

MEMO

Aan : Bert Flach, Rijkswaterstaat Midden Nederland
Van : Jasper Fiselier, Royal HaskoningDHV
Gecontroleerd door : Carel Schut
Dossier : BA8757-100-100
Project : Marker Wadden
Betreft : Immissie-Emissietoets

Ons kenmerk : WP02-CSC-01-20141203
Datum : 12 december 2014
Classificatie : vrijgegeven

1 TOETSINGSKADER ALGEMEEN

De Emissie/Immissietoets is bedoeld voor puntbronnen. Voor de aanleg van Marker Wadden zijn voor chloride en fosfaat enkele puntbronnen herkenbaar, maar er zijn ook diffuse en indirecte belastingen. Vanwege de volledige menging heeft de afzonderlijke beoordeling van individuele puntbronnen minder zin. Er is daarom gekeken naar de invloed van de totale toename van de belasting met P en N.

Voor chloride gaat het om:

- Het vrijkomen van chloride als gevolg van het winnen van zand.
- Een toename in brak grondwater dat via de gemalen van Flevoland wordt geloosd.

Voor fosfaat gaat het om:

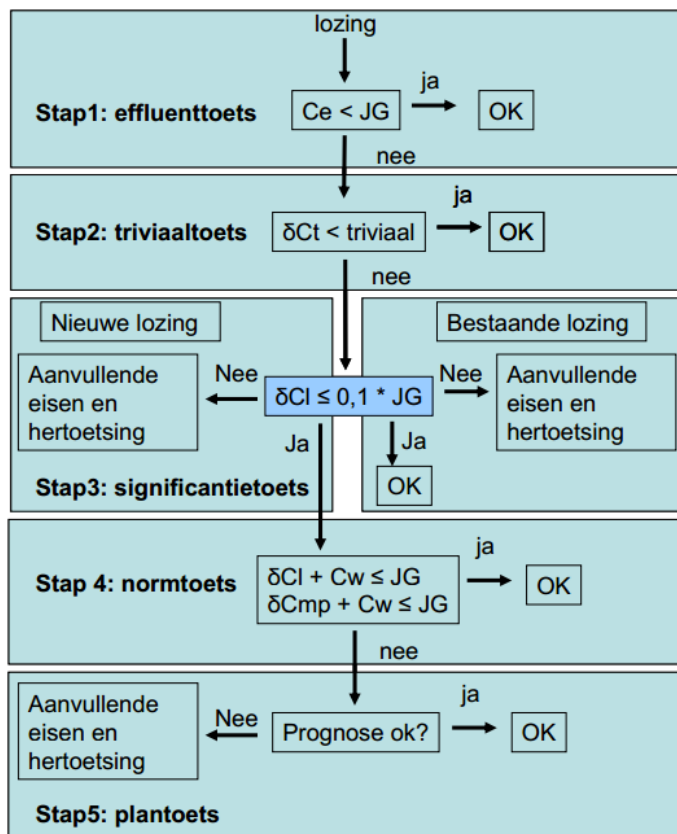
- Het vrijkomen van fosfaat als gevolg van het winnen van zand.
- Het vrijkomen van fosfaat als gevolg van het vergraven van Holocene deklaag.
- De toename in fosfaat als gevolg van een toename in brak grondwater dat via de gemalen van Flevoland wordt geloosd.
- Het vrijkomen van fosfaat uit veen dat in Marker Wadden als bouwstof is gebruikt. Deze belasting treedt in hoofdzaak op na de aanleg en staat daarmee los van de voorgaande belastingen.

Het Markermeer is een groot meer met verblijftijden langer dan 1 jaar. Vanwege het grote oppervlak treedt er veel windgedreven stroming op en is sprake van een vrijwel volledig gemengd systeem op jaarbasis, maar zelf op een termijn van een tot meerdere weken. Hierbij kan nog worden opgemerkt dat de plaatsen waar een toename van de belasting optreedt of gelegen zijn in groot open water (de aanleg van Marker Wadden) of aan de rand van de Flevopolder (lozingspunt gemaal) zijn gelegen. Een belasting vanuit deze punten wordt daarmee meteen onderdeel van de grotere circulatiestroming. Er kan als zodanig dan ook geen mengzone worden onderscheiden en het uitgangspunt kan zijn om het gehele Markermeer als mengzone te zien.

De toets omvat de volgende stappen:

1. Effluenttoets
2. Triviaaltoets
3. Significantietoets
4. Kwaliteitstoets
5. Plantoets

De stappen zijn als volgt omschreven. De eerste stap (effluenttoets) betreft de toetsing of de lozingsconcentraties lager zijn dan de gewenste milieukwaliteit. Is dit het geval dan kan de waterkwaliteit nooit dusdanig beïnvloed worden dat door de betreffende lozing de gewenste milieukwaliteit niet wordt gehaald. De tweede stap (triviaaltoets) betreft een screening op triviaal zijn van de lozing enkel op basis van de hoeveelheid te lozen stoffen in relatie tot de reeds aanwezige concentratie in het ontvangende oppervlaktewater (maximale toename in procenten). Daarvoor wordt een simpele toets gebruikt om na te gaan of de lozing als triviaal kan worden beschouwd en daarom geen nadere beoordeling behoeft. Hiervoor zijn geen modelberekeningen nodig zijn om tot een oordeel te komen. In de derde stap (significantietoets) en de vierde stap (kwaliteitstoets) wordt een eenvoudig rekenmodel gebruikt om een immissietoets uit te voeren. In deze toetsen wordt gekeken naar de concentratieverhogingen als gevolg van de lozingen en of de totale concentratie als gevolg van de verhoging door de lozing nog aan de getalswaarden van de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit voldoet. Voor bestaande lozingen eindigt de toetsing met de significantietoets (in paragraaf 3.3.3 wordt hier nader op ingegaan). De vijfde stap, de plantoets is in dit verband niet relevant. De stappen zijn in onderstaand schema weergegeven:



Waarin:

C_e = concentratie van de te lozen stof in de lozing (effluent)

JG = Jaargemiddelde Milieukwaliteitsnorm (JG-MKN)

δC_t = de concentratie van de te lozen stof na volