zijn geen effecten te verwachten op de golfoploop op de Houtribdijk, doordat de geulen van het onderwaterlandschap niet loodrecht op de Houtribdijk komen te liggen. Juist doordat de natuureilanden van Marker Wadden bij 1500 ha dicht bij de Houtribdijk komen te liggen, neemt de golfoploop af tot maximaal 0,5 meter.

Uit de effectbeoordeling blijkt dat aanlegeffecten beperkt negatief (-/0) scoren voor het Natura 2000-gebied en EHS-gebied Markermeer & IJmeer. Omdat er niet of nauwelijks via de Flora- en faunawet beschermde soorten voorkomen binnen de grenzen van het bestemmingsplangebied, scoort deze neutraal (0). Als Marker Wadden is gerealiseerd ontstaat er ruimte voor de ontwikkeling van natuurwaarde die zodanig is dat dit positieve effecten heeft voor Natura2000 instandhoudingdoelen, de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten en de wezenlijke kenmerken en waarden van de EHS. Dit effect is sterker positief in het geval er 1500 ha wordt ontwikkeld. Voor de effecten op de EHS en Natura2000 geldt dat de permanente effecten van 500 of 1500 hectare van dien aard zijn dat deze de tijdelijke negatieve effecten te niet doen. Voor de Flora- en faunawet ontstaat leefgebied voor beschermde soorten op een plek waar dit in de huidige situatie nagenoeg afwezig is. Per saldo is er dus natuurwinst in termen van instandhoudingdoelen, wezenlijke kenmerken en waarden en de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten.

Voor de fuut en de kuifeend (instandhoudingdoelstellingen N2000) geldt dat de functionaliteit van het ruigebied mogelijk significant wordt aangetast door de toename van recreatief medegebruik. Tijdens de aanlegfase, moet dit effect worden voorkomen door recreatie te zoneren. Tijdens de gebruiksfase (i.e. na de realisatie van Marker Wadden) moet de vinger aan de pols worden gehouden. Dit houdt in dat zal worden gemonitord of er effecten optreden op ruiende vogels ten gevolge van recreatie en dat eventueel mitigerende maatregelen worden getroffen.

Op basis van deze effectbeoordeling en met inbegrip van het treffen van mitigerende maatregelen in het kader van Natura2000 (zoning recreatie), staan de Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en het EHS-beleid de vaststelling van het bestemmingsplan Marker Wadden niet in de weg.

Door de realisatie van Marker Wadden zal het visserijareaal beperkt afnemen, waardoor op de directe locatie van Marker Wadden geen beroepsvisserij meer mogelijk zal zijn. Het gaat bij de realisatie van 500 ha en 1500 ha om een afname van respectievelijk 0,7 en 2 % van het totaal oppervlak van het Markermeer. Door een verbetering van de waterkwaliteit en een toename aan voedsel zal de visstand toenemen en is een positief effect verwacht op de commerciële vispopulatie.

Het projectgebied Marker Wadden valt buiten de belangrijkste scheepvaartroutes. De route Lelystad-Krabbersgat doorkruist het gebied wel, maar dit is geen veel gebruikte route voor beroeps- of recreatievaart. Aanbevolen wordt een aantal (operationele) maatregelen toe te passen met name gericht op het informeren en geleiden van de scheepvaart vooraf en ter plekke van de werkzaamheden. Voor nautische veiligheid voor zowel de beroeps- als recreatievaart zijn alleen beperkt negatieve effecten te verwachten tijdens de aanleg. Na realisatie is dit niet van toepassing.

Uit berekeningen blijkt dat het gebruik van de sluis en het aantal mogelijke schuttingen (sluizen open en dicht) voldoende ruimte biedt om de toename van zandschepen (bij de uitvoeringsvariant zand van elders) te accommoderen. De vlotheid van de beroepsvaart zal door de toename in het gebruik van de Houtribsluizen geen hinder ondervinden.

De openheid en schaal van het Markermeer verandert met de komst van Marker Wadden. Het Markermeer wordt als landschapselement herkenbaarder. Door het toevoegen van natuurbeleving, diversiteit en het vergroten van de identiteit neemt de belevingswaarde toe.

Gezien de geschiedenis van het ontstaan van het gebied van het Markermeer (eerst land, dan langzame uitbreiding tot moeras, zee en later meer) heeft de nieuwe inrichting een positief effect op de cultuurhistorische 'herinneringswaarde'. Gezien het oppervlak van de verstoring door de slibgeulen en de zandwininput in verhouding tot het totale plangebied en de mogelijke menselijke aanwezigheid wordt niet uitgesloten dat het voornemen tot een verstoring leidt. Zodra de exacte locaties van de slibgeulen en zandwinputten bekend zijn zal nader onderzoek verricht moeten worden.

Tijdens de uitvoering zal de toervaart enige hinder ondervinden vanwege de schepen die bezig zijn met de werkzaamheden. Zodra de eerste 500 ha zijn gerealiseerd zullen er nog steeds enkele werkzaamheden plaatsvinden voor de realisatie naar de volgende stap van 1500 ha. Zodra 1500 ha zijn gerealiseerd zal er geen sprake meer zijn van deze hinder. Tijdens de uitvoering zullen er slechts beperkt mogelijkheden zijn voor uitbreiding van recreatieve voorzieningen. Echter, zodra de eerste 500 ha zijn gerealiseerd kan Marker Wadden bijdragen aan een grotere diversiteit aan mogelijke recreatieve voorzieningen in het Markermeergebied.

Zowel de concentraties voor fijn stof als voor stikstofdioxide (twee representatieve 'verontreinigende stoffen') blijven, mede als gevolg van een lage achtergrondconcentratie, onder de wettelijke grenswaarden.

Het materieel dat ingezet wordt om Marker Wadden te realiseren produceert geluid. Omdat het materieel in het stiltegebied zelf worden ingezet, vindt er altijd een toename plaats van geluid binnen het stiltegebied. Het materieel produceert een geluidemissie van meer dan 35 dB(A) waardoor de grenswaarden voor stiltegebieden zoals genoemd in de Omgevingsverordening van de provincie Flevoland worden overschreden. Ten aanzien van de geluideffecten ter plaatse van woningen blijkt uit berekeningen dat in alle uitvoeringsvarianten de 60 dB(A) contour niet ter plaatse van woningen ligt.

In het bestemmingsplangebied Marker Wadden liggen geen hoofdtransportleidingen of leidingenstroken. In het plangebied kunnen sleuven worden aangelegd om slib te laten bezinken. Voor de aanleg en het gebruik van deze sleuven zullen geen grote kabels en leidingen verplaatst hoeven worden.

7 DOORKIJK NAAR HET EINDBEELD EN BEHEER VAN 10.000 HECTARE IN 2050

In voorgaande hoofdstukken is ingegaan op de effecten voor de aanleg en gebruiksfase van 1500ha aan natuureiland en 60 hectaren aan luwtemaatregelen. Aan het einde van de planperiode wordt door vermindering van het mobiele slib in het systeem en het toevoegen van luwtegebieden en land-waterovergangen naar verwachting een goede stap gezet in het verkrijgen van een toekomstbestendig ecologisch systeem van het Markermeer. Om een permanente verbetering van het systeem te realiseren is echter voldoende schaalgrootte van belang, zodat er meer ruimte voor het ontwikkelen van verschillende habitats ontstaat, inclusief een hogere mate aan diversiteit. Dit sluit aan op de huidige inzichten die in het kader van TBES zijn geformuleerd (areaal van 4500 ha oermoeras). Het realiseren van schaalgrootte is niet alleen afhankelijk van de beschikbaarheid van slib. Ook andere grondstromen (holocene klei dat in de omgeving vrij komt bij zandwinning) kunnen worden ingezet bij de verdere ontwikkeling van Marker Wadden.

In paragraaf 4.2.1 is het eindbeeld voor Marker Wadden reeds geschetst: *een archipel van natuureilanden, waarvan uiteindelijk tussen de 1500 ha en 4500 ha moeras en zand- en schelpenbanken zichtbaar zal zijn. Grotendeels blijft het open water en open landschap toegankelijk voor recreatief medegebruik en visserij, mits dit niet in strijd is met de instandhoudingdoelstellingen van het Natura-2000 gebied.* Hieronder wordt een doorkijk gegeven naar de wijze waarop invulling aan beheer wordt gegeven. Gedurende de looptijd van het bestemmingsplan Marker Wadden komt meer kennis beschikbaar over de wijze waarop Marker Wadden ingrijpt op het ecosysteem en de mate waarin de systeemimpuls en het systeemherstel optreedt. Die kennis en ervaring vanuit de 1^e fase is cruciaal voor de verdere uitwerking van Marker Wadden op de langere termijn.

Beheer Onderwaterlandschap

De productie van slib in het Markermeer door middel van erosie blijft naar verwachting bestaan. Monitoring zal uitwijzen in hoeverre de productie wordt gecompenseerd door het vastleggen van slib door sedimentatie en door filteren van mosselen. Beheer van het onderwaterlandschap, het periodiek leegpompen van slibgeulen richting de verschillende atollen, blijft dus vanuit het oogpunt van slibmanagement waarschijnlijk noodzakelijk. Dit is tevens relevant voor de spiering (behoud refugium) en draagt bij aan het beheer van de bovenwaterfase om delen van Marker Wadden terug te brengen in een eerder successiestadium.

Beheer randen

Marker Wadden wordt een dynamische gebied dat blootstaat aan wind, golven, peilschommelingen en ook door wind en peilvariatie gedreven stromingen. Deze dynamiek draagt bij aan de natuurlijke uitstraling van Marker Wadden. Voor de ontwikkeling van het gebied is het niet nodig om alle contouren te fixeren. Ontwikkelingen moeten mogelijk zijn, want dat schept vernieuwing en verjonging en zorgt er voor dat een palet van verschillende milieus in verschillende ontwikkelingsstadia naast elkaar aanwezig zijn. Het (tijdelijk) bezwijken van (delen van) de randen van Marker Wadden door extreme weersomstandigheden is daarbij geen probleem. Het bezwijken moet echter geen ongewenste effecten opleveren. Zo is de afslag van een oever of delen van het wetland geen probleem, maar het "leeglopen" van een gehele slibslenk is ongewenst.

Natuurbeheer

Het natuurbeheer van het natuureiland bestaat voornamelijk uit niets doen. Doordat een nat gebied met slappe bodem ontstaat, zal er in het natuureiland een afwisseling van open water en moeras ontstaan en zichzelf min of meer in stand houden. Doordat ook in de eindfase slib wordt aangebracht of doordat een open verbinding met het Markermeer wordt gerealiseerd, zal er verstoring optreden. Hierdoor zal lokaal of op de schaal van een atol de successie worden teruggezet. Op langere termijn neemt de draagkracht van de bodem van de oudste atollen toe waardoor het aandeel van ruigte en bosopslag ook toeneemt. Ook op de randen kan sprake zijn van (wilgen)bos ontwikkeling. Doordat Marker Wadden gefaseerd wordt aangelegd ontstaat een mozaïek aan oudere en jongere delen, hierdoor ontstaat een diverse vegetatie variërend van open water en moeras tot struweel en bos. Bosopslag kan worden verminderd of tegengaan

door beheer (maaïen, kap of begrazen). Bepalend hiervoor kunnen overwegingen zijn met betrekking tot biodiversiteit en landschappelijke openheid.

Activiteiten rondom Marker Wadden

Net als in voorgaande stadia van Marker Wadden blijft de mens welkom bij Marker Wadden. Naast vaarbewegingen vanuit beheerogpunt (aanvoer van grondstromen, onderhoudswerkzaamheden aan randen, leegpompen van slibgeulen en zandwinputten) is tevens sprake van extensieve recreatie.

8 LEEMTEN IN KENNIS EN MONITORING

Marker Wadden is in zijn opzet en uitvoering een uniek en innovatief project. Dit betekent dat de wijze van uitvoering nog niet op voorhand vaststaat, maar dat vooral voor een aanpak wordt gekozen die verdere optimalisatie toestaat met de jaren. Dit betekent dat voortdurend zal worden bijgestuurd zodanig dat negatieve effecten worden gemitigeerd en positieve effecten worden gestimuleerd.

In de effectbeschrijving is op veel plaatsen al uitgegaan van een bandbreedte, vooral in de wijze van uitvoering. Hiermee zijn veel effecten die samenhangen met onzekerheden ten aanzien van uitvoering al grotendeels in beeld gebracht.

Wat betreft leemten in kennis wordt ingegaan op:

- De aard van deze leemte
- De gevolgen hiervan voor de effectbeschrijving.
- De gevolgen hiervan voor de beoordeling van (mogelijke) effecten.
- De voorgestelde maatregelen hoe met deze leemte in kennis om te gaan.
- De monitoring die daarvoor nodig wordt geacht.

Of er sprake is van een leemte in kennis hangt af van de vraag of negatieve effecten kunnen worden uitgesloten en/of gedurende de aanleg en aansluitend beheer en onderhoud deze risico's kunnen worden beheerst. Er wordt daarbij het volgende filter worden gehanteerd:

- Een leemte in kennis geeft onzekerheden over de mogelijke omvang van een positief effect. Deze leemten in kennis worden verder niet relevant geacht voor de vergunbaarheid van het voornemen. Wel dit leiden tot een wens om ontwikkelingen te monitoren om te zien of positief kan worden bijgestuurd.
- Een leemte in kennis geeft onzekerheden in de mogelijke omvang van een negatief effect. Hierbij kunnen drie situaties worden onderscheiden:
 - De mogelijke bandbreedte die daarmee samenhangt, leidt ook bij een "worst case" veronderstelling nooit tot een significant negatief effect.(beperkt)
 - De mogelijke bandbreedte die daarmee samenhangt, leidt mogelijk tot een significant effect, maar dit effect kan door beheersmaatregelen tijdens of na de aanleg worden uitgesloten of afdoende worden verminderd.(beheersbaar)
 - De mogelijke bandbreedte sluit een significant negatief effect niet uit.(kritiek)

De effectbeschrijving laat al zien dat er ook bij een "worst case" wijze van uitvoering geen grote negatieve effecten zullen optreden. Ondanks de omvang en de duur van het werk zijn de effecten als gevolg van verstoring, vertroebeling en geluid beperkt op de schaal van het Markermeer.

Ook de voetafdruk, c.q. het oppervlaktebeslag van Marker Wadden leidt niet tot grote negatieve effecten, vooral omdat gebouwd wordt op een plaats met weinig tot geen bodemleven.

De meeste leemten in kennis hangen samen met het bereiken van de belangrijkste doelstellingen van het project, het verbeteren van het ecosysteemfunctioneren van het Markermeer door het immobiliseren van slib en het scheppen van een vogelparadijs.

8.1 Leemten in kennis die samenhangen met de uitvoering

De aanleg van Marker Wadden omvat de aanleg van slibgeulen, een winput en een archipel van eilanden. De kosten van de aanleg zijn gebonden aan een maximum en er wordt gestreefd naar een aanlegwijze veel voor weinig geld. De kosten van aanleg hangen vooral af van de wijze waarop grond wordt ingezet, zand en klei voor de randen, klei en slib voor de vulling van de atollen. Voor wat betreft de uitvoering wordt veel vrijheid aan de markt geboden. Om deze reden wordt ook bij de effectbeschrijving al rekening

gehouden met een grote bandbreedte in aanlegwijzen. Zo kan veel of weinig zand, steen dan wel klei worden ingezet, kan dit in hoofdzaak lokaal worden gewonnen, maar ook deels van buiten worden aangevoerd. Afhankelijk van de aanlegwijze wordt meer of minder grond ontgraven en getransporteerd met ook andere effecten. Dit is in beeld gebracht. Er zijn bij de wijze van uitvoering enkele aspecten waar sprake is van leemten in kennis. Dit zijn:

- Samenstelling ondergrond
- Archeologische waarden
- Invang slib in geulen en in de luwte
- Invang slib door hydrojetten

Samenstelling ondergrond

Een deel, zo niet alle grond die wordt ingezet voor de aanleg van Marker Wadden, wordt lokaal gewonnen. Op dit moment is op hoofdlijnen bekend wat de bodemopbouw is: een laag Holocene klei met plaatselijk kleinere veenlenzen maar ook met (fijne) zanden aan het oppervlak. Vooral de textuur van het aanwezige zand is niet goed bekend, maar is wel van invloed op het ontwerp van de zachte randen. Hoe grover het zand, hoe steiler het evenwichtsprofiel en dus hoe kleiner de voetafdruk ingeval van een grotendeels als strand uitgevoerde rand. Als grof zand beschikbaar is, hoeft ook minder volume te worden ontgraven en aangebracht. De invloed op de voetafdruk, c.q. de totale omvang van Marker Wadden is echter klein, want deze wordt grotendeels bepaald door het oppervlak aan slibdepots dat wordt gemaakt. De invloed op het volume zand is orde 20%. De effecten als gevolg van baggerwerk worden echter maar voor de helft of minder bepaald door het zand, omdat meer klei wordt verplaatst. De invloed van de fractie op eventuele effecten bij aanleg is daarmee klein.

De samenstelling van de ondergrond is ook van invloed op de omvang van de zetting die wordt verwacht. Op dit moment wordt uitgegaan van een gemiddelde op basis van enkele boringen. De variatie is echter groot, maar Marker Wadden is ook groot, waardoor een plaatselijk afwijkende ondergrond van minder invloed zal zijn op de gemiddelde zetting. De invloed op het totale volume aan zand en klei dat wordt aangebracht is daarom naar verwachting klein.

Vooraf aan de aanleg zal aanvullend grondonderzoek worden uitgevoerd, zodat de beste uitvoeringswijze, het beste ontwerpprofiel en maar mogelijk ook nog kleinere aanpassingen in de ligging van vooral de zettingsgevoelige randen kunnen worden uitgevoerd. Verdere monitoring wordt niet nodig geacht.

Archeologische waarden

Voor de aanleg van Marker Wadden worden slibgeulen en een zandwinput gegraven. Op deze plaatsen kan sprake zijn van archeologische waarden, zoals een scheepswrak. Vooraf aan de aanleg zal op de plaatsen waar concrete verdieping plaatsvindt onderzoek plaatsvinden. In geval een scheepswrak wordt aangetroffen kan daarmee in ontwerp eventueel omheen worden gewerkt, of er vindt aanvullend archeologisch onderzoek plaats. Er zijn dus altijd beheersmaatregelen om schade aan archeologisch erfgoed te voorkomen.

Invang van slib in geulen en luwte eilanden

Een groot deel van het slib is voortdurend in beweging. Bij storm komen grote hoeveelheden los van de bodem en kunnen daarbij ook grote afstanden afleggen vanwege de windgedreven stroming. Ook bij weinig wind is er nog steeds sprake van enige waterbeweging aan de bodem. Slib wordt met het Marker Wadden op verschillende manieren immobiel gemaakt: het komt tot bezinking in de geulen en de zandwinput en in de luwte van het eiland. Hoeveel slib daarbij wordt ingevangen is met een slibmodel berekend. Echter er is sprake van een grote bandbreedte. In het slibmodel zijn niet alle processen ingebouwd die leiden tot de invang van slib, zoals door dichtheidstromingen. Ook zijn niet alle aanwezige fracties volledig in het model aanwezig. Naar verwachting is de nu gemodelleerde invang een ondergrens. Een grotere invang leidt ertoe dat meer slib wordt geïmmobiliseerd en dus ook eerder een systeemeffect verwacht mag worden. Een grotere invang maakt dat ook minder op hydrojetten hoeft te worden vertrouwd om slib in te vangen. Bij een kleinere invang duurt het verhoopte systeemeffect langer en zullen meer middelen moeten worden ingezet om het slib in te vangen.

Deze bandbreedte in de invang en de eventuele gevolgen daarvan voor de uitvoering van het project zijn al in de effectbeschrijving meegenomen, door ook een bandbreedte mee te nemen in het volume slib dat op natuurlijke wijze kan worden ingevangen.

Deze onzekerheid heeft dus vooral betrekking op de mate waarin een positief effect kan optreden of de uitvoering eenvoudiger en daarmee ook kosteneffectiever kan worden.

De aanwas van slibaanwas in de put en geulen zal worden gemonitord om de effectiviteit vast te stellen en ook om te bepalen waarin er “geoogst” kan worden. Er zijn daarbij ook dichtheidsmetingen voorzien.

Invang slib met hydrojetten

Hydrojetten is een bekende techniek voor het slibvrij maken en baggeren van (zee)havens, waarbij gebruik wordt gemaakt van het afgaande getij. Hydrojetten op het Markermeer is nieuw en niet eerder beproefd. Er zijn wat dat betreft onzekerheden ten aanzien van de effectiviteit van het proces en de daarmee samenhangende effecten, vooral het vertroebelen van de waterkolom. De effecten zijn daarbij sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. De effectiviteit wordt sterk bepaald door de mate waarin windgedreven stroming benut kan worden voor het verplaatsen van het slib en de mate waarin met hydrojetten de sliblaag effectief in beweging kan worden gebracht, bij voorkeur in de vorm van een dichtheidsstroming. Dit zal voor een groot deel in de praktijk moeten worden beproefd.

De effecten vooral op vertroebeling van de waterkolom zijn nu aan de hand van een eenvoudige berekening bepaald. Hieruit blijkt dat er zich een slibpluim zal vormen met een mogelijk oppervlak van 40 tot 80 ha. De effecten van de aanwezigheid van deze slibpluim zijn echter beperkt, omdat het oppervlak op de schaal van het gebied nog steeds klein is. De sessiele op de bodem levende soorten maken regelmatig situaties mee waarbij veel meer slib in beweging is en tot afzetting komt. Voor de soorten in de waterkolom geldt dat ze kunnen uitwijken. Een iets grotere of kleinere slibpluim is daarmee ook niet van invloed op de beoordeling van de daarmee samenhangende effecten.

Tijdens de aanleg zal het hydrojetten van slib worden beproefd. Hierbij wordt gestuurd op een zo effectief mogelijke uitvoeringswijze. Deze maakt waarschijnlijk optimaal gebruik van dichtheidsstroming, waarmee ook de effecten beperkt blijven. Dit leerproces gaat gepaard met een meetinspanning, waarbij naast de slibverplaatsing ook de vertroebeling wordt meegenomen. Aanvullende monitoring wordt niet nodig geacht.

Effecten recreatie op verstoring vogels (ruiende futen en kuifeenden)

De gevoeligheid van kwalificerende soorten en hun voedselbronnen voor versturende activiteiten is maar beperkt bekend. Daarom is bij de beoordeling van effecten in aansluiting op wat wetenschappelijk is onderzocht, zoveel mogelijk uitgegaan van een worstcase contour, waarbij effecten zijn beoordeeld alsof het gebied binnen die contour niet meer benutbaar zou zijn. De contouren zijn dusdanig groot genomen, dat mag worden verondersteld dat dit waarschijnlijk een overschatting is van de te verwachten effecten.

Desalniettemin is het van belang om te monitoren in hoeverre de te verwachten effecten van aanleg en recreatie optreden. Hiervoor kan worden aangesloten bij de monitoring van de parameters zoals benoemd bij paragraaf 11.1 van de Passende Beoordeling. Hierbij is extra aandacht nodig voor de monitoring van de effecten op ruiende futen en kuifeenden, om vast te stellen of het optreden van significante effecten door recreatie voldoende door mitigerende maatregelen wordt beperkt, of dat eventueel aanvullende maatregelen nodig zijn.

8.2 Leemten in kennis voetafdruk van Marker Wadden

Naast de effecten van aanleg zijn er ook enkele effecten die samenhangen met de (permanente) voetafdruk van Marker Wadden, o.a. met betrekking tot het huidig belang van de plaats waar Marker Wadden wordt gerealiseerd:

- Huidige bentische levensgemeenschappen
- Dieper water als habitat voor Spiering
- Habitat ontwikkeling om Marker Wadden

Huidige bentische levensgemeenschappen

Er vinden periodiek inventarisaties plaats van de aanwezigheid van driehoeksmosselen. Op de plaats waar Marker Wadden wordt aangelegd worden vaak geen tot bijna geen mosselen aangetroffen. Waarschijnlijk dat dit samenhangt met de slibdeken, en daardoor ook het ontbreken van geschikt (hard) substraat voor vestiging. De voornoemde inventarisaties zijn steekproeven in grotere kwadranten. Het is dus niet precies bekend of op dit moment op de toekomstige plaats van Marker Wadden driehoeksmosselen voorkomen. Gezien het feit dat driehoeksmosselen in alle voorgaande inventarisatie niet tot vrijwel niet voorkwamen, is het niet aannemelijk dat ze nu wel in grote getallen voor zullen komen. Van andere bentische organismen, zoals kokerwormen, driehoeksmosselen, is de aanwezigheid nog minder goed bekend. Bij een recente bemonstering in de zomer van 2012 werden in boxcores wel kokerwormen aangetroffen. De indruk bestaat dat deze organismen alleen in een langdurige periode van rustig weer tot vestiging en wasdom komen in de diepere delen van het Markermeer. Omdat tijdens deze omstandigheden vrijwel de gehele bodem van het Markermeer tijdelijk geschikt wordt is er op die momenten sprake van een heel groot voedselaanbod voor o.a. vissen zoals de pos.

Deze leemte in kennis is daarmee niet van invloed op de effectbeschrijving of beoordeling van effecten.

Gezien de geringe verwachtingen ten aanzien van de aanwezigheid van o.a. driehoeksmosselen wordt een T0 meting hiervoor niet nodig gedacht. Mogelijk dat voor archeologie en bodem al metingen worden verricht waarbij tevens kan worden bemonsterd op de aanwezigheid van driehoeksmosselen.

Habitatontwikkeling bodem om Marker Wadden

Marker Wadden heeft een effect op de windgedreven stroming en golven. Achter het eiland ontstaat een luwtezone waarin slib tot bezinking komt. Het gaat daarbij om meerdere centimeters, misschien plaatselijk ook om een decimeter aan slib per jaar. Onduidelijk is of deze snelheid van slibbezinking van invloed kan zijn op de vestiging van bentische levensgemeenschappen en ook vegetatie. De slibbezinking zoals die wordt gemodelleerd is een netto aanslibbing. De bruto aanslibbing is in de luwte nog wat groter, maar vanwege de luwte treedt ook maar weinig erosie op. Op andere plaatsen, dus niet in de luwte komt treedt minder netto bezinking op en is ook de bruto bezinking iets minder. Wel komen na storm situaties voor waarbij soms enkele centimeters slib worden afgezet. Wat betreft de bruto bezinking zijn er in de luwte en buiten de luwte van het eiland daarom mogelijk vergelijkbare beperkingen waar het gaat om de vestiging van soorten. De erosie is vooral bij veelvoorkomende stormen uit het zuidwesten veel kleiner in de luwte van Marker Wadden dan daarbuiten. Dit betekent dat soorten die zich kunnen vestigen in een slibrijk substraat, zoals kokerwormen, in de luwte in wat geschikter habitat kunnen vinden. De situatie in de luwte van het eiland is daarmee waarschijnlijk niet slechter maar eerder beter dan in de huidige situatie. Mosselen worden in deze zone niet verwacht, omdat geschikt hard substraat ontbreekt.

In de luwte kunnen vooral op ondieper water geschikte condities ontstaan voor de vestiging van waterplanten. Er is sprake van iets meer doordicht en een ondiepe vooroever, die in de huidige situatie ontbreekt. Ook hiervoor geldt dat de ontwikkeling weliswaar onzeker is, maar dat die onzekerheid vooral betrekking heeft op de mate waarin positieve ontwikkelingen kunnen optreden. Daar waar door stroomcontractie netto erosie optreedt en ook op de geulranden zal met de tijd het substraat geschikter worden voor de vestiging van driehoeksmosselen.

De slibgeulen en ook de zandwinput kennen slibsedimentatie die nog vele malen groter is per m² dan in de luwte van het eiland. Het gaat daarbij om meerdere decimeters per jaar en orde 1 decimeter ook in kort

tijdsbestek. Naar verwachting zijn de slibgeulen daarom minder geschikt dan de huidige bodem. Maar dit betreft een klein oppervlak.

De slibaanwas in de geulen wordt gemonitord. Daarbij kunnen ook periodiek monsters worden genomen van aanwezige benthische organismen.

Diep water als habitat voor Spiering

Marker Wadden wordt aangelegd in het diepere deel van het Markermeer. In dit deel worden ook de hoogste dichtheden aan spiering aangetroffen. Dit kan samenhangen met de diepte en met het doorzicht. Spiering wordt vaak gezien als een soort van de schemerzone. In helder water is de Spiering een makkelijke prooi.

Door de aanleg van Marker Wadden wordt het oppervlak aan dieper water kleiner. De vraag is of dit tot een afname aan Spiering kan leiden. Er spelen hierbij meerdere variabelen. Met de aanleg van Marker Wadden treden meerdere effecten in werking die van invloed kunnen zijn op de populatie aan Spiering en de beschikbaarheid van Spiering of alternatief voedsel voor Spieringetende vissen. Marker Wadden wordt gebouwd met lokaal materiaal dat afkomstig is uit zandwinputten en slibgeulen. Er wordt dus plaatselijk meer diepte toegevoegd, zoveel zelfs dat het totale volume aan water iets toeneemt. Bekend is dat de Spiering baat heeft bij plaatselijk dieper water, vooral in warme zomers. De slibgeulen en de zandwinput worden anders dan bij bestaande zandwinputten ook op diepte gehouden, omdat hieruit het slib wordt gewonnen voor de aanleg van het vogelparadijs. Door de aanleg van Marker Wadden wordt slib geïmmobiliseerd, het doorzicht neemt daarmee beperkt toe en daarmee ook de groeiomstandigheden voor groenalgen, die weer het voedsel vormen voor het zooplankton dat de Spiering eet. Of er substantieel meer groene algen komen is nog de vraag, want op dit moment lijkt eerder sprake van een fosfaatgelimiteerde dan van een lichtgelimiteerde groei van algen. De Spieringpopulatie was vroeger veel omvangrijker dan nu. Door visserij, maar ook door andere variabelen, waaronder de afname in fosfaat en mogelijk ook een toename in gemiddelde zomertemperatuur is het bestand sterk afgenomen. Ook dit wijst er al op dat het oppervlak zelf geen beperkende factor kan zijn.

Het belang van Spiering is vooral dat het voedsel vormt voor enkele beschermde vogelsoorten. Deze soorten worden nu in hoofdzaak nabij de Houtribdijk aangetroffen. Het vermoeden bestaat dat met de aanleg van Marker Wadden een groter deel van het gebied efficiënter voor spieringetende vogels wordt ontsloten.

De putten en geulen worden na aanleg gemonitord met oog op beheer. Hierbij kunnen periodiek metingen worden gedaan naar de aanwezigheid van spiering in relatie tot diepte, temperatuur en voedselbeschikbaarheid.

Na en deels al tijdens de aanleg worden vogeltellingen uitgevoerd. Op grond van deze gegevens kan ook de betekenis van Marker Wadden voor de ontsluiting van dieper water door spiering eters in beeld worden gebracht.

8.3 Leemten in kennis doelrealisatie

Marker Wadden wordt aangelegd met een budgetplafond. Mocht bij aanleg blijken dat delen van de uitvoering tegen vallen en duurder uitvallen, dan zal hierop worden bijgestuurd. Dit bijsturen kan betrekking hebben op de omvang van het gebied dat uiteindelijk wordt aangelegd, of op de mate waarin de atollen worden gevuld met Holocene klei en slib. In het laatste geval wordt een ontwikkeling ingezet met een zwaarder accent op ondiep water.

De effecten van Marker Wadden op het ecosysteem van het Markermeer worden tijdens en na aanleg in beeld gebracht. De verdere uitbouw en het verdere beheer gebeurt met de "hand op de kraan". Op deze wijze kan altijd worden uitgesloten dat negatieve systeemeffecten optreden, bijvoorbeeld doordat in theorie ook te veel slib aan het Markermeer kan worden onttrokken.

Leemten in kennis die samenhangen met het realiseren van doelstellingen:

- Ecosysteemeffecten invang van slib
- Landmaken met slib
- Habitatontwikkeling na landmaken

Ecosysteemeffecten door invang van slib

De invang van (mobiel) slib leidt ertoe dat er minder slib in omloop zal zijn. De omvang en ook de bedekking met een sliblaag zal afnemen en ook het doorzicht zal toenemen. De resultaten van het slibmodel laten zien dat het immobiliseren van het slib leidt tot een (beperkte) toename van het doorzicht. De modelresultaten hebben betrekking op een jaar. Naar verwachting zal met de jaren meer slib worden geïmmobiliseerd en is ook het effect op slibdeken en doorzicht groter. Hoe groot en hoe snel deze processen verlopen hangt echter van twee processen die minder goed bekend zijn:

- *Slibbalans en nalevering van slib:* bij benadering is bekend hoeveel slib in omloop is in het Markermeer, maar minder duidelijk is wat de (potentiële) bijdrage kan zijn van de oorspronkelijke zuiderzeebodem, als deze weer vrij komt te liggen. Ook is op veel plaatsen de sliblaag zo dik, dat deze ook bij een zware storm nog steeds maar voor een deel in beweging kan komen. Dit betekent dat sprake zal zijn van veel najling: er wordt weliswaar slib geïmmobiliseerd, maar er wordt ook weer slib geproduceerd. Als deze nalevering groot is dan duurt het langer voordat ecosysteemeffecten zich voor zullen doen, vooral op grotere afstand van Marker Wadden, zoals aan de kust van Noord-Holland. De lokale effecten, die het gevolg zijn van invang van slib in geulen en in de luwte, worden minder beïnvloed door deze nalevering.
- *Invoed vegetatie en mosselen:* slib wordt in een natuurlijk systeem ook geïmmobiliseerd door vegetatie en mosselen. Mosselen filteren slib uit de waterkolom en zetten dit om tot faecale pellets. Slib wordt ingevangen door vegetatie en waar vegetatie staat zal minder snel ook weer slib mobiel of nageleverd kunnen worden. Beide processen zijn zelfversterkend.

Er is dus sprake van mee- en tegenkoppelende processen die maken dat systeemeffecten moeilijk te voorspellen zijn. Wel is duidelijk dat het immobiliseren van slib altijd tot een verbetering van het ecosysteem functioneren zal leiden. Voornoemde onzekerheden leiden er mogelijk toe dat deze positieve effecten zich minder of minder snel voor zullen doen. De aanwezigheid van mosselen en vegetatie wordt periodiek in beeld gebracht voor het gehele Markermeer. Met oog op beheer zal in aanvulling hierop periodiek in de directe omgeving van Marker Wadden metingen worden gedaan. De verwachting is dat systeemeffecten op het niveau van het gehele Markermeer zeer moeilijk zijn aan te tonen. De nadruk ligt daarom op het monitoren van effecten die wel direct en eenduidig verband houden met Marker Wadden.

Habitatontwikkeling na landmaken

Het project Marker Wadden streeft naar het maken van een vogelparadijs. De wijze waarop met Holocene klei en slib habitat tot ontwikkeling wordt gebracht kan niet concreet van te voren worden voorspeld. Er zal een bandbreedte aan verschillende habitats in verschillende fasen van ontwikkeling naast elkaar voorkomen, met een wisselende verhouding in het oppervlak aan diep en ondiep water, moerasvegetatie, wilgen. De mate waarin het slib en de klei zullen inklinken kan op voorhand niet goed worden voorspeld. De verhouding waarin moeras en ondiep water naast elkaar zullen voorkomen hangt hier mee samen. Onduidelijk is of voor de vestiging van moerasvegetatie zich eerst een korst moet kunnen vormen of dat luw gelegen maar ongeconsolideerd slib hiervoor afdoende is. Wilgen zullen zich naar verwachting vestigen in de oeverzone van de randen, maar het is niet duidelijk of deze zich in het midden van de atollen op de korst kunnen handhaven. De betekenis van binnen de atollen aanwezige ondiepe water als paaihabitat hangt af van een open verbinding tussen dit water en het Markermeer. Deze verbinding kan worden gelegd, nadat het slib voldoende is geconsolideerd en zich een korts heeft gevormd. Het moment en de wijze waarop deze verbinding gelegd kan worden is nog onderwerp van nadere studie. Deze onzekerheden is maar zeer beperkt van invloed op het succes van het gebied. Voedsel en rust zijn daarvoor de belangrijkste variabelen en deze worden altijd in ruime mate aangeboden. De onzekerheden hebben dus vooral betrekking op de mate waarin zich een positief effect zal voordoen.

Onzekerheden systeemeffecten

Herstel van het ecosysteem van het Markermeer & IJmeer moet verlopen via effecten op de voedselketen. Hiervoor zijn abiotische factoren sturend, de belangrijkste zijn nutriënten (fosfaat in bodem, slib en water), groeisubstraat (bodem), waterkwaliteit (doorzicht, zuurstof, temperatuur), profiel (gradiënten in diepte, luwtes, oeverzones, land-waterovergangen).

Verwijderen van slib en aanbrengen van profiel hebben een positief effect op groeisubstraat en waterkwaliteit. Hierdoor is er sprake van een verbeterd leef- en vestigingsklimaat voor waterplanten, fytoplankton, zooplankton, benthische en pelagische macrofauna en vis en watervogels. Minder goed te duiden is in welke mate en met welke snelheid deze niches worden benut en in hoeverre andere remmende mechanismen optreden. Een remmende factor kan bijvoorbeeld de biologische beschikbaarheid van nutriënten zijn, voornamelijk de beschikbaarheid van fosfaat. Er zijn meerdere redenen om te veronderstellen dat de biologische beschikbaarheid van nutriënten toeneemt, de mate waarin is echter niet te kwantificeren onder mee doordat de fosfaatbalans van het Markermeer & IJmeer niet volledig bekend is. Hierdoor is ook het kwantificeren van effecten op hogere trofische niveaus in termen van diversiteit, aantal en biomassa lastig. Zodoende moet worden volstaan met de constatering dat Marker Wadden een positief effect heeft op het ecosysteem maar dat de schaalgrootte en het tempo van het systeemherstel lastig te duiden zijn. Mede daarom is het van belang dat Marker Wadden in lijn met de aanbevelingen vanuit TBES wordt gerealiseerd.

8.4 Monitoring

De volgende monitoring is voorzien:

- 1) Vooraf aan de aanleg worden bodemonsters genomen om de samenstelling van de ondergrond te bepalen in de gebieden die worden vergraven. Gelijk hiermee wordt ook gekeken naar de aanwezigheid van mogelijke scheepswrakken. Tijdens het nemen van bodemonsters worden ook boxcore monsters genomen om de huidige aanwezigheid van benthische levensgemeenschappen vast te kunnen stellen. Mogelijk dat dit onderzoek kan worden afgestemd met het periodiek onderzoek dat in het Markermeer wordt uitgevoerd naar de aanwezigheid van driehoeksmosselen.
- 2) Tijdens de aanleg wordt gekeken naar de vertroebeling die optreedt als gevolg van winning en hydrojetten, mede met het oog op mogelijke optimalisaties. Bij het winnen wordt periodiek doorzicht gemeten bij verschillende weersomstandigheden. Bij het hydrojetten zijn meer metingen voorzien in de verticale kolom om de opwekken en de verplaatsing van slib als dichtheidstroming vast te kunnen stellen. Ook worden bodemmetingen gedaan om volumes, dichtheden en verplaatsingsafstanden vast te kunnen stellen. Deze metingen dienen primair om de werkwijze te optimaliseren maar dienen ook voor het bepalen van vertroebeling die tijdens het hydrojetten op kan treden. Ten tijde van de aanleg wordt ook de invang van slib in geulen en putten en de ontwikkeling van de slibdepots, c.q. het proces van landmaken gemonitord. Deze gegevens worden mede gebruikt om te bepalen of er wijzigingen in ontwerp of uitvoering moeten worden aangebracht. De slibinvang wordt periodiek gemeten en vooral gekoppeld aan het optreden van stormen, die ook volgens het slibmodel dominant zijn voor de slibaanwas. Naast laagdikte- en volume metingen wordt ook de consolidatiegraad en dichtheid van het slib in beeld gebracht omdat dit van belang is voor het winnen van het slib en het landmaken. Bij geulen en putten worden periodiek ook temperatuurmetingen gedaan om vast te stellen of sprake is van temperatuurinversie die de betekenis van de putten en geulen voor spiering kunnen beïnvloeden.
- 3) Na aanleg wordt gekeken naar de slibaanwas en betekenis van geulen en putten voor spiering. De habitatsontwikkeling in de luwte van het eiland, de erosiezones en ook in het "bovenwaterlandschap" worden periodiek in beeld gebracht. Op de eilanden wordt de ontwikkeling van de vegetatie in beeld gebracht en ook vogeltellingen gedaan mede om beheer te bepalen. Recreatief gebruik en bezoek wordt in beeld gebracht.

Marker Wadden wordt met de 'hand aan de kraan' aangelegd. Een bepalende factor daarin kunnen de tussentijds behaalde resultaten zijn. Hiervoor is het van belang dat gericht periodieke monitoring plaatsvindt naar nutriënten, groeisubstraat, waterkwaliteit, waterplanten, fytoplankton, zooplankton, benthische en pelagische macrofauna en vis en watervogels.

Op basis van de metingen wordt gekeken of aanpassingen nodig zijn de werkwijze en of de vooraf opgestelde doelstellingen, waaronder de maatvoering, haalbaar zijn gezien de beschikbare middelen. Evaluaties zijn voorzien na elke fase, maar ook al tijdens de aanleg van de eerste 500 ha.

Aspect	Onzekerheid	Bandbreedte Positief effect	Bandbreedte negatief effect	Monitoring
Uitvoering				
Samenstelling ondergrond	a.zandfractie	n.r.	Nee, beperkt en beheersbaar	Ja, vooraf aan de aanleg
Archeologie	a.aanwezigheid scheepswrakken	n.r.	Nee, beheersbaar	Ja, vooraf aan aanleg
Slibinvang in luwte en geulen	a.volume en dichtheid	Ja	Nee	Ja, na aanleg ook met oog op beheer
Slibinvang met hydrojetten	a.Capaciteit en effectiviteit b.Effecten op vertroebeling	n.r. n.r.	Nee, beperkt en beheersbaar	Ja, tijdens uitvoering
Voetafdruk				
Huidige benthische gemeenschappen	a.aanwezigheid driehoeksmosselen b.andere organismen	n.r. n.r.	Nee, beperkt	Nee, eventueel gelijk met ander onderzoek
Habitatontwikkeling bodem	a.luwte eiland b.erosiezones c.slibgeulen	Ja Ja Ja	Nee Nee Nee	Ja, na aanleg voor bepalen succes en beheer
Diep water voor Spiering	a.verlies diep water b.betekenis putten/geulen c.beschikbaarheid	n.r. Ja Ja	Nee, beperkt Nee, beperkt Nee, beperkt	Ja, betekenis putten voor spiering, en vogels
Doelen				
Ecosysteemeffecten	a.Naaijling en nalevering van slib b.Invloed vegetatie en mosselen c.Ecosysteemeffecten slibimmobilisatie	Ja Ja Ja	Nee Nee Nee	Ja, loopt mee met reguliere metingen gehele Markermeer, en in aanvulling hierbij metingen in de directe omgeving
Habitatontwikkeling Marker Wadden	a.maaiveld/water b.vegetatieontwikkeling c.voedsel d.ecosysteemrelaties d.vogels	Ja Ja Ja Ja	Nee Nee Nee Nee	Ja, maaiveld, vegetatie en vogels worden gemonitord mede om beheer te sturen

COLOFON

Opdrachtgever	: Gemeente Lelystad / Natuurmonumenten
Project	: Marker Wadden Milieueffectrapport
Dossier	: BA8757-102-104
Omvang rapport	: 147 pagina's
Auteur	: Cathelijne Melissen, Carel Schut
Bijdrage	: Eltjo Ebbens, Jasper Fiselier, Joost Rink, Jan Bakker, Michiel Verstappen, Wouter van Boekel, Thijs de Boer, Ramon Nieborg, Anne Floor Timan, Jeanine Zwolve
Interne controle	: Jan Bakker
Projectleider	: Paul Eijssen
Projectmanager	: Huib van der Kolk
Datum	: 19 juni 2013
Naam/Paraaf	:

HaskoningDHV Nederland B.V.

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Postbus 1132

3800 BC Amersfoort

T (088) 348 20 00

F (088) 348 28 01

E info@rhdhv.com

W www.royalhaskoningdhv.com

BIJLAGE 1 Geraadpleegde literatuur

Anoniem (2012), NB-wet_IJsselmeer stand van zaken 27-01-2012 Vergunning GS Flevoland voor het Markermeer – IJmeer

Brenk, S. van den/R. van Lil/W.B. Waldus, 2011: *Bureauonderzoek Project moeras Houtribdijk*, Amersfoort (Periplus Archeomare Rapport 11-A004).

De Leeuw, J.J., C. Deerenberg, W. Dekker, R. van Hal, H. Jansen (2006), Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en Markermeer: trends en oorzaken. Rapport C022.06. In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO)

Commissie Toekomst Binnenvisserij (2012), Commissie Toekomst Binnenvisserij, Binnenvissers in nieuw perspectief

Deltares (2010), Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam-Lelystad. Deltares rapport no. 1202714.

Kraan, C.I./A. Tol/I.A. Schute, 2008: PARK Rivierduinengebied Swifterbant gemeente Dronten. Pilot-studie inventarisatie archeologisch kennis PARK Rivierduinengebied Swifterbant, Weesp 9 RAAP-1768).

Kroes, R.A.C./I.A. Schute, 2010: *Slibdepot Markermeer. Gemeente Lelystad. Archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek, opwaterfase*, Weesp (RAAP-rapport 1968).

Noordhuis R. en Erik-Jan Houwing (2003), Afname van de Driehoeksmossel in het Markermeer Oorzaken en gevolgen van een vermoedelijke “crash” met betrekking tot waterkwaliteit, slibhuishouding en natuurwaarden. RIZA rapport 2003.016 ISBN 9036954959

Periplus & ADC (2011), Bureauonderzoek Project moeras Houtribdijk. Onderdeel van Programma Natuurlijker Markermeer - IJmeer

RIZA, E. Lammens & H. Hosper (1998), Het Voedselweb van het IJsselmeer en Markermeer

Van Overzee, H.M.J., I.J. de Boois, O.A. van Keeken, B. van Os-Koomen, J. van Willigen & M. de Graaf, (2010), Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2010. Rapport C041/11 In opdracht van het Ministerie van EL&I. 1 april 2011. IMARES Wageningen UR.

VBC IJsselmeer i.o. (2011), Visplan IJsselmeer en Markermeer 2010-2011. PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, uitgave VBC IJsselmeer en Markermeer p/a Bilthoven. Versie 11 april 2011.

Vijverberg T. (2008), Mud dynamics in the Markermeer. Silt traps as a mitigation measure for turbidity.

Vijverberg T. en Pascal Boderie (2013), Rapportage slibberekeningen Marker Wadden. Optimalisatie onderwaterlandschap voor 1^e fase van 500ha. Royal HaskoningDHV i.s.m. Deltares.

Waldus, W.B./S. van den Brenk, 2009: *Markermeer, slibvangput. Een Bureauonderzoek*, Amersfoort (ADC-rapport 1801).

Weerheijm, W.J./B.A. Brugman/R. Schrijvers, 2013: *Archeologisch vooronderzoek ten behoeve van de dijkversterking Houtribdijk Enkhuizen-Lelystad. Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek*, Amersfoort (Vestigia-rapport 1972).

WMIJ (2012), Een toekomstbestendig Markermeer – IJmeer.

Witteveen & Bos (2005), Samenvattende rapportage Quick scan slibproblematiek Markermeer en Eem- en Gooimeer.

Witteveen+Bos, (2008), Visstandbeheerplan IJsselmeer en Markermeer, stand van zaken 2008.
Werkgroep voorbereiding VBC IJsselmeer en Markermeer. Witteveen+Bos, Deventer.

BIJLAGE 2 Beleid en wet- en regelgeving

Bodem en Water

Kaderrichtlijn Water. Sinds eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. De hoofddoelstelling van de KRW is de chemische en ecologische kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater op orde te brengen. Voor alle waterlichamen gelden chemische en ecologische doelen. Dit betekent dat gekeken wordt naar de doelen voor alle individuele biologische kwaliteitselementen (bijvoorbeeld waterplanten) en alle individuele (prioritaire) stoffen. Met het bereiken van de Goede Chemische Toestand (GCT) zijn de concentraties van schadelijke chemische stoffen in water zodanig dat ze geen negatieve effecten hebben op de ecologie (flora en fauna). Een waterlichaam dat aan alle normen conform de Richtlijn Prioritaire Stoffen (RPS) voldoet, heeft de GCT bereikt. Voor de sterk veranderde en kunstmatig aangelegde wateren wordt geaccepteerd dat er menselijk beïnvloeding plaatsvindt en dat daardoor de GET niet meer te bereiken is. Het doel voor deze wateren is de ecologische toestand die maximaal kan worden bereikt met gelijk blijvende (menselijke verstoring van de) hydromorfologie. Deze toestand wordt omschreven als het Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

De KRW hanteert als uitgangspunt dat de ecologische en chemische doelstellingen (GET, GEP en GCT) in 2015 moeten worden bereikt. Voor onhaalbare opgaven zijn uitzonderingen op dit uitgangspunt mogelijk, door fasering en doelverlaging. Fasering (artikel 4, vierde lid, KRW) houdt in dat de doelstellingen niet in 2015, maar in 2021 of in 2027 worden gehaald. Van deze uitzondering mag gebruikt worden gemaakt als het uitvoeren van de maatregelen vóór 2015 onevenredig hoge kosten met zich mee zou brengen of maatschappelijk of technisch niet haalbaar is. Deze uitzondering is op een zelfde manier van toepassing verklaard op de chemische doelstellingen.

De KRW in het kort:

- beschermt alle wateren – rivieren, meren, kustwateren en grondwateren
- stelt ambitieuze doelen om ervoor te zorgen dat alle wateren in het jaar 2015 de 'goede toestand' hebben bereikt
- vereist dat er per stroomgebied een beheersysteem wordt opgezet, waarin er rekening mee wordt gehouden dat watersystemen niet stoppen bij politieke grenzen
- vereist grensoverschrijdende samenwerking tussen landen en tussen alle betrokken partijen
- zorgt ervoor dat alle belanghebbenden, met inbegrip van maatschappelijke organisaties en lokale gemeenschappen, actief deelnemen aan waterbeheer
- zorgt voor de vermindering en beperking van verontreiniging, ongeacht de bron (landbouw, industriële activiteiten, stedelijke gebieden, enz.)
- vereist het voeren van een waterprijsbeleid en zorgt ervoor dat de vervuiler betaalt
- houdt de milieubelangen en de belangen van zij die afhankelijk zijn van het milieu in evenwicht

Als onderdeel van het opstellen van een waterwetvergunning of een projectplan Waterwet, moeten de KRW-belangen worden meegewogen.

Het **Nationaal Waterplan** (NWP) is het rijksplan voor het waterbeleid voor de periode 2009-2015. Het Nationaal Waterplan richt zich op bescherming tegen overstromingen, voldoende en schoon water en diverse vormen van gebruik van water. Ook worden de maatregelen genoemd die hiervoor worden genomen. Voor het Markermeer is in het waterplan aangegeven dat het peil wordt losgekoppeld van het IJsselmeer. Daarnaast wordt aangegeven dat de waterkwaliteit van het Markermeer verbetering behoeft. Het Nationaal Waterplan is de opvolger van de Vierde Nota Waterhuishouding uit 1998 en vervangt alle voorgaande nota's waterhuishouding.

Waterwet. Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. Een achttal wetten is samengevoegd tot één wet. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening.

De Waterwet vormt de basis voor normen die aan watersystemen kunnen worden gesteld. De Waterwet maakt het mogelijk om normen te stellen voor watersystemen ter voorkoming van onaanvaardbare wateroverlast. Hiermee wordt de bestaande praktijk van peilbesluiten of streefpeilen voortgezet. Een waterpeil heeft door het grondgebruik een sterke relatie met de ruimtelijke ordening. In situaties van watertekorten geeft de Waterwet de mogelijkheid de ene functie boven de andere te laten prevaleren (de 'verdringingsreeks'). Ook geeft de Waterwet normen voor de bergings- of afvoercapaciteit van regionale watersystemen. Het regionale watersysteem dient zo te worden ingericht dat bij hoog water voldoende water kan worden geborgen of afgevoerd.

De waterbeheerders zijn ook verplicht te voldoen aan een aantal belangrijke waterkwaliteitseisen. Voor de oppervlaktewaterkwaliteit gelden chemische en ecologische kwaliteitsnormen. Voor de grondwaterkwaliteit gelden alleen chemische kwaliteitsnormen.

Voor bepaalde onderwerpen geldt dat deze nader moeten worden uitgewerkt in onderliggende regelgeving: het Waterbesluit (een algemene maatregel van bestuur), de Waterregeling (een ministeriële regeling) of in verordeningen van waterschappen en provincies.

De toepassing van de Waterwet is op grond van artikel 2.1 van de Waterwet gericht op:

- a. voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- b. bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
- c. vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Watertoets. Sinds 1 november 2003 is de watertoets verplicht en verankerd in het Besluit op de ruimtelijke ordening. De watertoets is een bestuurlijk instrument waarmee ruimtelijke plannen worden getoetst op waterhuishoudkundige aspecten. Het doel van de watertoets is om waterhuishoudkundige problemen (nu en in de toekomst, bijvoorbeeld als gevolg van klimaatverandering) te voorkomen en kansen te benutten. De watertoets verplicht daarom bij alle ruimtelijke plannen en besluiten die invloed hebben op de waterhuishouding te toetsen in hoeverre bij de planvorming rekening wordt gehouden met water. Hierbij wordt ook het onderdeel grondwater betrokken. Als onderdeel van de watertoets moet ook onderzoek worden gedaan naar de effecten van initiatieven op de waterveiligheid. De invloed van bijvoorbeeld verhoogde golfslag op waterkeringen moet dus worden onderzocht. Dit zal moeten worden getoetst aan het wettelijke toetsinstrument.

Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW). Op grond van de Waterwet zijn meerdere beleidsstukken opgesteld zoals het Nationaal Waterplan, de beleidsnota waterveiligheid, de beleidsnota IJsselmeergebied, Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta (SGBP) en het Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren 2010-2015 (BPRW). In het BPRW beschrijft Rijkswaterstaat het beheer voor de rijkswateren (waaronder het Markermeer) voor de periode 2010-2015. De Waterwet, Europese richtlijnen en andere (internationale) regelgeving vormen hierbij belangrijke kaders. Onderdeel van het BPRW is een programma waarin de beheeropgave is opgenomen vanuit Waterbeheer 21e eeuw (WB21), Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura 2000.

Waterbeheer 21e eeuw

WB21 heeft tot doel om het waterbeheer op korte én lange termijn op orde te hebben, zodat veiligheid en goede waterkwantiteit zijn gewaarborgd. Dit doel impliceert aanpassing van de waterhuishoudkundige inrichting, waarin de verwachte gevolgen van bodemdaling, klimaatverandering en wijzigingen in gebruiksfuncties zijn verdisconteerd. Beleid en beheer van de rijkswateren op het gebied van veiligheid zijn vastgelegd in het BPRW. Voor de dijken in het IJsselmeergebied gelden de

normen uit de Waterwet. Elke zes jaar wordt getoetst of de dijken en waterkeringen in het IJsselmeergebied aan het gestelde veiligheidsniveau voldoen en waar nodig met het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) weer op orde gebracht. Veiligheid geldt als randvoorwaarde voor het water- en natuurbeheer. In het HWBP zijn twee operationele beleidsdoelen geformuleerd die van belang zijn voor het waterkwantiteitsbeheer van het IJsselmeergebied:

- het op orde brengen en houden van de samenhang tussen het regionaal en het hoofdwatersysteem in 2015, gericht op het tegengaan van wateroverlast en watertekort. Uitgangspunten zijn:
 - uitwerking van de trits ‘vasthouden, bergen en afvoeren’
 - niet-afwentelen van de wateroverlastproblematiek
 - het hebben van voldoende water in de rijkswateren, aansluitend aan de eisen die de desbetreffende gebruiksfuncties stellen (verdringingsreeks)

Het WB21-doel voor het IJsselmeergebied is het behouden en versterken van de afvoer- en watervoorzieningsfunctie om situaties met wateroverlast en watertekort te voorkomen. Uitgangspunt hierbij is het water uit het IJsselmeer zo lang mogelijk onder vrij verval te blijven lozen op de Waddenzee. Tot 2015 is aanpassing van de waterhuishoudkundige inrichting in het kader van WB21 voor het IJsselmeergebied niet nodig.

Met enige regelmaat is er te weinig zoetwater van voldoende kwaliteit om te kunnen voldoen aan de vraag in het voorzieningsgebied. Volgens de KNMI-klimaatscenario's nemen perioden van droogte toe. De toevoer van zoetwater via de rivieren daalt, terwijl de verdamping van oppervlaktewater toeneemt. Het resultaat is inkrimping van de beschikbare hoeveelheid zoetwater in het IJsselmeergebied en een groeiende vraag naar zoetwater vanuit de omliggende gebieden. Onder gemiddelde omstandigheden is er echter in het IJsselmeergebied geen opgave door watertekort.

Europese Zwemwaterrichtlijn. Het doel van de Zwemwaterrichtlijn is het behoud, de bescherming en de verbetering van de milieukwaliteit en de bescherming van de mens. De richtlijn is van toepassing op elk oppervlaktewater waar veel mensen zwemmen. In de richtlijn zijn normen voor fecale bacteriën vastgesteld waaraan zwemwater moet voldoen en is aan gegeven dat voor iedere zwemwaterlocatie een aantal beheermaatregelen moet worden genomen. Het betreft onder meer het opstellen van zwemwaterprofielen, het periodiek controleren van de zwemwaterkwaliteit, het beschrijven en beoordelen van oorzaken van eventuele verontreinigingen, het nemen van maatregelen om blootstelling van zwemmers aan verontreinigingen te voorkomen en het verstrekken van informatie aan het publiek.

Het BPRW is in 2012 herzien aan de taakstelling uit het regeerakkoord 2010: “temporiseren en versoberen van de Kaderrichtlijn Water”. Deze partiële herziening houdt in dat KRW maatregelen opnieuw zijn geprioriteerd en mogelijk uitgesteld. Voor het Markermeer heeft dit nauwelijks tot wijzigingen geleid.

Deltaprogramma. Het Deltaprogramma is gericht op veiligheid en de aanwezigheid van voldoende drinkwater. Gezien de functie van het Markermeer als zoetwatervoorziening heeft Marker Wadden een raakvlak met het deltaprogramma.

Water – Peilbesluit Rijkswateren IJsselmeergebied. In 1992 is het Peilbesluit Rijkswateren IJsselmeergebied vastgesteld. Naast het IJsselmeer heeft dit besluit betrekking op het Ketelmeer, Vossemeer, Zwarte Meer, Markermeer, IJmeer, Gooimeer, Eemmeer, Wolderwijd, Nijkerkernauw, Nuldernauw Veluwemeer en Drontermeer. Voor al deze wateren zijn streefpeilen vastgesteld. Onder streefpeil wordt verstaan: “de onder normale omstandigheden gelet op de daarmee gemoeide belangen meest wenselijke gemiddelde boezemwaterstand, afgerond op een veelvoud van 5 cm, met een marge voor het operationeel beheer van ca. 2,5 cm”. Voor het Markermeer, het IJmeer en het IJsselmeer is hetzelfde streefpeil vastgesteld, namelijk een zomerstreefpeil van NAP -0,20 m en een winterstreefpeil van NAP -0,40 m. Voor de overgang van het ene naar het andere streefpeil is een

periode van ca. 3 weken in het besluit opgenomen. Van winter- naar zomerpeil: tussen ca. 20 maart en 10 april; van zomer- naar winterpeil: tussen ca. 20 september en 10 oktober.

Wet bodembescherming. Deze wet schrijft voorwaarden voor die worden verbonden aan het verrichten van handelingen op of in de bodem. Primair komen bescherming en sanering van de bodem in de wet aan bod. Indien er grondverzet gaat plaatsvinden op landbodem of waterbodem dient er te worden getoetst of dit voldoet aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit. Deze wet- en regelgeving bevat verschillende toetsingskaders, protocollen en analysepakketten waaraan men zich moet houden.

Besluit Bodemkwaliteit. Het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) is een besluit op grond van de Wet milieubeheer, de Wet bodembescherming en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. Het besluit streeft naar een balans tussen een gezonde bodemkwaliteit voor mens en milieu én ruimte voor maatschappelijke ontwikkelingen. Het Rijk speelt in op de wens van lokale overheden om de bodemkwaliteit beter aan te laten sluiten op het lokale bodemgebruik. Dit in combinatie met heldere regels voor het verantwoord toepassen van grond, baggerspecie en bouwstoffen. Het Besluit bodemkwaliteit kent drie onderdelen: de kwaliteit van uitvoering (kortweg 'Kwalibo'), bouwstoffen en grond en baggerspecie.

Het Besluit bodemkwaliteit heeft betrekking op de nuttige toepassing van grond en bagger en van primaire en secundaire steenachtige bouwmaterialen en geldt voor bouwmaterialen die buiten worden toegepast en zo in contact kunnen komen met regenwater, grondwater of oppervlaktewater. Belangrijk uitgangspunt bij het mogen toepassen van grond en baggerspecie is dat sprake moet zijn van een nuttige toepassing. Is dit niet het geval dan wordt toepassen gezien als een middel om zich te ontdoen van afvalstoffen en gelden regels op grond van de Europese Kaderrichtlijn afvalstoffen. Naast het Besluit bodemkwaliteit is er een Regeling bodemkwaliteit met daarin de uitvoeringsbesluiten en normatieve invulling van het bodembeleid. Het Besluit is vanaf 1 januari 2008 gefaseerd in werking getreden.

Besluit lozen buiten inrichtingen. Dit besluit bevat regels voor een groot aantal categorieën van lozingen die het gevolg zijn van activiteiten die plaatsvinden buiten inrichtingen in de zin van de Wet milieubeheer. Lozingen vanuit inrichtingen vallen onder het Activiteitenbesluit en het lozen vanuit particuliere huishoudens is geregeld met het Besluit lozing afvalwater huishoudens. In tegenstelling tot het Activiteitenbesluit stelt het Besluit lozen buiten inrichtingen slechts regels voor het lozen van afvalwater. Voor lozen in het oppervlaktewater ten gevolgen van ontgravingen en baggerwerkzaamheden is de vergunningplicht met dit besluit opgeheven.

Beleidsregel voor ontgroningen in rijkswateren. Op grond van de Ontgroningenwet (Ow) is het verboden zonder vergunning te ontgronden. In de Regeling ontgroningen in rijkswateren volgt dat de minister van I&M bevoegd is voor verlenen en wijzigen van og vergunningen. Deze regeling is gepubliceerd in september 2010 en vervangt het tot dan toe vigerende beleid voor het IJsselmeergebied Zand Boven Water. De uitgebrachte, onderbouwende milieueffectrapportage MER zand boven water dient wel als onderbouwing van bovenstaande beleidsregel. De vroegere verplichting voor het weer opvullen van zandwinputten vanuit ecologische gronden is niet meer van kracht. Vanuit waterstaatkundige redenen kan dit wel van belang zijn (kwel, stabiliteit).

Archeologie en cultuurhistorie

Nationaal (archeologie)

In 1992 ondertekende Nederland het Europese Verdrag inzake de bescherming van het archeologische erfgoed, kortweg 'het Verdrag van Malta' (of Valletta). Sindsdien is het uitgangspunt van het (rijks)beleid dat archeologische waarden volwaardig meetellen in beslissingen over de ruimtelijke inrichting van ons land en dat behoud *in situ* daarbij het uitgangspunt is: alleen als het niet anders kan, wordt een vindplaats opgegraven. Initiatiefnemers van bodemverstorende activiteiten kunnen worden verplicht de kosten van archeologisch vooronderzoek te dragen en zijn – als behoud in de bodem niet mogelijk is – verantwoordelijk voor de kosten van een opgraving. Dit is het zogenaamde 'veroorzakerprincipe' ofwel 'de veroorzaker betaalt'. In Nederland speelt het grootste deel van de ruimtelijke ontwikkeling zich af op gemeentelijk niveau. Daarom is er in ons land voor gekozen om gemeenten een sleutelrol te laten spelen bij de uitvoering van het Verdrag van Malta. Met de inwerkingtreding van de Wamz (Wet Archeologische Monumentenzorg) en de herziening van de Monumentenwet 1988 is de besluitvorming over de omgang met het bodemarchief met ingang van 1 september 2007 voor het grootste deel naar gemeentelijk niveau gedecentraliseerd, waarbij het instrument bestemmingsplan centraal staat. In voorkomende gevallen adviseert de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) covenant partners zoals bijvoorbeeld Rijkswaterstaat en terrein behorende instanties zoals Natuurmonumenten.

Nationaal (cultuurhistorie)

In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte wordt gesproken over 'unieke cultuurhistorische en natuurlijk kwaliteiten' waarbij één van de doelen is het waarborgen van een leefbare en veilige omgeving waarin unieke natuurlijke en cultuurhistorische waarden behouden zijn. Eén van 13 nationale belangen waarvoor het Rijk verantwoordelijk is betreft 'Ruimte voor behoud en versterking van (inter)nationale unieke cultuurhistorische en natuurlijke kwaliteiten' (Nationaal belang 10). Het Rijk is verantwoordelijk voor het cultureel en natuurlijk UNESCO-werelderfgoed (inclusief de voorlopige lijst), kenmerkende stads- en dorpsgezichten, rijksmonumenten en cultuurhistorische waarden in of op de zeebodem. Landschappelijke, natuurlijke en cultuurhistorische kwaliteiten op de Noordzee, het IJsselmeer en Waddenzee blijven van nationaal belang. Het Rijksbelang voor het IJsselmeer is geborgd in het Nationaal Waterplan 2009-2015. In het Waterplan is onder andere het streefbeeld opgenomen om bestaande cultuurhistorische en landschappelijke waarden te versterken. Complementair aan de structuurvisie is de Visie Erfgoed en Ruimte *Kiezen voor Karakter*. Hierin wordt door het rijk vanuit een brede erfgoedvisie ingezoomd op de meeste actuele en urgente opgaven van nationaal belang.

Provincie Flevoland (archeologie)

De provincie Flevoland maakt in haar Omgevingsplan 2006 voor haar archeologiebeleid een onderscheid in Provinciaal Archeologische en Aardkundige Kerngebieden (PAK'en), archeologische aandachtsgebieden en de Top 10-locaties. Deze gebieden en locaties acht de provincie van provinciaal belang. Het huidige plangebied Marker Wadden bevindt zich niet in genoemde gebieden. Eén van de Park-gebieden is wel als referentie opgevoerd in tabel 6.7.1 om duidelijk te maken wat voor landschap zich onder de bodem van het Marker Meer kan bevinden in het oer stroomdal van de Vecht.

Provincie Flevoland (cultuurhistorie)

In het Omgevingsplan 2006 is met betrekking tot cultuurhistorie de ontwikkelvisie van de provincie Flevoland gericht op het behouden van de unieke Flevolandse landschappelijke en cultuurhistorische karakteristieken, onder meer door ze in te zetten als ruimtelijke kwaliteit ter versterking van nieuwe ontwikkelingen. Naast de visie is ook een beleidskader in het plan opgenomen. Centraal staan het cultureel erfgoed en de landschapskunst. Inwoners en bezoekers van Flevoland worden gestimuleerd kennis te nemen van de geschiedenis van Flevoland. Dit gebeurt door het zichtbaar maken van de cultuurhistorie en het verhogen van de beleevingswaarde ervan, in combinatie met recreatie, toerisme en educatie. Naast landschappelijke en cultuurhistorische waarden richt de provincie Flevoland zich

ook op aardkundige waarden. Dit zijn sporen van vroegere landschappen als oude geulsystemen en rivierduinen, zeldzame veenresten en zeer oude bodems vormen onderdelen van deze zeer oude, fossiele landschappen. Een van de speerpunten in het uitvoeringsprogramma van het provinciale omgevingsplan betreft het Markermeer/IJmeer. Het speerpunt is voornamelijk gericht op natuurwaarden niet specifiek op cultuurhistorische waarden.

Gemeente Lelystad (archeologie)

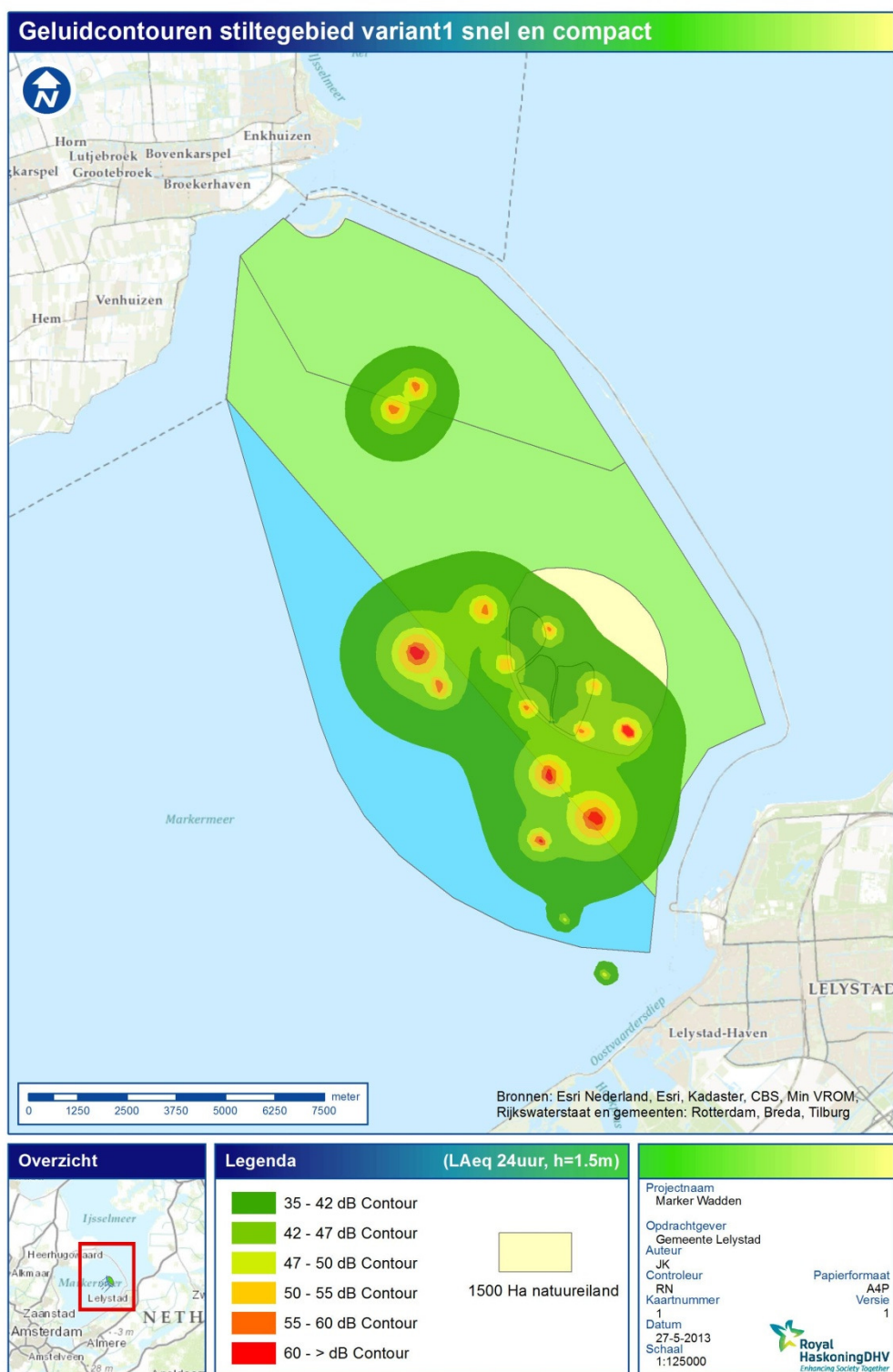
Het plangebied ligt volledig in de gemeente Lelystad. Het archeologiebeleid van de gemeente is vastgelegd in de Nota Archeologische Monumentenzorg uit 2008. Het beleid bestaat uit beleidsafspraken en een beleidsadvieskaart. De beleidsadvieskaart bestaat uit een Maatregelenkaart en een Archeologiekaart Waarden en Verwachtingen. Op de Archeologiekaart Waarden en Verwachtingen staan niet alleen de bekende archeologische (vastgestelde) waarden, maar ook de gebieden met een hoge, gematigde of lage verwachting op het aantreffen van archeologische sporen, en de gebieden zonder een archeologische verwachting. Op de maatregelenkaart zijn deze informatie gecombineerd met het archeologisch beleid van de provincie. Voor het watergebied IJsselmeer en Markermeer geldt dat een groot gedeelte de status heeft van aandachtsgebied. Ter voorbereiding van bodemverstorende activiteiten is altijd een milieu-effectrapportage noodzakelijk, met als onderdeel een aspectrapportage archeologie.

Gemeente Lelystad (cultuurhistorie)

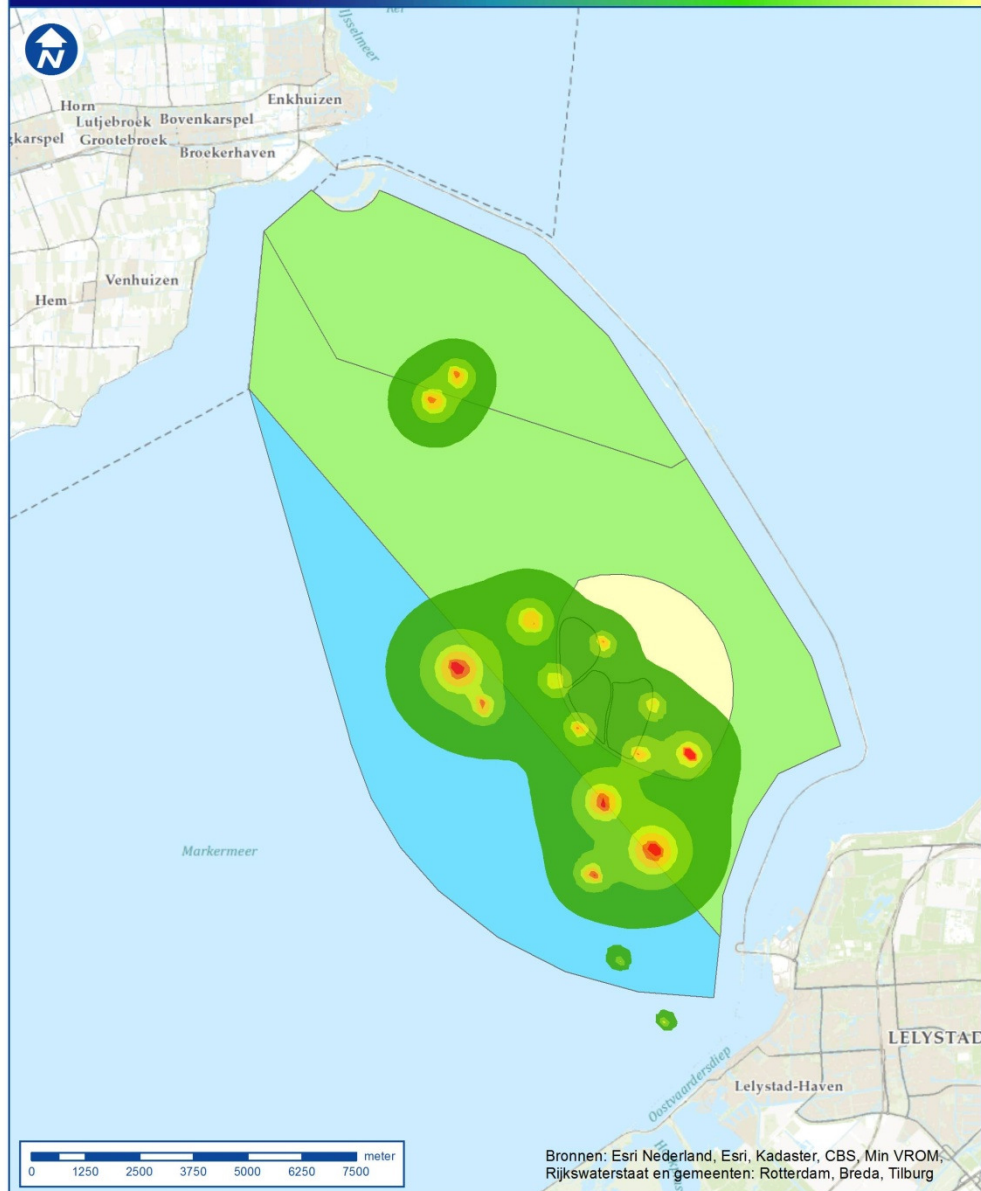
Conform de recente aanpassing van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro) moet bij het opstellen van een bestemmingsplan rekening worden gehouden met cultuurhistorische waarden. Lelystad heeft (nog) geen gemeentelijke monumenten, maar beschikt wel over een inventarisatie (Cultuurhistorie in Lelystad, 2007). Onder het thema 'inpoldering' zijn onder andere het gemaal Wortman en de Houtribsluizen opgenomen. In 2010 is een gemeentelijke erfgoedverordening vastgesteld. Met het beleid op het gebied van cultuurhistorie wil de gemeente Lelystad de kennis en bewustwording van de inwoners en bezoekers over de cultuurhistorische kwaliteiten van Lelystad bevorderen (Actualisatienota gemeentelijk cultuurbeleid voor de periode 2013–2016). In het Structuurplan Lelystad 2015 worden onder andere de kenmerken van het IJsselmeer en Markermeer beschreven waaronder opgenomen zijn de uitgestrektheid, de grote oeverlengte, de dijken, de buitendijkse waarden, de havensilhouetten en oriëntatiepunten. Het IJsselmeer is een landschappelijke eenheid: een openwatergebied waar rust en ruimte overheersen. Het gebied vormt een belangrijk tegenwicht voor de Randstad en andere stedelijke gebieden. De dijk tussen Enkhuizen en Lelystad krijgt meerwaarde door natuurontwikkeling en de zoekgebieden langs de dijk (stapstenen en corridors), in samenhang met woningbouw in het water. De 'kale' dijk wordt als het ware getransformeerd naar een 'oprijlaan'. De groene eilanden begeleiden de dijk.

De gemeente heeft een lijst van aandachtspunten gemaakt die ze bij de actualisatie van het Structuurmodel Kust gaat betrekken. Ook cultuurhistorische aspecten krijgen daarbij aandacht zoals de horizon, de erfenis van de Zuiderzeewerken in de vorm van dijken, de Houtribdijk (Markerwaarddijk), het naviduct, de Trintelhaven, de Baai van Van Eesteren, de Houtribsluizen, het Oostvaardersdiep, het Werkeiland, het gemaal en de sluis Wortman, markante punten en bouwwerken.

BIJLAGE 3 Figuren geluidbelasting



Geluidcontouren stiltegebied variant 2 snel en compact zonder nacht



Overzicht



Legenda

(LAeq 24uur, h=1.5m)

- 35 - 42 dB Contour
- 42 - 47 dB Contour
- 47 - 50 dB Contour
- 50 - 55 dB Contour
- 55 - 60 dB Contour
- 60 - > dB Contour

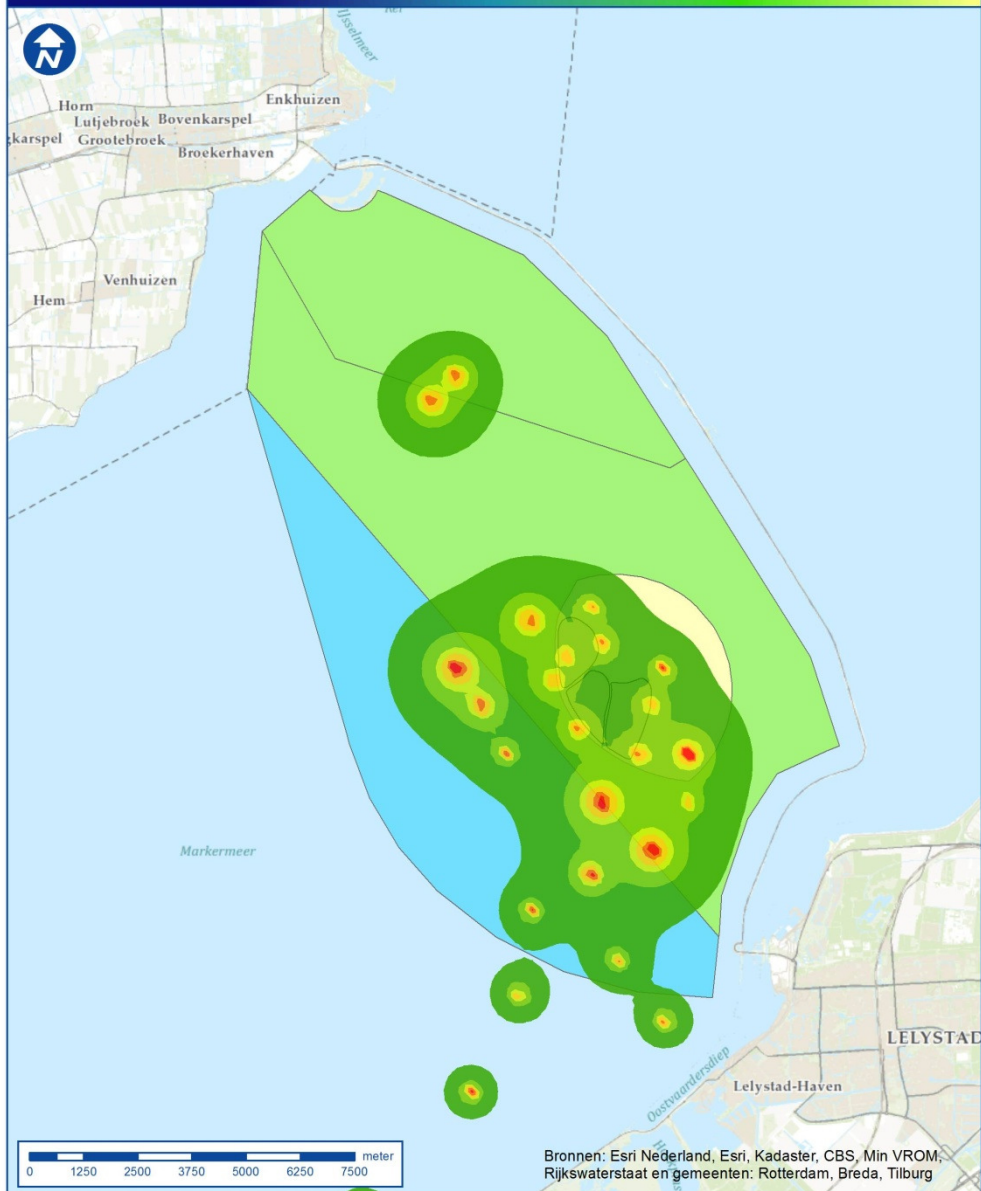
1500 Ha natuureiland

Projectnaam
Marker Wadden
Opdrachtgever
Gemeente Lelystad
Auteur
JK
Controlleur
RN
Kaartnummer
2
Datum
27-5-2013
Schaal
1:125000

Papierformaat
A4P
Versie
1

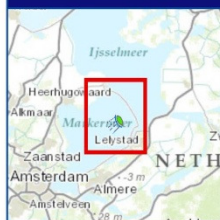


Geluidcontouren stiltegebied variant 3 snel en compact met zand van elders



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

Overzicht



Legenda

(L_{Aeq} 24uur, h=1.5m)

- 35 - 42 dB Contour
- 42 - 47 dB Contour
- 47 - 50 dB Contour
- 50 - 55 dB Contour
- 55 - 60 dB Contour
- 60 - > dB Contour

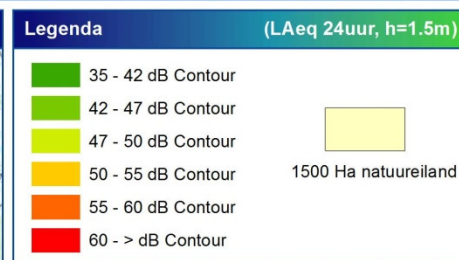
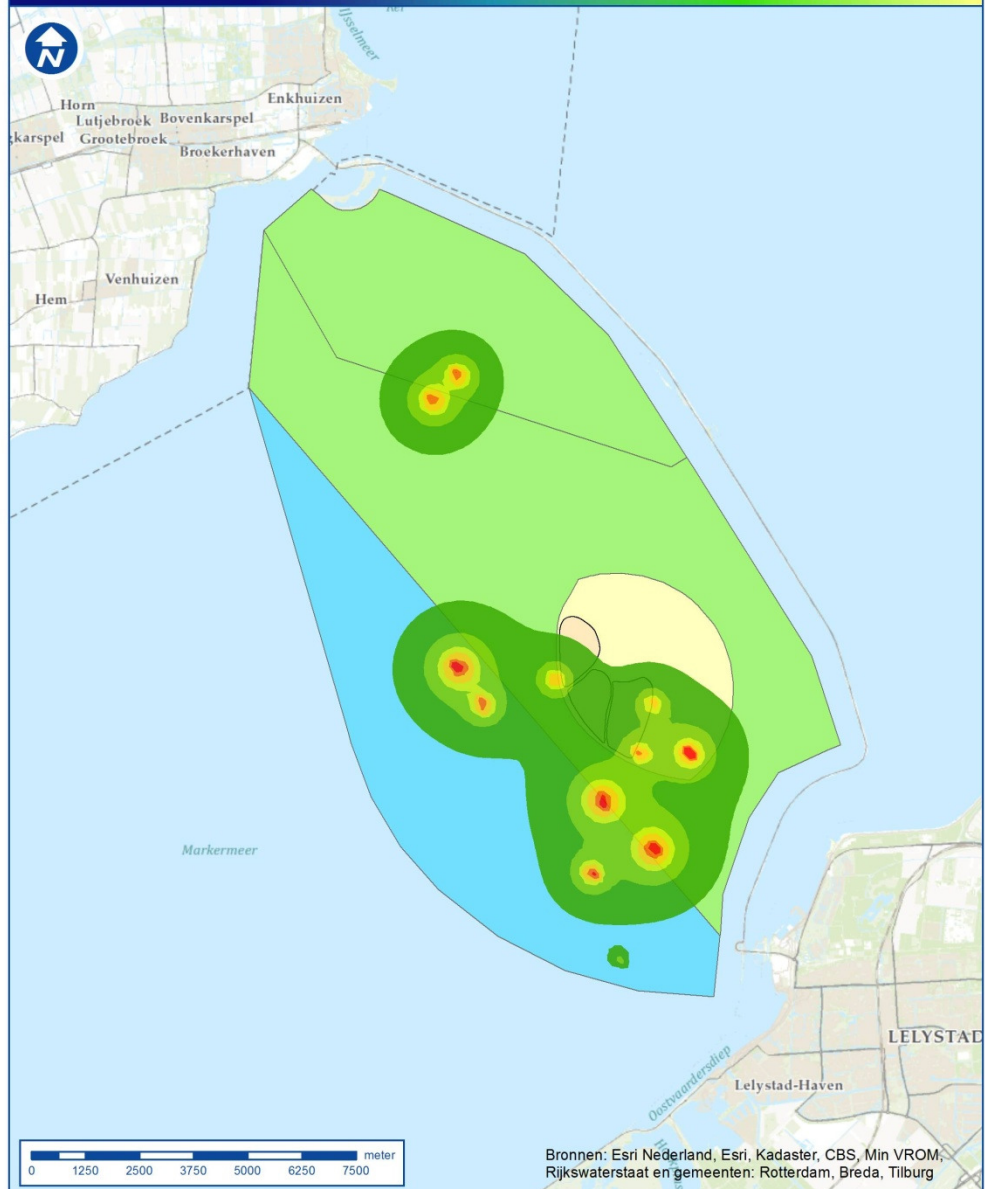
1500 Ha natuureiland

Projectnaam
Marker Wadden
Opdrachtgever
Gemeente Lelystad
Auteur
JK
Controleur
RN
Kaartnummer
3
Datum
27-5-2013
Schaal
1:125000

Papierformaat
A4P
Versie
1



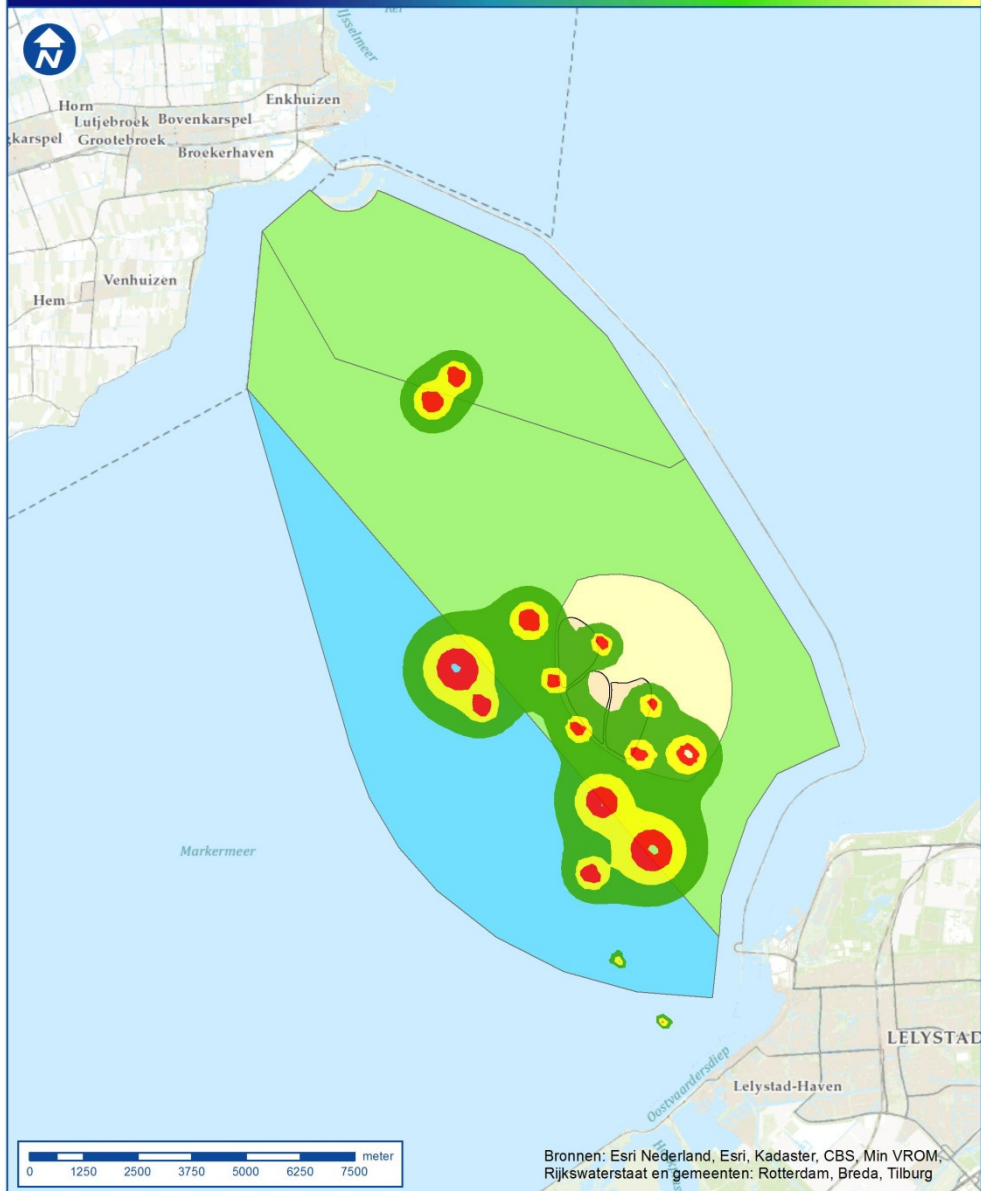
Geluidcontouren stiltegebied variant 4 minder materieel, meer tijd



Projectnaam	Marker Wadden
Opdrachtgever	Gemeente Lelystad
Auteur	JK
Controleur	RN
Kaartnummer	4
Datum	27-5-2013
Schaal	1:125000
Papierformaat	A4P
Versie	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Geluidcontouren bij woningen variant 1 snel en compact



Overzicht



Legenda

(LEtmaal, h=5m)

- 50 - 55 dB Contour
- 55 - 60 dB Contour
- 60 - > dB Contour
- 1500 Ha natuureiland

Projectnaam
Marker Wadden

Opdrachtgever
Gemeente Lelystad

Auteur
JK

Controleur
RN

Kaartnummer
1

Datum
27-5-2013

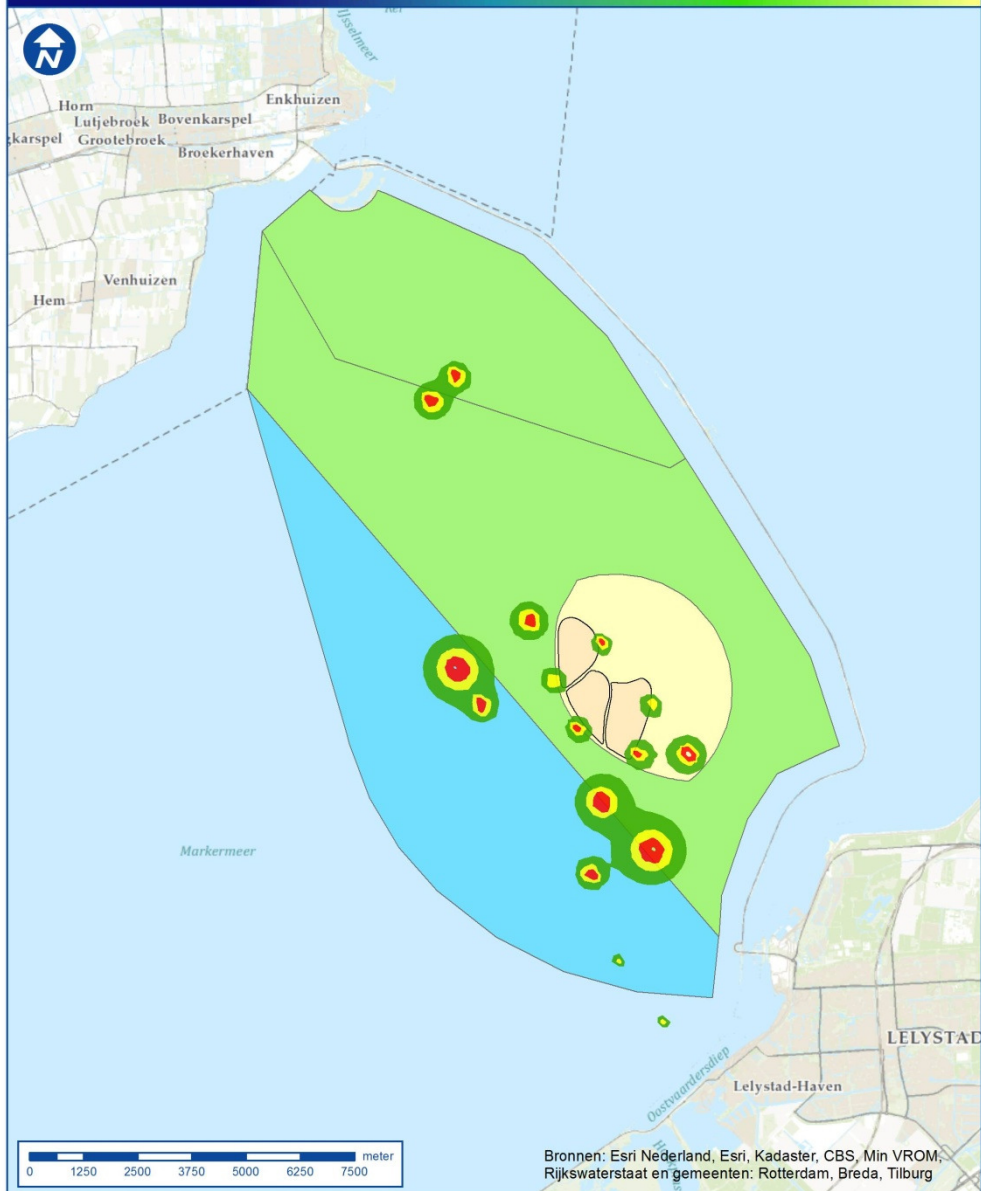
Schaal
1:125000

Papierformaat
A4P

Versie
1

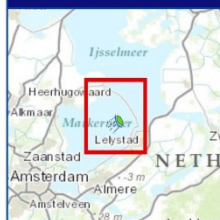


Geluidcontouren bij woningen variant 2 snel en compact zonder nacht



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS, Min VROM, Rijkswaterstaat en gemeenten: Rotterdam, Breda, Tilburg

Overzicht



Legenda

(LEtmaal, h=5m)

- 50 - 55 dB Contour
- 55 - 60 dB Contour
- 60 - > dB Contour
- 1500 Ha natuureiland

Projectnaam
Marker Wadden

Opdrachtgever
Gemeente Lelystad

Auteur
JK

Controleur
RN

Kaartnummer
2

Datum
28-5-2013

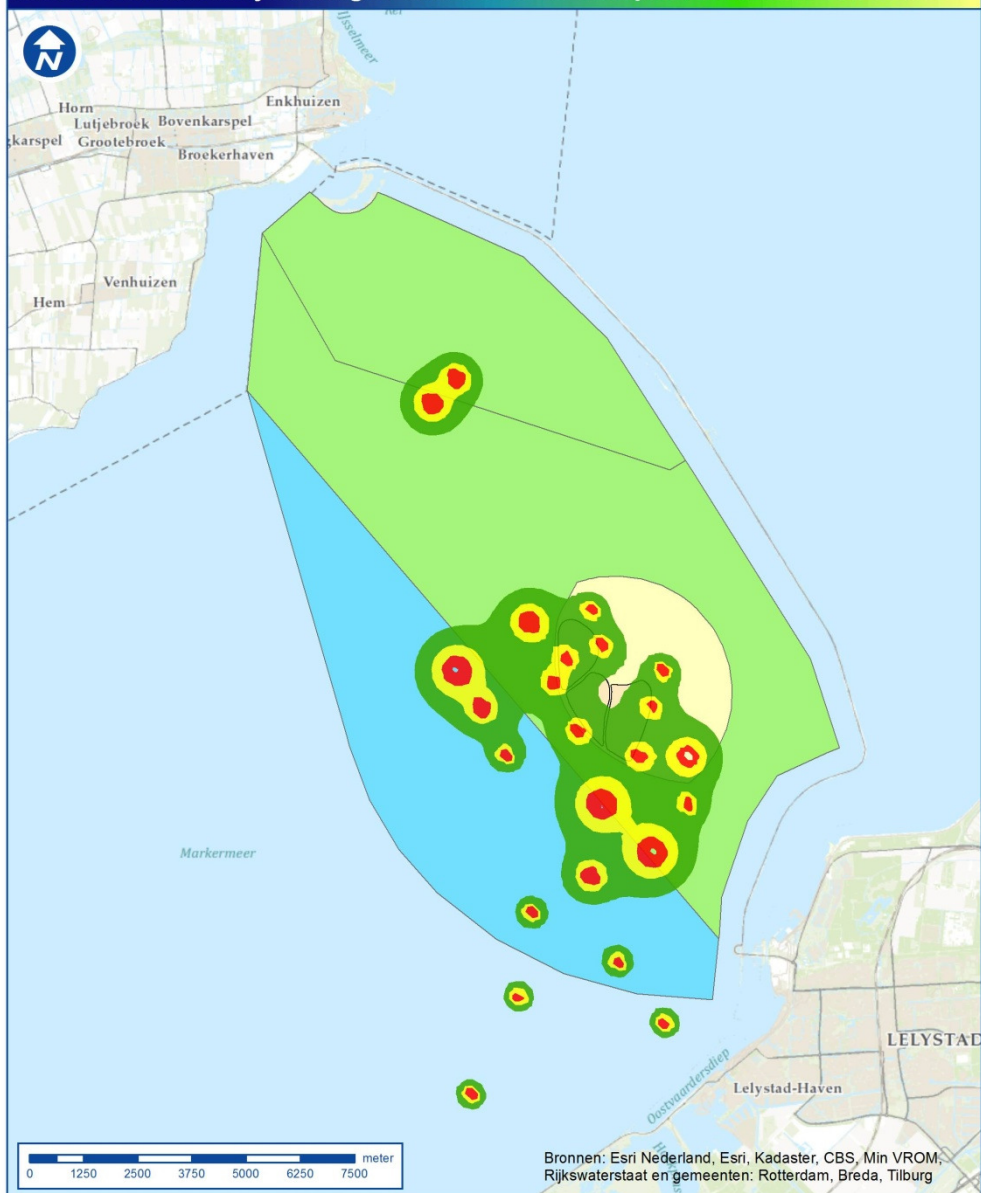
Schaal
1:125000

Papierformaat
A4P

Versie
1



Geluidcontouren bij woningen var. 3 snel en compact met zand van elders



Overzicht



Legenda

(LEtmaal, h=5m)

- 50 - 55 dB Contour
- 55 - 60 dB Contour
- 60 - > dB Contour

1500 Ha natuureiland

Projectnaam
Marker Wadden

Opdrachtgever
Gemeente Lelystad

Auteur

JK

Controleur

RN

Kaartnummer

3

Datum

28-5-2013

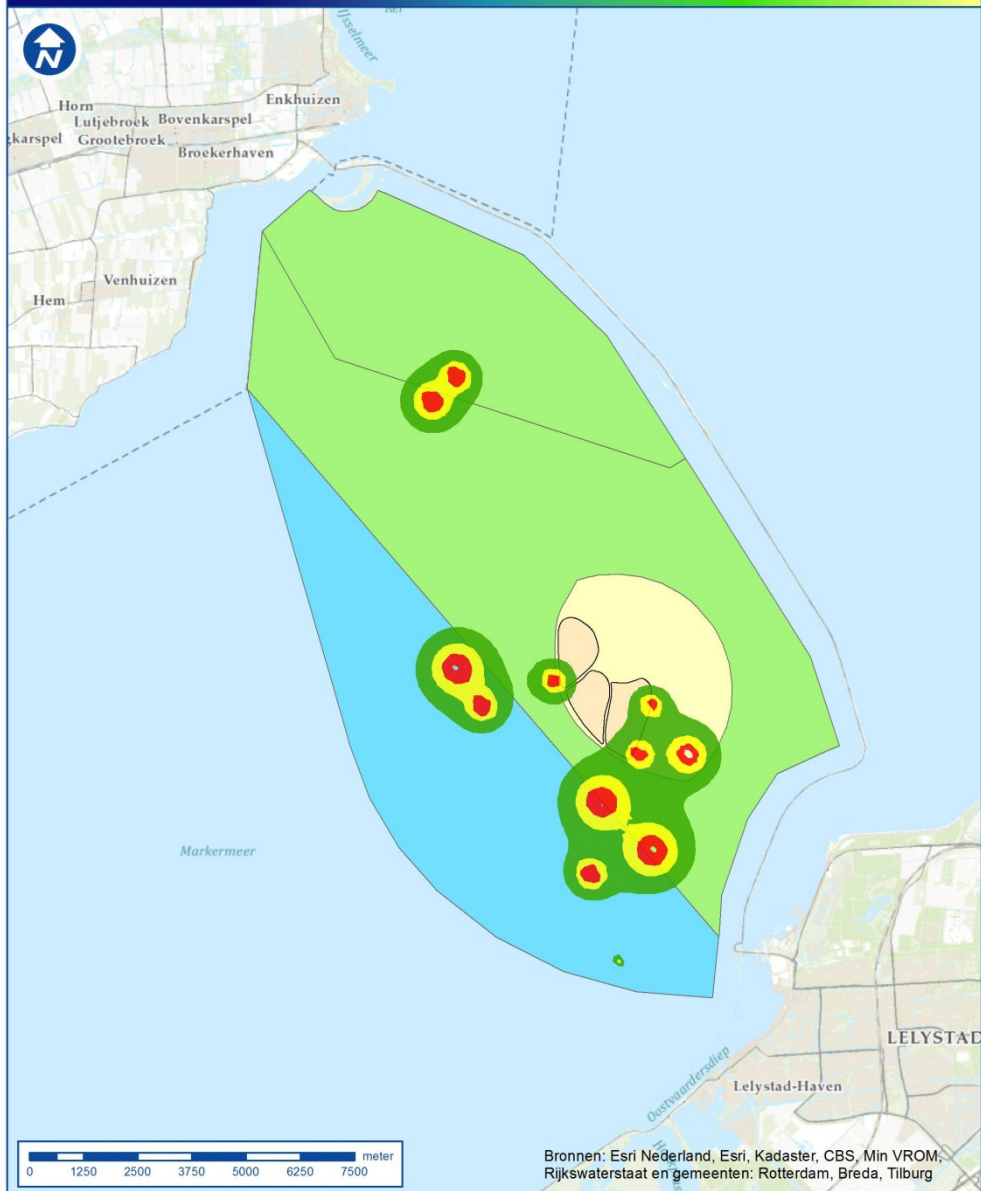
Schaal

1:125000

Papierformaat
A4P
Versie
1

Royal
HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Geluidcontouren bij woningen variant 4 minder materieel, meer tijd



Overzicht



Legenda

(LEtmaal, h=5m)

- 50 - 55 dB Contour
- 55 - 60 dB Contour
- 60 - > dB Contour
- 1500 Ha natuureiland

Projectnaam
Marker Wadden

Opdrachtgever
Gemeente Lelystad

Auteur
JK

Controleur
RN

Kaartnummer
4

Datum
27-5-2013

Schaal
1:125000

Papierformaat
A4P

Versie
1

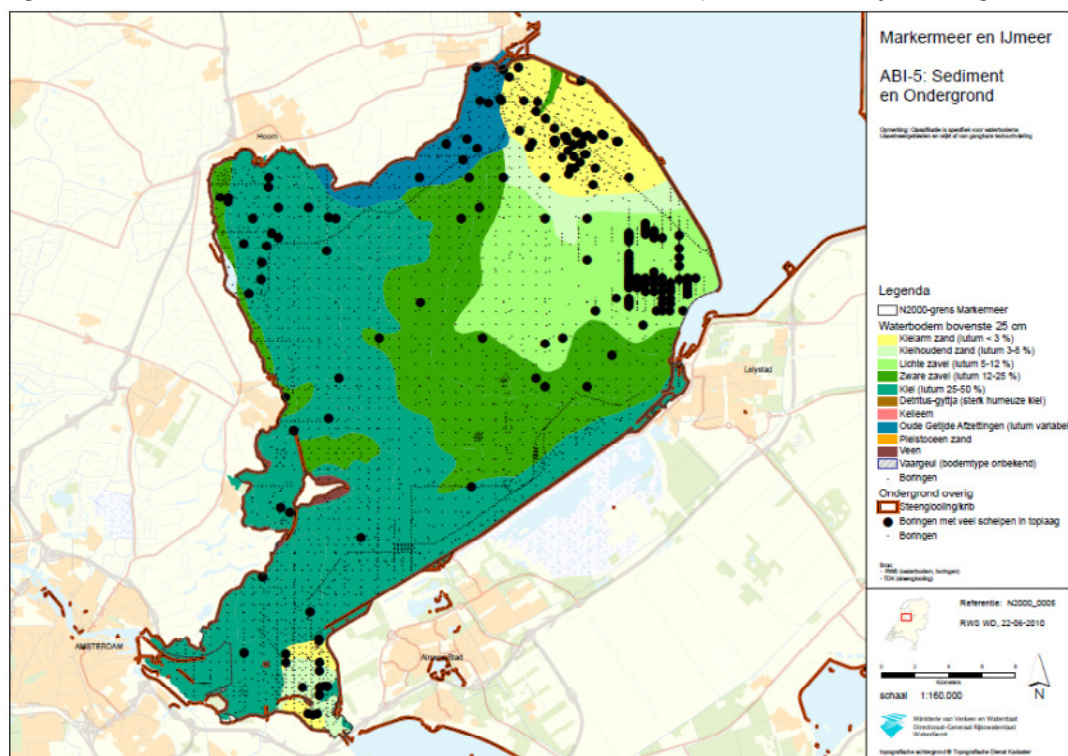


4 BIJLAGE WATER EN BODEM

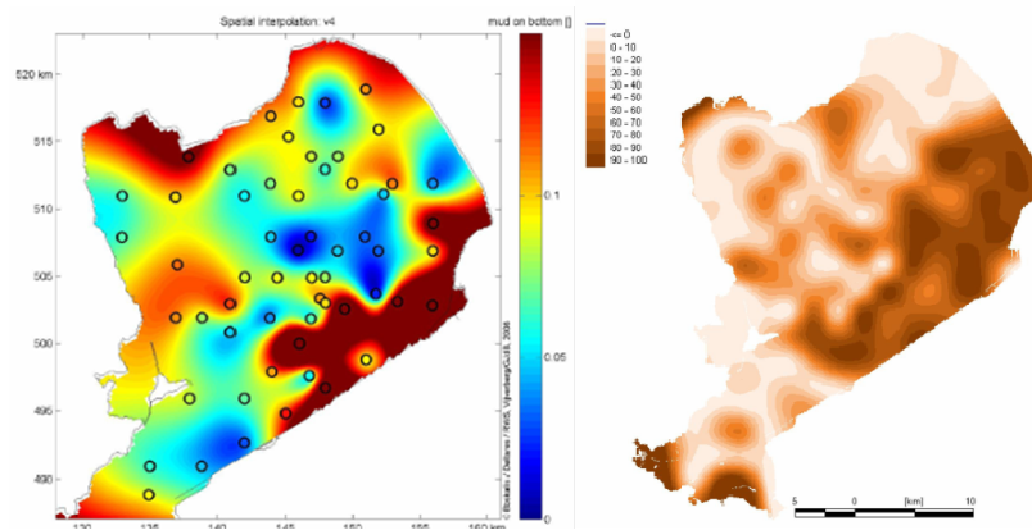
4.1 Achtergrond slibhuishouding en bodemopbouw Markermeer

De bodem van het Markermeer bestaat voornamelijk uit klei en zavel (mengsel van zand en klei) en een dikke laag slib. In Figuur B1 is de bovenste 25cm van de bodem afgebeeld. In de figuur is tevens aangegeven waar schelpen in de bovenlaag aanwezig zijn.

Figuur B1: Bovenste 25 cm van de waterbodem van het Markermeer (www.natura2000ijselmeergebied.nl)



Figuur B2: Links: Dikte van de sliblaag aan het bodemoppervlak in 2007 en 2008 (uit Vijverberg, 2008) Rechts Percentage slib in de bodem van het Markermeer (Deltares, 2010).



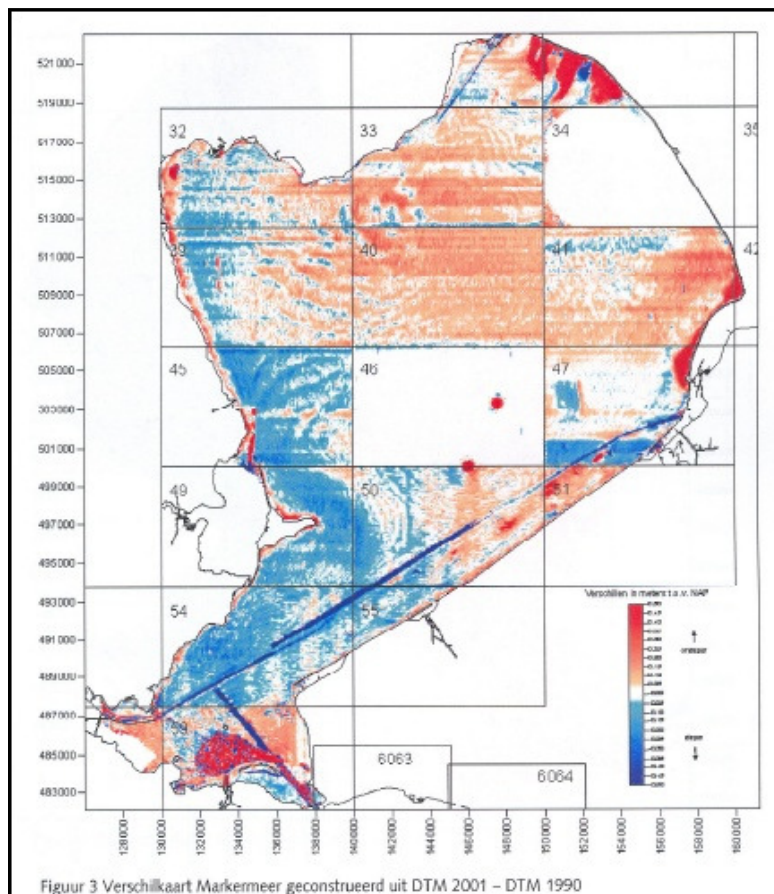
Eigenschappen slib

De sliblaag op de Markermeer bodem heeft een dichtheid die varieert tussen 1040 en 1600 kg/m³. Het slib bestaat uit klei (ca. 9%), detritus (ca. 37%), organische stof (ca. 8%) en andere organische stoffen (ca. 46%). Het zwaartepunt van de sliblaag ligt momenteel in het oosten van het Markermeer, zie ook figuur B2. Het meeste slib ligt in de diepere delen, zoals de oostzijde van het meer en vaargeulen of oude stroomgeulen. De slibconcentraties variëren echter door het jaar heen.

Totaal volume en aangroei

Door Witteveen en Bos (2005) is de totale slibproductie geschat op basis van lodingen en op basis van geschatte bodemschuifspanningen. Het totale slibvolume is geschat op (ordegrootte) 100 miljoen m³. Door Rijkswaterstaat is een verschilkaart voor het Markermeer opgesteld op basis van DTM (Digitaal Terrein Model) voor de jaren 2001 en 1990 (zie figuur B3). De kaart laat in blauw gebieden met erosie/verdieping en in rood met sedimentatie/ophoging van de bodem zien. Op de meeste plaatsen laat de oeverzone een toename zien. Mogelijk dat dit samenhangt met de aanwezigheid van waterplanten, waarin het slib tot bezinking kan komen. Ook de zandwinputten zijn duidelijk herkenbaar. Opvallend is de toename van het bodemniveau net ten noorden van de haven van Lelystad tegen de Houtribdijk aan. Dit is een zone zonder waterplanten. Ook zijn overal golfvormige structuren herkenbaar die (kunnen) wijzen op veel variatie in sedimentatiecondities op kleine schaal. Opvallend ook dat in een groot deel van het westelijk Markermeer sedimentatie wordt waargenomen. Het is onduidelijk hoe nauwkeurig en betrouwbaar deze metingen zijn.

Figuur B.3 Verschilkaart Markermeer op basis van DTM metingen in 2001 en 1990. (Uit: Witteveen en bos Samenvattende eindrapportage quickscan slibproblematiek 2005).



Deze kaart vormt de basis voor schattingen van de hoeveelheid slib die vrijkomt als gevolg van erosie en weer bezinkt. Volgens meerdere auteurs kan uit de opeenvolgende kaartbeelden geen trend in de toename van slib worden afgeleid (o.a. Noordhuis en Houwing, 2003 en Vijverberg, 2008). De metingen zijn daarvoor te verscheiden, het ontbreekt aan belangrijke informatie en er zijn geen zeer

duidelijke trends zichtbaar die standhouden ondanks verschillen in meetmethode. Het is dus onduidelijk hoe groot het continue proces van erosie vanuit de ondiepere delen is. Onderzoek van Witteveen en Bos (2005) lijkt te wijzen op een transport van 1 miljoen m³ per jaar.

Onzekerheden slibhoeveelheid en slibproductie

Uit de metingen van Vijverberg volgt een gemiddelde sliblaagdikte van 9 cm. Dit resulteert voor het Markermeer als geheel in 63 miljoen m³ sliblaag, minder dus dan de eerder geschatte hoeveelheid van 100 miljoen m³. Indien wordt aangenomen dat de bovenste 2 cm een gemiddelde dichtheid heeft van 1100 kg/m³ en de onderste 7 cm een dichtheid van 1250 kg/m³, dan volgt hieruit een totaal gewicht van 75 miljoen ton slib, maar slechts 15 miljoen ton d.s. Er van uitgaande dat deze hoeveelheid is ontstaan sedert de afsluiting van de Houtribdijk dan ligt de jaarlijkse aanwas aan slib in de orde van 0,4 miljoen ton d.s. per jaar. Een deel van dit slib bestaat uit organisch materiaal (orde 6%) en detritus. Indien hiervoor wordt gecorrigeerd is de erosie van de oorspronkelijke Zuiderzeebodem aan de Noord Hollandse kust eerder in de orde van 0,25 miljoen ton d.s. per jaar. De dichtheden van het materiaal in situ liggen in de orde van 1650 kg/m³ ofwel 900 tot 1000 kg d.s./m³. Dit houdt in dat de erosie in de orde van 0,25 miljoen m³ bedraagt in plaats van de 1 miljoen m³ die eerder is geschat.

Conclusie slibbalans

De schatting voor de totale slibhoeveelheid ligt in de orde van 63 tot 100 miljoen m³. De schatting voor de jaarlijkse aanwas heeft mogelijk in een bandbreedte van 0,25 tot 1 miljoen m³ afhankelijk van aannames en berekeningswijze. In het plan-MER wordt uitgegaan van een totaal slibvolume van 100 miljoen m³ (1100 kg/m³) en van de jaarlijkse aangroei van 0,75 miljoen m³ (1100 kg/m³).

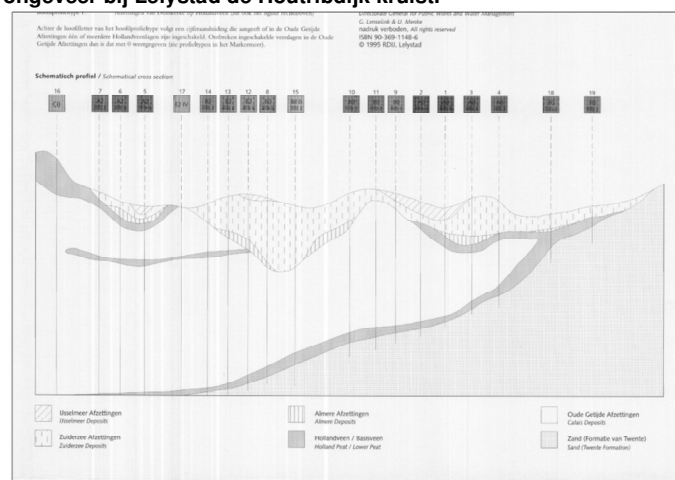
4.1.1.1 Bodemopbouw

Algemeen

Voor de bodem van het Markermeer zijn boorprofielen kaarten beschikbaar waarvan de legenda vooral ouderdom van de afzettingen aangeeft. In deze paragraaf wordt ingegaan op de relevante geomorfologische aspecten voor Marker Wadden:

- *De dikte en samenstelling van de Holocene toplaag.* Deze is van belang omdat hieruit het materiaal komt voor een deel van de bouw van de kade en het vullen van de slibatollen. Ook wordt de mate waarin zetting kan optreden bepaald door deze laag.
- *Schelpen in de ondergrond.* Schelpen vormen een goede ondergrond voor driehoeksmosselen en kunnen gebruikt worden voor het maken van strand en kaal broedgebied voor grondbroeders.
- *De dikte en samenstelling van het Pleistoceen.* Deze is van belang omdat de samenstelling de geschiktheid voor het maken van de rand en de te verwachte rusthoeken bepaald.

Figuur B4 Een geologische dwarsdoorsnede die loopt van het zuidwesten naar het Noordoosten en ongeveer bij Lelystad de Houtribdijk kruist.

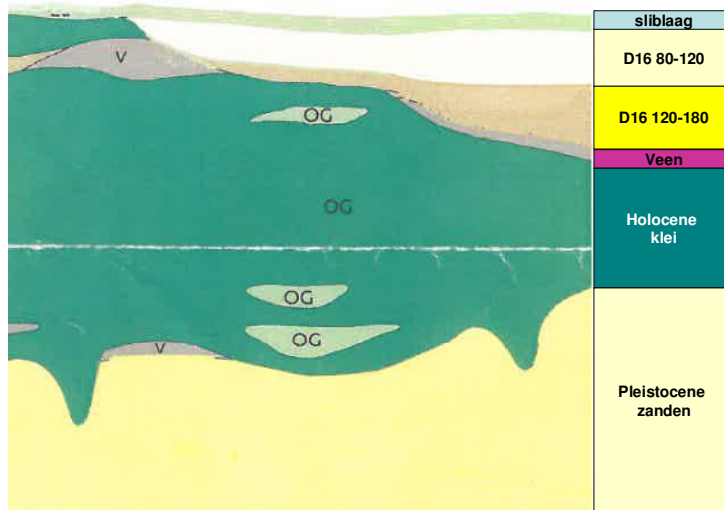


Dikte en samenstelling Holocene & Pleistoceen

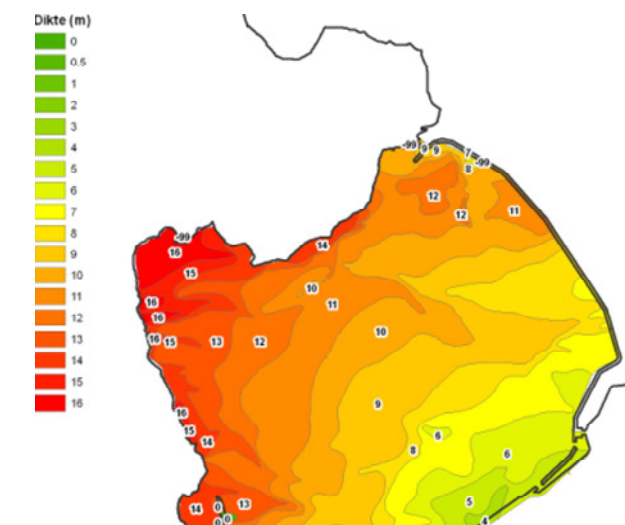
Het Pleistoceen helt naar het westen af en is daar enkele meters dieper gelegen dan in het oostelijk deel van het Markermeer. Ter hoogte van de projectlocatie is de dikte van de Holocene laag ongeveer 6 tot 8 meter. Er ligt een geul door het gebied (zie figuur B6), waardoor de dikte van het Holocene enkele meters varieert binnen de locatie. Dit laatste is beperkt van invloed op de mate van zetting.

Over de samenstelling van het Holocene is minder concrete informatie op kaart beschikbaar. Wel kan met Delfstoffen online een indruk worden verkregen waar in de bovenste 5 meter verhoudingsgewijs veel zand voorkomt. Ter hoogte van Marker Wadden komt plaatselijk een aantal rijen boorprofielen voor. In het projectgebied komt een laag voor met fijne tot middelfijne zanden tot direct onder het oppervlak. Voor de sluiting van de Houtribdijk lag dit zand aan het oppervlak. Het gaat om lagen van 1 tot 1,5 meter dik, met een totale dikte plaatselijk van orde 4 meter. Het is niet bekend hoeveel winbaar zand direct aan het oppervlak is gelegen.

Figuur B5 Samenstelling Holocene ter hoogte van het projectgebied. Er komt een opeenvolging voor van fijne, middel fijne zanden, een dunne laag veen, enkele meters Holocene met in de ondergrond grovere Pleistocene zanden.



Figuur B6 De dikte van de Holocene deklaag, dus tot aan het Pleistoceen. Ter hoogte van het projectgebied varieert de dikte van de Holocene deklaag als gevolg van een oude oergeul.



Voorkomen van (Zuiderzee)schelpen

Oude Zuiderzee schelpen vormen een goede basis voor het vestigen van driehoeksmosselen. Vrijwel overal komen in de ondergrond van het Markermeer afzettingen met schelpen voor. Onderstaande figuur geeft aan dat ze in vrijwel alle boringen worden aangetroffen ook hoog in het profiel. De inventarisatie van RWS uit 2003 geeft de samenstelling van de bovenste laag. Hieruit blijkt dat dicht aan het oppervlak maar weinig schelpen voorkomen ter hoogte van het startpunt van Marker Wadden. Waar wel schelpen voorkomen gaat het soms om grote hoeveelheden/dichtheden, waarbij de toplaag wel voor meer dan 40% uit schelpen kan bestaan.



Figuur B7. Samenstelling bovenste laag Markermeer (Noordhuis en Houwing, 2003)

4.2 Effectiviteit onderwaterlandschap Marker Wadden

Een belangrijke pijler voor het project Marker Wadden is het reduceren van de hoeveelheid slib die als een verstikkende deken op de bodem ligt. Twee processen binnen Marker Wadden zorgen voor een directe vermindering van de slibdeken: 1) het onderwaterlandschap met geulen en putten en 2) creëren van luwte waar sedimentatie optreedt door aanleg van de atollen. De slibhuishouding wordt verder versterkt door de toenemende filtercapaciteit door driehoeksmosselen en de toenemende sedimentatie van slib door ontwikkeling van waterplanten.

In het plan-MER is uitgegaan van het onderwaterlandschap van Marker Wadden van 3 tot 9 km aan slibgeul met een breedte van 250 meter. Om een inschatting te kunnen maken van de effectiviteit van de slibvang wordt hieronder ingegaan op 1) de hoeveelheid slib in de waterkolom, 2) ervaringen met bestaande putten in het Markermeer en 3) resultaten van eerste verkennende modelberekeningen met Delft 3D die zijn uitgevoerd voor Marker Wadden (Vijverberg en Boderie, 2013).

Slib in de waterkolom

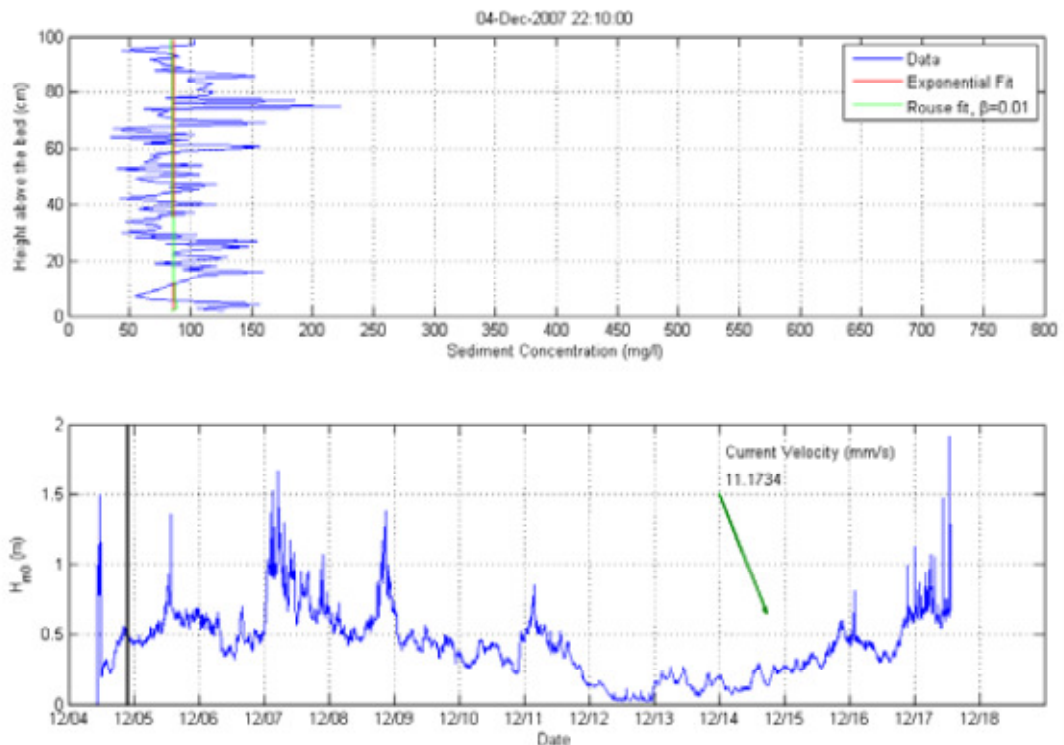
In het kader van het onderzoek van Vijverberg (2008) heeft continue monitoring plaatsgevonden aan slib op verschillende waterdiepten. Onderstaande reeks metingen geeft inzicht in de wijze waarop slib in de waterkolom aanwezig is. De eerste figuren laten de situatie zien bij matige wind waarbij golven tot een halve meter ontstaan. Er is op dat moment sprake van een vrij uniforme verdeling van het

zwevende stof over de gehele waterkolom, met een gemiddelde concentratie van ongeveer 80 mg/l. De circulatiestroming is op dat moment gering, orde 1,1 cm/s.

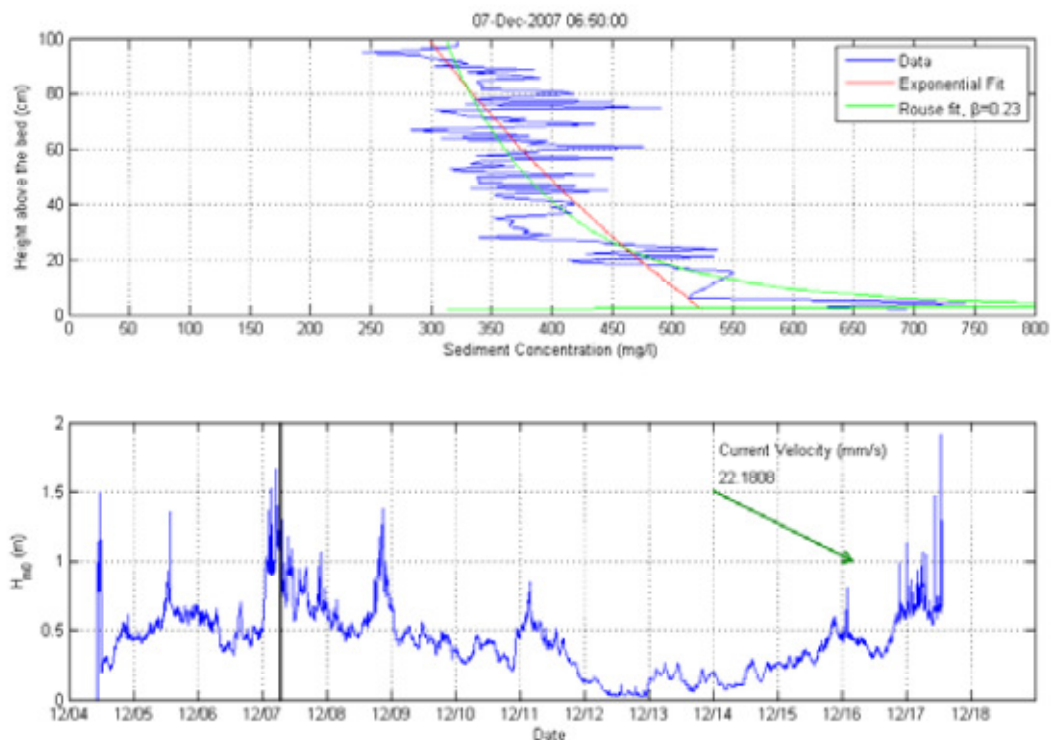
Op 7 december is een heel ander beeld te zien. De golven zijn beduidend hoger (orde 1 meter) en ook de circulatiestroming is sneller, orde 2,2 cm/s. De concentratie aan zwevende stof is sterk toegenomen en ligt in de orde van 450 mg/l over de kolom. Aan de bodem is de concentratie veel hoger. Het asymmetrische profiel duidt erop dat waarschijnlijk sprake is van een menging van fijnere en grovere fracties waarbij de grovere fractie verantwoordelijk is voor het grootste deel van de hoge concentraties aan zwevende stof aan de bodem.

De beelden laten alleen de concentratie in de onderste meter van de water kolom zien. Daarboven zijn de concentraties waarschijnlijk lager. Een concentratie van 450 mg/l over 1 meter waterkolom komt overeen met ca 0,45 kg/m². Bij een gemiddelde dichtheid van de sliblaag van 1050 tot 1100 kg/m³ komt dit overeen met laagdikte van ongeveer 1 tot 0,5 cm. Dat tot 2 cm sliblaag wordt opgewerveld bij storm is dus aannemelijk. De hier beschreven situatie is niet uitzonderlijk. Dergelijke stormen komen meermaals per jaar voor. Bij een uitzonderlijk zware storm komt zeer veel slib en ook meerbodem in beweging. In korte tijd wordt de bodem dan ook weer afgedekt met enkele centimeters slib. Noordhuis en Houwing (2003) namen o.a. waar dat de achteruitgang van de driehoeksmossel sterk samenhangt met de aanwezigheid van veel slib.

In de onderste 20 cm is dus waarschijnlijk veel grover fractie in beweging tijdens storm. Deze fractie bezinkt mogelijk grotendeels bij het passeren van een put. Als dit transport 4 uur aanhoudt dan wordt in de onderste 20 cm ongeveer 40 kilo per storm per meter over de putrand verplaatst. Als deze situatie zich meermaals voordoet per jaar voor een totaal van 20 uur dan komt dit overeen met 200 kilo/jaar per meter rand. Bij een ronde put met een diameter van 50 meter komt ongeveer 4 kg/m² over de rand naar binnen. Dit komt overeen met een laagdikte van orde 10 cm.



Figuur B8 AMS meting bij golven van ongeveer 0,5 meter. Bovenste figuur geeft een uniforme verdeling van slib over de kolom met een gemiddelde concentratie van 100 mg/l (uit Vijverberg 2008).



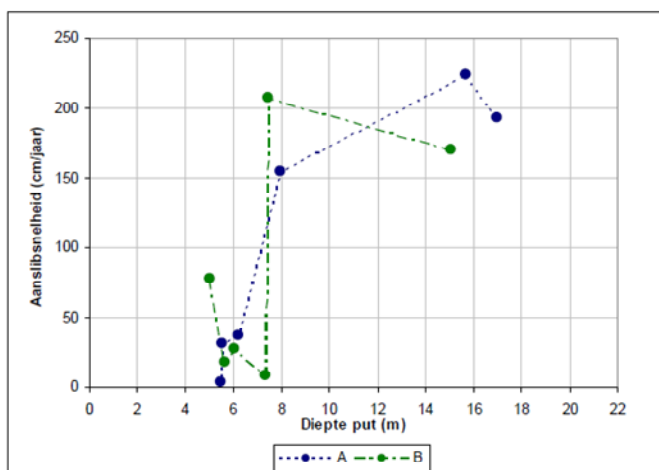
Figuur B9 AMS meting bij golven van ongeveer 1 meter. Bovenste figuur geeft een duidelijk asymmetrisch profiel met zeer hoge slibconcentraties nabij de bodem met concentraties van meer dan 500 mg/l. (uit Vijverberg 2008).

Ervaringen in slibputten

Voor kwantificering van de mogelijke slibinvang kan gekeken worden naar ervaringen in slibputten op andere locaties in het Markermeer. Voor twee proefputten zijn de aanslibbingsnelheden bijgehouden. De putten geven beide in de begin jaren aanslibbingsnelheden van orde 2 meter per jaar. Er kan in de begin fase van de put ook sprake zijn geweest van zettingsvloeiingen vanuit de rand. Daarna valt de snelheid terug wat waarschijnlijk samenhangt met de geringere waterdiepte waardoor golven en stroming weer meer vat krijgen op de put.

Figuur B10 Aanslibbingsnelheden van twee proefputten in het Markermeer (uit: Deltares 2010, op basis van meetgegevens van Rijkswaterstaat).

datum		diepte (m NAP)	datum		diepte (m NAP)	aanslibbing (m)		tijdsperiode (jaren)		aanslibsnelheid (cm/jaar)		gemiddelde waterdiepte (m)		
A		A	B		B	A		B	A		B	A		B
feb-84		21.50	feb-84		20.00									
jun-86		17.00	jan-87		15.04	4.50	4.96	2.33	2.92	193	170	18.8	17.7	
jan-87		15.68	sep-90		7.42	1.32	7.62	0.59	3.67	224	208	16.5	10.8	
jan-92		7.95	jan-92		7.31	7.73	0.11	5.00	1.33	155	8	11.4	7.6	
aug-96		6.22	aug-96		6.03	1.72	1.27	4.59	4.59	38	28	7.3	6.3	
nov-98		5.51	okt-98		5.63	0.72	0.40	2.25	2.17	32	19	5.5	5.4	
sep-99		5.48	jul-99		5.04	0.03	0.59	0.83	0.75	4	78	5.7	5.5	



Slibinvang met modellen

Modellen zijn een benadering van de werkelijkheid. Het modelleren van de slibhuishouding van het Markermeer is uiterst complex. Het ontbreekt aan data, de dynamiek is groot en de omvang van het meer en complexiteit van processen legt ook beperkingen op aan de modellen. Modellen geven wel een indicatie van mogelijke processen en richtingen van effecten, maar dat enkel in orde grootte.

Modelberekeningen slibputten en Vaargeul Amsterdam Lemmer

De aanslibbing in de hierboven beschreven proefslibputten is tevens gemodelleerd. Op basis van modelberekeningen voor de wordt de bruto sedimentflux geschat op 70 kg ds./jaar (uit: Vijverberg 2008). Deze bruto flux bestaat in hoofdzaak uit de fluffy layer omdat deze het meest mobiel is en het vaakste wordt opgewerveld. Deze 70 kg d.s. jaar komt afhankelijk van de dichtheid van het sediment overeen met een bruto sedimentatie van 1,2 meter (dichtheid 1050 kg/m³ van de fluffy layer) tot 0,6 meter (dichtheid na beperkte consolidatie tot 1100 kg/m³). Directe sedimentatie vanuit de waterkolom kan daarmee een groot deel van de waargenomen aanslibbingsnelheden verklaren. Het resterende deel kan het gevolg zijn van dichtheidsstromingen, als dan niet door circulatiestromingen gedreven. Door Deltares (2010) is gerekend aan de vaargeulverdieping van de Vaargeul Amsterdam Lemmer (VAL). Voor de diepere delen binnen VAL worden vergelijkbare maximale sedimentatiesnelheden berekend als voor de proefputten.

Modelberekeningen Marker Wadden 1^e fase (500ha)

Om het ontwerp van het onderwaterlandschap te optimaliseren zijn sommen uitgevoerd met het Delft 3D slib model (zie kader). Het model is oorspronkelijk ontworpen en gekalibreerd op het gedrag van slib in de waterkolom. Het model geeft goed inzicht in de sedimentatie en erosie patronen die optreden door aanleg van Marker Wadden en de verschillen tussen varianten in ontwerp van het onderwaterlandschap. Het model is echter niet geschikt voor het kwantificeren van de totale slibinvang door onzekerheden in dichtheden, de gehanteerde slibfracties en de wijze waarop het model gekalibreerd is. Dit blijkt ook uit de uitkomsten. De hoeveelheden aan gesedimenteerd materiaal liggen in vergelijking met wat vanuit praktijkgegevens verwacht kan worden aanzienlijk lager en kunnen hierdoor wel gebruikt worden als minimale hoeveelheid slib dat ingevangen wordt. Op jaarbasis bedroeg dit, bij een geulensysteem van 6 km bij 250 meter circa 300.000 m³.

In het model is gewerkt met twee slibfracties met een valsnelheid van respectievelijk $2.31 \cdot 10^{-5}$ m/s en $4.63 \cdot 10^{-6}$ m/s. Deze fracties zijn representatief voor het zwevend stof in de waterkolom. Uit de berekeningen blijkt dat jaarlijks respectievelijk 1 en 10% van deze fracties wordt ingevangen (t.o.v. totale aanbod). Na een storm is echter ook een zwaardere fractie aanwezig in de waterkolom. Het invang percentage zal door de grotere valsnelheid van deze fractie boven de 10% bedragen. Deze fractie is echter minder vaak in de waterkolom aanwezig. Deltares heeft ooit een derde en zwaardere slibfractie toegevoegd aan het model en kwam toen tot een toename van de totale hoeveelheid ingevangen slib van maximaal 50% (Vijverberg en Boderie, 2013).

Kader: Delft 3D model slibhuishouding

Voor de slibberekeningen voor Marker Wadden is het gebruik gemaakt van het slibmodel dat in het kader van eerdere studies voor het Markermeer is ontwikkeld (Deltares, 2008) en binnen NMIJ is gevalideerd met behulp van de data van het veldexperiment luwtestructuur (Deltares, 2012). Dit model is als volgt opgebouwd:



De stroming en golven worden berekend met een gekoppeld Delft3D flow- en wave model. De resultaten hiervan zijn offline in Delwaq ingebracht, waarmee de slibdynamica wordt berekend. De output wordt met behulp van beschikbare matlab scripts gemaakt. Als bodem is een bathymetrie van het jaar 2006 gebruikt, zoals dat bij de opzet van het Markermeer slibmodel beschikbaar is gesteld.

Ook voor de windbelasting wordt het jaar 2006 als basis genomen. Van dat jaar is van het windstation Berkhout winddata (snelheid en -richting, uurwaarden) beschikbaar. Als waterpeil wordt een streefpeil opgelegd. Dit betekent in de winter een waterpeil van NAP -0,4 m en in de zomer een waterpeil van NAP -0,2 m. Via de sluizen in de Houtribdijk wordt dit peil in het model opgelegd. Wind effecten zorgen voor een waterstandsdynamiek over het gehele meer.

Omgevingseffecten/inklappen geulen/dichtheidstromingen

Naast sedimentatie van slib in de waterkolom bestaan er nog andere processen die een rol kunnen spelen bij het vullen van geulen en putten met slib. Het gaat hierbij om het optreden van dichtheidstromingen door de circulatie en toestroom van slib door het instorten van taluds. Door de compactheid van het slib in de omgeving van de geulen vindt dit echter in kleine mate plaats.

Luwtewerking Marker Wadden

Uit het model volgt dat door het creëren van luwte tevens slib uit de waterkolom sedimenteert achter het eiland. De grote hiervan ligt op orde grootte 1.500.000 m³ per jaar. De mate waarin dit plaatsvindt, neemt jaarlijks door verdere verontdieping af, maar zal na verwachting de eerste jaren stabiel zijn. Het materiaal dat achter het eiland sedimenteert, wordt niet verpompt richting atollen en blijft dus beschikbaar binnen het systeem. Gekeken is in hoeverre dit materiaal weer vrij kan komen tijdens extreme weersomstandigheden. Uit berekeningen van de schuifspanning achter het eerste eiland blijkt dat met wind uit het noordwesten en/of het noorden die eens in de tien jaar optreedt, geconsolideerd materiaal van achter het eiland in korte tijd weer beschikbaar kan komen. Met een wind uit andere windrichtingen is de strijklengte onvoldoende om dergelijke schuifspanningen aan de bodem te kunnen genereren. Het vrijkomen van het materiaal heeft naar verwachting niet direct ecologische gevolgen, onder dergelijke omstandigheden is er zeer veel slib aanwezig in de waterkolom. Marker Wadden heeft echter als doel om slib uit het systeem te verwijderen. Onder dergelijke omstandigheden wordt het effect van de luwtemaatregel deels teniet gedaan. Dit effect kan gemitigeerd worden door de rand van het eerste eiland van Marker Wadden te verlengen, waardoor een stuk achter Marker Wadden hier tegen beschermd kan worden.

Resuspensie van slib vanuit luwtegebieden

Het slib dat ten oosten van het bovenwaterlandschap als gevolg van de luwte is gesedimenteerd zou mogelijk bij een storm uit het noorden, oosten of zuiden weer kunnen eroderen. Hierdoor kan tijdelijk de slibconcentratie in de waterkolom toenemen, wat negatieve effecten kan hebben op de ecologie. Daarnaast gaat, als gevolg van de erosie en het transport van het materiaal, een deel van het slib dat is gesedimenteerd verloren, waardoor de uitbouw van het bovenwaterlandschap langzamer verloopt. Dit is een niet gewenste situatie.

Met het model is bepaald of en wanneer deze situatie kan optreden. Hiervoor zijn modelberekeningen met stationaire wind uit verschillende richtingen en met verschillende sterkte uitgevoerd. Per situatie is het stromingspatroon en het golfveld uitgerekend en vertaald naar bodemschuifspanning. De bodemschuifspanning is een maat voor de belasting op de bodem. Over het algemeen geldt dat indien de schuifspanning groot is zal slib eroderen van de bodem, indien de schuifspanning laag is zal slib niet eroderen. Echter speelt de aanvoer en afvoer van slib ook een rol. Afhankelijk hiervan treedt netto erosie of sedimentatie op.

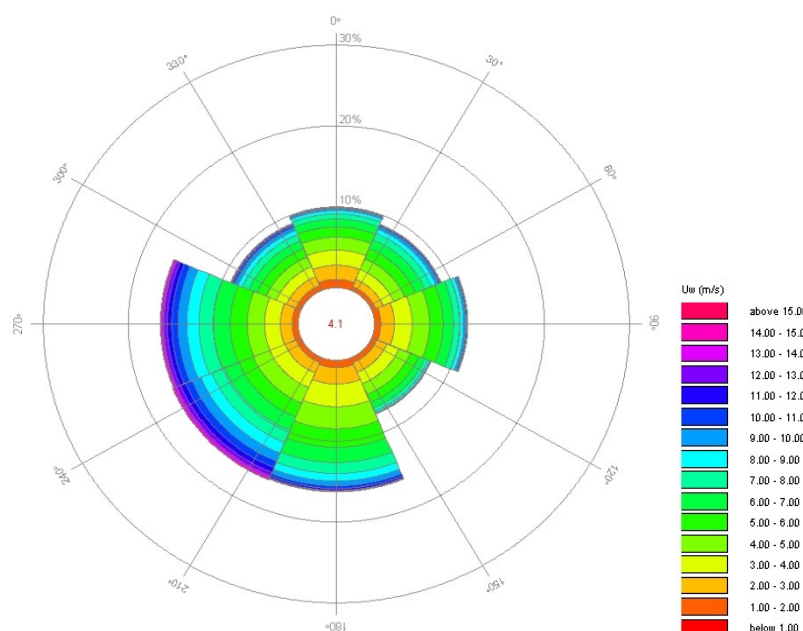
Er zijn vijf modelberekeningen uitgevoerd, namelijk voor wind uit het noordwesten, noorden, noordoosten, zuidoosten en zuiden. Gezien de oriëntatie van het bovenwaterlandschap zijn deze winden belangrijk voor een acute mobilisatie van het gesedimenteerde materiaal. Dit zijn echter wel windrichtingen die gedurende een jaar relatief weinig voorkomen. Daarnaast treedt er bij deze windrichtingen meestal een relatief lage windsnelheid op.

Figuur B11 laat de windverdeling zien waarbij uur-gegevens van de periode 1 januari 1951 tot en met 11 april 2013 zijn geanalyseerd in windklassen van 45°. Tabel B1 geeft een overzicht van de herhalingstijden met de daarbij horende windsnelheid per richting. Voor deze herhalingstijden zijn de

berekeningen uitgevoerd, per herhalingstijd zijn ze onderling vergelijkbaar. Uit de berekeningen volgt het golfhoogteverloop tussen het onderwaterlandschap en de Houtribdijk.

Figuur B11: Verdeling wind, periode 1951-2013

All year



Tabel B1: Windsnelheid (m/s) per geanalyseerde windrichting voor verschillende herhalingstijden

Herhalingstijd	Noordwesten	Noorden	Noordoosten	Zuidoosten	Zuiden
1/1	14,98	12,33	11,69	10,66	14,46
1/10	18,91	16,43	13,87	13,38	17,49
1/100	22,29	20,06	15,57	15,64	20,18
1/1.000	25,44	23,47	17,14	17,74	22,70
1/10.000	28,45	26,73	18,63	19,74	25,12

Tabel B2 Globale bodemschuifspanning (N/m2) in het luwtegebied voor verschillende condities

	NW	N	NO	ZO	Z
1/1 jaar	0,8 – 0,9	Max 0,5	<< 0,5	<< 0,5	0,6 – 0,8
1/10 jaar	1,5 – 1,8	1 – 1,2	0,5	0,5 - 0,6	1 – 1,3
1/100 jaar	2	1,5	0,7 – 0,8	0,8	1,8
1/1000 jaar	2,5	2,5	1	1	2,5
1/10000 jaar	> 2,5	> 2,5	1,2	1,5	> 2,5

Over het algemeen kan worden gesteld dat bij een bodemschuifspanning net lager dan 0,5 N/m2 alleen heel fijn slib dat net is neergeslagen weer in suspensie kan komen. Bij schuifspanningen van ongeveer 0,7 N/m2 zal slib dat enigszins is geconsolideerd weer in suspensie komen. Bij schuifspanningen vanaf 1,5 tot 2 N/m2 zullen ook de meer geconsolideerde lagen eroderen en zal er algehele erosie optreden

Op basis van deze algemene grenswaarden kan het volgende worden geconcludeerd voor de situatie in de luwte van het bovenwaterlandschap:

- Vooral winden uit het noordwesten zijn maatgevend voor de resuspensie van gesedimenteerd slib in het luwtegebied. Vooral uit deze richting komen vaker stormen voor met hoge windsnelheid dan vanuit de andere richtingen die zijn doorgerekend. Echter ook de winden uit noorden en zuiden kunnen zorgen voor een hoge bodembelasting.

- Bij deze windrichtingen zal er gemiddeld jaarlijks een situatie voorkomen dat het vers gesedimenteerde slib weer in suspensie komt. Hierdoor zal de slibconcentratie enigszins worden verhoogd, echter zal dit niet anders zijn dan in de huidige situatie. Ook nu wordt regelmatig de slibconcentratie in de waterkolom hoger door winddynamiek. Echter bij langdurige hoge windsnelheid zal in het luwtegebied de concentratie voor langere tijd hoog blijven, omdat daar meer materiaal beschikbaar is.
- Bij een situatie die ongeveer eens per 10 jaar voorkomt zal bij wind uit bovengenoemde richtingen een deel van het geconsolideerde materiaal uit het luwtegebied weer eroderen. Omdat er in het luwtegebied een dikker pakket aan licht tot matig geconsolideerd materiaal aanwezig is, zal er tijdelijk in dit gebied een hogere slibconcentratie aanwezig zijn. Omdat er ook stroming optreedt, zal dit slib uit dit gebied worden getransporteerd, waardoor dit (deels) wordt verloren voor gebruik in het bovenwaterlandschap. Dit is echter een tijdelijke situatie en tevens zal bij deze windbelasting in de rest van het meer de slibconcentratie hoger zijn. Omdat er echter in het luwtegebied meer slib aanwezig is, kan dit dan zorgen voor een hogere belasting.
- Bij windsituaties die heel weinig voorkomen (1/100 jaar of minder vaak) treedt een dusdanige belasting op dat algehele erosie zal optreden van de licht en matig geconsolideerde lagen. Echter zal dan ook in de rest van het meer ongeveer een gelijke erosie optreden in deze lagen en zal daardoor ook de slibconcentratie hoog zijn. Het is dus dan maar de vraag of er achter het luwtegebied een duidelijk hogere slibconcentratie wordt waargenomen. Daarnaast is dit een situatie die nauwelijks optreedt.

Uit de resultaten van de berekeningen blijkt dat vooral wind uit het noordwesten kan zorgen voor snelle resuspensie van het slib. Uit het noordwesten komen nog regelmatig stormen voor en ook de oriëntatie van het bovenwaterlandschap zorgt ervoor dat de strijklengte groot genoeg is voor een hoge bodembelasting. Om dit te voorkomen kan het beste de strijklengte worden verkleind en het gebied worden afgeschermd. Dit kan het beste worden gedaan voor aan de noordzijde van het bovenwaterlandschap een dammetje aan te leggen of de vormgeving van het bovenwaterlandschap aan te passen, zodat het luwtegebied verder wordt beschermd. Dit dammetje of de andere vormgeving dient dan wel zodanig te worden onderworpen dat het niet de gehele slibstroom richting het luwtegebied blokkeert, omdat er dan veel minder slib wordt ingevangen.

Verwachte effect Marker Wadden op slibbalans Markermeer

In onderstaande tabel is een overzicht van de bandbreedte aan slib dat op basis van huidige inzichten wordt ingevangen weergegeven. Tussen de uitkomsten van het model en de gegevens uit de praktijk blijkt nog een grote bandbreedte te zitten. De modeluitkomsten zorgen, ook bij toevoeging van een derde zwaardere fractie, voor onderschatting van de totale hoeveelheid in te vangen materiaal. Voor de slibbalans wordt op basis van de modelgegevens en gegevens vanuit de praktijk uitgegaan van een mogelijke bandbreedte van de invang in het geulenstelsel tussen de 50 en 120 cm op jaarbasis. Daarnaast is de hoeveelheid slib die kan worden ingevangen door het toepassen van hydrojetten relevant. Aangezien hydrojetten wordt ingezet op het moment dat de natuurlijke invang niet snel verloopt, is de maximaal verwachte opbrengst van hydrojetten onderdeel van de situatie waarin de invang van slib minimaal is. In dat geval wordt namelijk bijgestuurd door middel van hydrojetten. De natuurlijke sedimentatie die achter het eiland plaatsvindt, wordt niet verpompt richting de atollen en is dus nog onderdeel van het systeem. Zoals beschreven kan een deel van het gesedimenteerde materiaal weer in suspensie gebracht worden bij een storm uit het noordwesten/noorden die eens in de tien jaar plaatsvindt. In de slibbalans is de "worstcase" situatie opgenomen dat van al het gesedimenteerde materiaal ieder jaar 1/2 deel weer mobiel wordt. Door verhoging van het gebied achter Marker Wadden en afname van het areaal waar materiaal kan sedimenteren neemt op termijn de jaarlijkse sedimentatie af. Als maximum hoeveelheid is hiervoor 10 miljoen m³ aangenomen. De laatste post van de slibbalans die van belang is, betreft het optreden van erosie. Zoals hierboven beschreven bedraagt de erosie 250.000m³ tot 1 miljoen m³. Voor dit overzicht wordt uitgegaan van een erosie van 750.000 m³ op jaarbasis.

Op basis van onderstaande tabel wordt in de planperiode tussen de 9 en 30 miljoen m³ slib uit het systeem gehaald (circa 10 tot 30 procent van de totale slibvoorraad). Bovenstaande is gebaseerd op de invang van slib en de luwtewerking. Daarnaast wordt door de verbeterde omstandigheden voor driehoeksmosselen en waterplanten verwacht dat het mobiele deel van het slib in het Markermeer verder afneemt door een toename in de filtercapaciteit en sedimentatie bij waterplanten. Bovenstaande hoeveelheden aan slib zijn opgebouwd uit zowel het fijne slib dat zorgt voor vertroebeling van de waterkolom, als de grove fractie slib dat momenteel zorgt voor periodieke bedekking van het bodemleven.

Tabel B3 Bandbreedte verwachte reductie van slib

	Slibhuishouding Markermeer	
	Min	Max
Uitgangspunten		
Areaal aan slibgeulen en zandwinputten	75 ha	225 ha
Minimale invang per jaar (sedimentatie en omgevingsfactoren)	50 cm	120 cm
Verwijderen uit systeem door invang, hydrojetten en sedimentatie		
Invang slib door geulen	3.750.000	27.000.000
Netto sedimentatie achter 1e eiland	7.500.000	10.000.000
Hydrojetten	5.000.000	0
Erosie		
Optreden erosie	-7.500.000	-7.500.000
Totaal planperiode		
Totale hoeveelheid planperiode (10 jaar)	8.750.000	29.500.000
Percentage van totaal	9%	30%

4.3 Beschouwing van effecten op waterkwaliteit tijdens de uitvoering

Tijdens de aanleg van Marker Wadden vindt veel grondverzet plaats door de winning en toepassing van holocene klei en pleistoceen zand. Daarnaast wordt slib ingevangen en getransporteerd richting de atollen en wordt, indien de natuurlijke invang van slib niet snel genoeg verloopt, door middel van hydrojetten getracht de slibproductie verder op te voeren. Bovenstaande effecten kunnen van invloed zijn op de fysisch-chemische en ecologische waterkwaliteitsdoelen. In deze paragraaf wordt hier nader op ingegaan.

Uitgangspunten voor effectbeoordeling waterkwaliteit aanleg Marker Wadden

Bij het beoordelen van de effecten gaat de aandacht mede uit naar de volgende zaken:

- Het water van het Markermeer is afhankelijk van de wind al vaak (zeer) troebel. De vraag is vooral wat de aanleg aan extra slib in de waterkolom brengt. Dit hangt mede af van weersomstandigheden. Dit maakt dat de vertroebeling moet worden gezien in verschillende seizoenen.
- De effecten van de aanleg van Markerwadden hangen mede af van de verspreiding van het slib dat daarbij vrijkomt. In geval van windstil weer is de vertroebeling verhoudingsgewijs groot, maar de verspreiding juist weer klein.
- Periodiek wordt in het Markermeer een grote hoeveelheid slib in beweging gebracht. Het slib dat plaatselijk maar meer continue vrij komt bij de aanleg wordt hiermee vergeleken.
- Direct al bij de aanleg legt Markerwadden ook al slib vast in net gegraven geulen en ook in de luwte van de eerste stukken van de rand die worden aangelegd.
- Marker Wadden wordt in de loop van meerdere jaren aangelegd. Het oppervlak dat door de werkzaamheden wordt vertroebeld is afhankelijk van de aanlegssnelheid en de bezinksnelheid van het slib. Het grovere slib komt binnen 1 dag tot bezinking. Voor de fijnere fractie wordt

uitgegaan van 1 week. Voor verschillende typen van effecten moet daarom worden gekeken naar verschillende perioden.

- Vertroebeling leidt ook tot afdekken van de waterbodem. Bij de aanleg wordt vooral waterbodem afgedekt dat later ook weer onderdeel is van het atol of de randen om het atol.

Activiteiten van belang voor effectbepaling

Tijdens de aanleg van Marker Wadden zijn voor de waterkwaliteit de volgende activiteiten van belang. De eerste drie activiteiten hebben betrekking tot aanleg van de rand en de geulen, de overige activiteiten zijn van belang voor de opbouw van de slibatollen.

1. *Vrijmaken zandwinput*: Holocene klei hydraulisch of mechanisch afgraven en toepassen in open water.
2. *Maken van de rand*: Zand hydraulisch afgraven en toepassen in open water.
3. *Aanleg geulen stelsel*: Holocene klei hydraulisch afgraven en toepassen binnen het atol.
4. Hydrojetten binnen geulen
5. Hydrojetten waterbodem
6. Opzuigen slib en transport
7. Toepassen in atollen

Hieronder wordt ingegaan op de mogelijke effecten. Bij de effecten op de waterkwaliteit gaat het om 1) vertroebeling, 2) verstoring van de waterbodem, 3) afdekken van de bodem, 4) tijdelijke verlaging van zuurstofgehalte, 5) tijdelijk hogere concentraties aan verontreinigingen en 6) tijdelijk hogere concentraties aan nutriënten.

1 Vertroebeling

Tijdens de aanleg van Marker Wadden kan bij verschillende activiteiten vertroebeling ontstaan.

Hydraulisch afgraven van holocene klei

Hydraulisch afgraven van holocene klei geeft nauwelijks vertroebeling. Alleen vaarbewegingen van cutterzuiger geeft lokaal vertroebeling. Het verpompen van het klei-water mengsel zorgt voor een verhoogde vertroebeling op de toepassingslocatie. Bij rustig weer verspreidt het slib zich beperkt en komen de slibdeeltjes lokaal weer tot afzetting. Bij omstandigheden met sterke wind is het beïnvloedingsgebied van het slib groter, maar is het effect klein door de verhoogde achtergrondconcentraties. Alternatief voor het verpompen van de holocene klei is het mechanisch afgraven en toepassen van klei. Dit is duurder maar op deze wijze afgegraven klei kan worden gebruikt voor de aanleg van tussenkades, delen van de (binnen)rand e.d. Ook hierbij komt bij het afgraven maar beperkt slib vrij.

Bij het opzuigen van zand komt nauwelijks slib vrij. Alleen als zand eerst in een bak wordt gespoten waarbij sprake is van overvloed, komt slib vrij. Deze methode is duurder en minder efficiënt en wordt derhalve buiten beschouwing gelaten. Bij het toepassen van zand komt beperkt slib vrij. Het zand wordt waarschijnlijk met een stortpijp via een stortponton op locatie gebracht. Het slib blijft daarbij in hoofdzaak opgesloten binnen het zandvolume. Er zal dan ook maar beperkt slib vrijkomen, ongeacht de locatie waar zand wordt gewonnen.

Hydraulisch afgraven en toepassen Holocene klei binnen atol

Het overgrote deel kan rechtstreeks binnen een atol worden toegepast, bijvoorbeeld direct achter de rand. Om de Holocene klei te kunnen verpompen wordt proceswater gebruikt (factor 2-3). Bij een weekproductie van 80.000 m³, gaat het om 240.000 m³ per week, ofwel orde 35.000 m³/dag (0,3 m³/s). De holocene klei komt snel tot bezinking op de stortlocatie. Het slib dat bij het transportproces vrijkomt, bezinkt grotendeels binnen het atol. Hoe verder van de stortlocatie hoe lager het slibgehalte. Lozing van het proceswater vanuit het atol op het Markermeer kan plaats vinden op twee manieren:

- Min of meer continue, bijvoorbeeld met inzet van een passieve overloop/bezinkbox of via een helofytenfilter (waarschijnlijk in te planten, aan te leggen).

- Periodiek, vooral als batch gewijs wordt gewerkt en water wordt afgelaten als het slib al grotendeels is bezonken.

Mogelijk dat circa orde 4 miljoen Holocene klei binnen de atollen wordt toegepast. Hiervoor is orde 8 tot 12 miljoen m³ water nodig. Bij een aanleg over 50 werkweken, wordt vanuit de atollen 12 tot 16 miljoen m³ geloosd, ofwel 240.000 tot 360.000 m³/week water met slib geloosd. Bij een slibconcentratie van 0,5 kg/m³ kan dus orde 120 tot 180 ton slib worden geloosd (bij 10% ds. 1200 tot 1800 m³). Het slib dat wordt geloosd bestaat waarschijnlijk vooral uit een fijnere fractie. De grovere fractie is al binnen het atol tot bezinking gekomen of wordt door mitigerende maatregelen afgevangen (bezinkbox/helofytenfilter). Als geloosd wordt met concentraties zoals die in het Markermeer voorkomen zijn er geen merkbare effecten. Het is niet zeker of deze concentraties, vooral in de zomer maanden haalbaar zijn. Bij rustig weer zijn de slibgehalten in het ontvangende Markermeer lager, maar kan ook het slib in het atol ook beter tot bezinking komen. Ook al wordt in de luwte geloosd, vindt er maar beperkt bedekking van de waterbodem plaats.

De lozing zorgt na verwachting voor een lokale afname van het doorzicht.

Hydrojetten

Bij rustig weer blijft de dichtheidstroming beperkt tot de onderste 0,5 tot 1,5 meter van de waterkolom. Dit betekent dat in een groot deel van de waterkolom er geen veranderingen zijn in doorzicht, lichtinval, groei van algen en dergelijke. De effecten op de pelagische keten zijn daarom zeer beperkt in de rustige zomermaanden.

Bij veel wind kan door de wind het slib opmengen in de gehele waterkolom. Bij hydrojetten wordt veel slib van de bodem losgewoeld en zal ook een dichtheidsstroming mengen met de gehele waterkolom. Er ontstaat dan een slibpluim waarvan het oppervlak afhangt van de windgedreven circulatie en de valsnelheid van het slib. Bij erg veel wind mengt deze met al het slib dat al wordt opgewoeld. Aangezien er tijdens omstandigheden met veel wind geen dichtheidsstromingen ontstaan, is het niet waarschijnlijk dat er onder dergelijke omstandigheden wordt gehydrojet.

Er kan ook bij minder wind intensief worden gehydrojet, waarbij veel slib over de kolom mengt. Naar verwachting zijn de slibconcentraties zo hoog dat sprake is van een watermassa die zwaarder is dan het water in de put. Onder invloed van de zwaartekracht zal deze het water in de put vervangen. Dit betekent dat ook bij een opwoelen van het slib over een groot deel van de waterkolom, toch veel slib in de geul kan worden ingevangen. Een deel van het opgewoelde slib zal de geul passeren.

De toename in vertroebeling is naar verwachting kleiner dan de concentraties die incidenteel al optreden in het natuurlijke systeem. Zo komt bij storm een enorme hoeveelheid slib in de waterkolom en dat vrijwel over het gehele meer. Na storm is ook een tijd sprake van slecht geconsolideerd slib, dat bij enige golfwerking alweer in beweging komt. De effecten van hydrojetten op de waterkolom zijn altijd veel malen kleiner dan wat meermaals per jaar op systeemniveau gebeurt. Bij het hydrojetten verplaatst de eventuele vertroebeling, zodat ook geen sprake is van langdurige effecten op een plaats.

Hydrojetten binnen de geulen

Het hydrojetten binnen de geulen loopt waarschijnlijk deels gelijk op met dat van het hydrojetten van de waterbodem. Of het wordt gedaan om de "natuurlijke aanwas op te halen". Het hydrojetten binnen geulen betreft een veel kleiner oppervlak. Bovendien is in de geulen continue sprake van veel slibafzetting. De consolidatiegraad van de sliblaag is waarschijnlijk laag en het slib blijft daardoor goed mobiel. Het slib kan waarschijnlijk met een kleine inspanning gehydrojet worden richting de "verzamelput", waardoor er alleen in het onderste deel van de waterkolom sprake is van optreden van vertroebeling.

Verpompen van slib uit de geulen

Doordat continue water met slib wordt afgezogen komt bij het afzuigen nauwelijks slib in de waterkolom en treedt er geen vertroebeling op. Indien een steekzuiger wordt gebruikt, kan de propeller tot opwerveling van bodemslib leiden. Dit slib komt waarschijnlijk in de directe omgeving weer tot sedimentatie. Opwerveling is in hoofdzaak alleen te verwachten bij het aan- en afvaren naar de locatie.

Ter hoogte van de put is de waterdiepte zo groot en is de sliblaag zo diep gelegen dat daar geen opwerveling optreedt.

Toepassen slib binnen atol: afdekken en lozen slibrijk water

Het slib wordt met minimaal 25 tot 50% extra water ingebracht. Tijdens het vullen van het atol wordt water geloosd. Lozing kan plaats vinden op twee manieren:

- Min of meer continue, bijvoorbeeld met inzet van een passieve overloop/bezinkbox of via een helofytenfilter (waarschijnlijk in te planten, aan te leggen).
- Periodiek, vooral als batch gewijs wordt gewerkt en water wordt afgelaten als het slib al grotendeels is bezonken.

In een vol continue bedrijf wordt mogelijk orde 6.000 m³ per dag geloosd, ofwel orde 40.000 m³/week. Bij batch gewijs kan bijvoorbeeld een vergelijkbare hoeveelheid van 40.000 m³ binnen enkele uren en eens per week worden geloosd.

Het slib wordt in het atol toegepast met slibconcentraties die vele malen hoger liggen dan 1 kg/m³ (>1000 mg/l). Hoeveel slib wordt geloosd hangt af van de wijze van inbrengen, de tussenliggende bezinking en de wijze van lozing, de diepte tot waar het atol is gevuld met slib en het weer. Een slibatol dat maar deels gevuld is met slib heeft de kenmerken van een klein Markermeer. Bij wind treedt opwoeling van het bodemslib op en is sprake van vergelijkbare en mogelijk ook hogere slibconcentraties dan in het Markermeer. Ervaringen bij de slufte wijzen op de grote invloed van golven op de slibconcentratie ingeval van een ongeconsolideerde slibbodem. Er ontstaan de volgende situaties:

- Er wordt geloosd met betrekkelijk lage concentraties tijdens rustig weer, een moment wanneer ook de concentraties in het Markermeer klein zijn.
- Er wordt geloosd met betrekkelijk hoge concentraties tijdens de rustig weer, dus met concentraties die hoger zijn dan in het Markermeer.
- Er wordt geloosd met betrekkelijk hoge concentraties, vanwege opwoeling binnen het bekken, tijdens perioden met veel wind, een moment dat de slibconcentraties in het Markermeer ook hoog zijn. Mogelijk liggen de concentraties in de orde van 300 tot 500 mg/l, maar dat is vergelijkbaar of maar weinig hoger dan de concentraties op het Markermeer.

Gezien bovenstaande ligt het voor de hand om het lozingsregime te koppelen aan het weer.

In welk scenario ook, de geloosde hoeveelheden water met slib zijn betrekkelijk klein wanneer vergeleken met het volume ontvangende water.

- In perioden met veel wind zijn de circulatiestromen om het eiland in de orde van 10 cm per/sec. Dit betekent dat in een zone van 100 meter vanaf het eiland ca 140.000 m³ water passeert. De 6.000 m³ die wordt geloosd wordt daarom met een factor 23 verdund. Dit betekent dat hogere slibconcentraties alleen maar lokaal worden verwacht.
- In perioden van weinig wind zijn de circulatiestromingen kleiner, mogelijk maar orde 1 cm per/sec. Er passeert dan minder water en de verdunning is veel kleiner. Echter de verspreiding is op dat moment ook kleiner en het effect localer. De vertroebeling kan nog kleiner worden als bijvoorbeeld dicht bij de bodem wordt geloosd. Bij rustig weer zal in geval van hogere slibgehalten dan al snel een dichtheidsstroming aan de bodem ontstaan en is de vertroebeling van de waterkolom beperkt.

(Overspoelbare) zand- en schelpenbanken

De (overspoelbare) zand- en schelpenbanken worden opgebouwd uit zand en schelpen. Naar verwachting wordt lokaal zand gebruikt voor de aanleg van de banken. In het zand is beperkt slib aanwezig dat vrij kan komen tijdens het toepassen van het zand. Gezien de wijze van aanbrengen, met een kraan, treedt er slechts zeer lokaal vertroebeling op.

Omvang slibpluim per uitvoeringsvariant

Voor de effect beoordeling is het van belang om een inschatting te maken van het areaal waar vertroebeling plaats kan vinden tijdens de aanleg. Hierbij wordt rekening gehouden met het cutteren van de holocene klei/zand, het lozen van water vanuit het atol en het hydrojetten.

Algemene uitgangspunten

- Het water van het Markermeer is, afhankelijk van de wind, al vaak (zeer) troebel. De vraag is vooral wat de aanleg aan extra slib in de waterkolom brengt. Dit hangt mede af van weersomstandigheden. Dit maakt dat de vertroebeling moet worden gezien in verschillende seizoenen.
- De effecten van de aanleg van Marker Wadden hangen mede af van de verspreiding van het slib dat daarbij vrijkomt. In geval van windstil weer is de vertroebeling verhoudingsgewijs groot, maar de verspreiding juist weer klein.
- Periodiek wordt in het Markermeer een grote hoeveelheid slib in beweging gebracht. Het slib dat plaatselijk maar meer continue vrij komt bij de aanleg wordt hiermee vergeleken.
- Direct al bij de aanleg legt Marker Wadden ook al slib vast in net gegraven geulen en ook in de luwte van de eerste stukken van de rand die worden aangelegd. Marker Wadden wordt in de loop van meerdere jaren aangelegd. Het oppervlak dat door de werkzaamheden wordt vertroebeld is afhankelijk van de aanlegssnelheid en de bezinksnelheid van het slib. Het grovere slib komt binnen 1 dag tot bezinking. Voor de fijnere fractie wordt uitgegaan van 1 week. Voor verschillende typen van effecten moet daarom worden gekeken naar verschillende perioden.

Bij hydraulisch afgraven en storten van klei/zand is er sprake van een beperkte en lokale afname van doorzicht. Dit treedt alleen op tijdens periodes met weinig wind, omdat er dan relatief weinig slib in suspensie is en de toename van troebelheid door de werkzaamheden betekenisvol is. De vertroebelingspluim manifesteert zich over een oppervlakte van 40 tot 80 hectare (200m breed, 2 tot 4 km lang). Tijdens periodes met veel wind is de vertroebeling niet merkbaar, doordat er dan autonoom al veel slib in suspensie is.

Bij de variant V1 snel en compact (en de variant V2 snel en compact met zand van elders en de variant V3 snel en compact, zonder nacht periode) vindt vertroebeling door afgraven en toepassen plaats over een periode van 2 jaar die maximaal 3 keer optreedt, gedurende de looptijd van het bestemmingsplan. Bij de variant V4 minder materieel meer tijd wordt de vertroebeling over een langere periode van 3 jaar verdeeld, die eveneens 3 keer optreedt, gedurende de looptijd van het bestemmingsplan. Hierbij is er dus gedurende de gehele bestemmingsplanperiode sprake van vertroebeling. De vertroebeling zal in dat geval in een kleiner deel van het watersysteem merkbaar zijn dan bij de andere varianten, hiervoor gaan we uit van een ondergrens van 40 hectare.

Bij de overloop van het proceswater uit het atol kan wel in geringe mate vertroebeling optreden. Deze vertroebeling zal echter minimaal zijn, omdat zoveel mogelijk van het slib moet bezinken in het atol, om daar land te maken. Eventueel wordt een (helofyten)filtertechniek ingezet om de vertroebeling minimaal te houden. Er wordt uitgegaan van een geringe, maar constante vertroebelingspluim van ca. 10 hectare vanuit één punt. Dit punt kan gedurende de ontwikkeling van Marker Wadden op andere plaatsen liggen.

Bij hydrojetten wordt slib als het ware naar de slibgeulen toe gedweild. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van dichtheidsstroming. Door het onder druk inpompen van grote hoeveelheden water, neemt de dichtheid van het slib ter plaatse toe. Als er sprake is van licht verval, zal er dichtheidsstroming optreden. Dit zal zodanig worden gedaan, dat deze stroming in de richting van de slibgeulen is. Bij precieze en correcte uitvoering van hydrojetten treedt geen vertroebeling op en is er slechts sprake van verdichting van de sliblaag aan het bodemoppervlak. In de praktijk treedt altijd lokaal enige vertroebeling op. Per dag zal maximaal 5 hectare gehydrojet worden. Uitgangspunt is dat er op deze 5 hectare sprake is van vertroebeling.

In onderstaande tabel B4 staan de effecten ten gevolge van vertroebeling samengevat voor de variant 'snel en compact' en de variant 'minder materieel, meer tijd'. Ook staat de duur van de vertroebeling aangegeven. Na afloop van de genoemde duur, is het effect van vertroebeling weer teniet gedaan.

Tabel B4 Grootte slibpluim bij aanleg rand en vullen atol

Variant	Afgraven geul / storten rand (periodiek)	Verplaatsen slib (continu)	Lozen water uit atollen (continu)	Hydrojetten (continu)
V1 snel en compact	40 – 80 ha (3x 2jaar)	0 ha	10 ha	5 ha
V4 minder materieel meer tijd	40 ha (continu)	0 ha	10 ha	5 ha

2 Verstoring van de waterbodem

Hydrojetten

Het oppervlak dat wordt verstoord is afhankelijk van de snelheid van de uitvoering. Mogelijk betreft het oppervlak in de orde van 5000 ha in 4 jaar tijd, ofwel 1250 ha per jaar. De verstoring is van dien aard dat een groot deel van het aanwezige benthos wordt verstoord.

De sliblaag wordt echter vooral verwijderd van plaatsen waar geen levende mosselen/schelpen/slakken aanwezig zijn. Effecten op dit deel van de benthos kunnen, vooral na een goede T=0 meting worden uitgesloten. Wel moet worden voorkomen dat oppervlakken die door hydrojetten geschikt zijn gemaakt voor de vestiging van mosselen daarna niet op nieuw worden verstoord. Dit vraagt om een uitgekiend baggerprogramma. Ook zal monitoring nodig zijn om vast te stellen of vrijgemaakte bodem opnieuw is afgedekt met een sliblaag. Bij langdurige rustige perioden kan sprake zijn van hogere dichtheden aan muggenlarven in de zomermaanden. Hydrojetten zal dit kunnen verstoren, vooral als gehydrojet wordt in de zomermaanden. De ontwikkelingstijd van dansmuggen is orde 1 maand. Het verstoorde oppervlak door hydrojetten in 1 maand tijd ligt mogelijk in de orde van 800 ha. Dit is minder dan 1,5% van de waterbodem van het gehele Markermeer.

Oppompen van slib

Op de plaats waar slib wordt afgezogen, komt voortdurend slib tot bezinking. Het bodemleven is waarschijnlijk zeer arm en mosselen zullen hier niet voorkomen. Muggenlarven worden alleen verwacht na een langere periode waarin niet is gewerkt. De ecologische effecten van het afzuigen van het slib zijn daarom zeer beperkt.

3 Afdekken bodem

Vullen Slibatol

Slib dat is opgezogen wordt rechtstreeks per leiding naar een atol gebracht. Daar wordt het ingespoten. De effecten van het toepassen van het slib hangen af van de ontwikkelingsfase van een atol. In het begin is sprake van een gesloten binnenmeer dat geleidelijk gevuld wordt met slib. Al het aanwezige bodemleven wordt daarbij (continue) met slib afgedekt (zie ook aanleg). De effecten zijn naar verwachting zeer beperkt omdat bodemleven ook in de huidige situatie al grotendeels ontbreekt. Slib kan ook worden toegepast nadat zich al een korst heeft kunnen vormen en vegetatie is gaan groeien. Het toepassen van slib is dan vooral bedoeld om successiestadia te verjongen en te voorkomen dat het maaiveld te diep wegzakt. In dit geval kan sprake zijn van tijdelijke effecten, omdat aanwezig bodemleven wordt afgedekt en aanwezige vegetatie wordt verstikt.

(Overspoelbare) zand- en schelpenbanken

De (overspoelbare) zand- en schelpenbanken worden opgebouwd op het Enkhuizerzand. Door het aanbrengen van het zand worden aanwezige schelpen en mossels begraven. Realisatie van de (overspoelbare) zand- en schelpenbanken draagt uiteindelijk bij aan het herstel van schelpen en mosselbanken. Tijdelijk zijn er echter negatieve effecten te voorzien op de bestaande populatie.

4 Tijdelijke verlaging zuurstofgehalte

Bij het hydrojetten wordt een in hoofdzaak anaerobe sliblaag in beweging gebracht. Deze zuurstofloze laag heeft afhankelijk van het aanwezige organische stof een groot zuurstofbindend vermogen. Dit betekent dat direct bij hydrojetten en ook enige tijd daarna sprake is van verlaging van het zuurstofgehalte. De verlaging van het zuurstofgehalte is tijdelijk en vindt vooral nabij de bodem plaats. Waarschijnlijk wijken vissen uit, zodat er alleen sprake kan zijn van effecten op bodemdieren. Hierboven is al geconstateerd dat sessiele organismen goeddeels ontbreken op locaties waar wordt gehydrojet. De effecten zijn dus lokaal en plaatselijk en hebben plaats in combinatie met de verstoring van bodem.

Door hydrojetten kunnen tijdelijke lagere zuurstofgehalten optreden. Er komen in de slibgeulen of putten geen benthische organismen voor die hier in aanvulling op de verstoring van de waterbodem effecten van ondervinden. Lagere zuurstofgehalten komen vooral in de dichtheidstroming zelf voor. Vissen zullen kunnen uitwijken.

5 Tijdelijk hogere concentraties aan nutriënten

In de anaerobe sliblaag wordt organische stof afgebroken. Stikstof wordt voor een deel omgezet in stikstofgas, methaangas en in oplosbare stikstofcomponenten zoals nitraat. Fosfor wordt voor een deel omgezet naar orthofosfaat. Ook kan aan het slib gebonden stikstof en fosfaat vrijkomen afhankelijk van de redox-reacties die in de waterbodem optreden.

Bij opwerveling van de sliblaag komt het in poriewater aanwezig fosfor en nitraat vrij. Dit zal leiden tot een plaatselijke en tijdelijke verhoging van nitraat en fosfaatconcentraties in de waterkolom. Als de algengroei gelimiteerd is door beperkte aanwezigheid van nitraat of fosfaat kan een toename hiervan tijdelijk tot meer algengroei leiden, zeker in de zomermaanden. Er zijn aanwijzingen dat de algengroei in het Markermeer waarschijnlijk fosfaat gelimiteerd is. Dit betekent dat een beperkte toename in algengroei mag worden verwacht. Deze beperkte toename is op zich niet negatief, want groenalgen vormen belangrijk voedsel voor zooplankton waarvan zowel de Spiering als de mosselen leven.

6 Tijdelijk hogere concentraties aan verontreinigen

Bij het opwoelen van de anaerobe laag kunnen slecht gebonden verontreinigingen in de waterfase belanden. Dit probleem doet zich vooral voor waar sprake is van een verontreinigde waterbodem en vormt daarom ook een aandachtspunt in veel hydrojet projecten. Uit paragraaf 6.2.3 blijkt dat er binnen het plangebied geen sprake is van verontreinigingen.

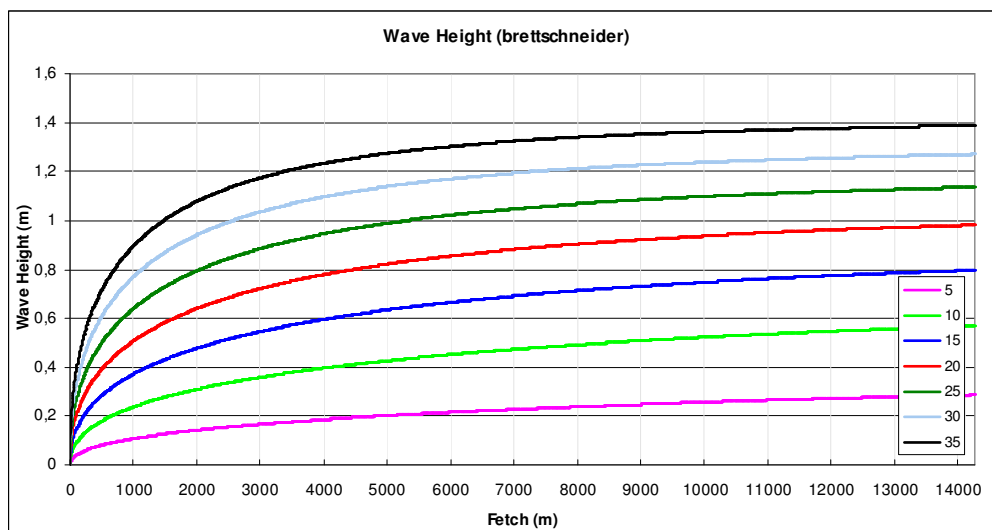
Daarnaast is een eventueel effect veel kleiner dan dat periodiek optreedt bij storm en waarbij de anaerobe toplaag van een groot deel van de waterbodem in suspensie wordt gebracht. De dataset wijst niet op een sterke toename van verontreinigingen tijdens of direct na storm. We moeten hierbij wel bedenken dat met het hydrojetten ook diepere sliblagen vrijkomen die ook bij storm niet worden opgewoeld. Het onderzoek naar cesium lagen (Vijvenberg, 2008) wijst evenwel op een continue menging van sliblagen, zodat voor diepere sliblagen geen sterk afwijkende concentraties worden verwacht.

4.4 Hoogwaterveiligheid

Realisatie van Marker Wadden kan van invloed zijn op de waterveiligheid van omliggende dijken. Het gaat hierbij om de beïnvloeding van de *golfoploop* en de *stabiliteit*.

Golfoploop

De maatgevende wind varieert afhankelijk van de windrichting tussen de 15 en 25 meter/seconde. In onderstaande grafiek is de relatie weergegeven tussen de golfhoogte en de strijklengte bij verschillende windsnelheden. Hieruit volgt dat Marker Wadden mogelijk een effect heeft op de houtribdijk, de afstand tot de Oostvaardersdijk is dermate groot dat een afname van strijklengte bij een noorderwind niet meer relevant is.



Figuur B12 Golfhoogte in relatie tot strijklengte voor verschillende windsnelheden (uitgaande van diepte van 4 m).

De maatgevende wind varieert afhankelijk van de windrichting tussen de 15 en 25 meter/seconde. Het verschil in golfhoogte is daarbij maximaal 30 cm tussen de meest en minst geëxposeerde zijde van Marker Wadden. Echter ook de strijklengte is minder groot. De golfhoogten aan de zijde van de Houtribdijk liggen daarom eerder in de orde van 0,8 m voor de eerste fase van Marker Wadden. Uit de grafiek valt ook af te leiden dat een strijklengte van 1 kilometer al tot een groot deel van de golfontwikkeling leidt. Marker Wadden op 1 kilometer van de dijk leidt tot golven die orde 0,5 meter kleiner zijn. Op 2 kilometer afstand is dit nog maar 0,3 m. De eerste fase van Marker Wadden ligt nu op 5 km van de dijk. De golfreductie is in deze eerste fase minimaal.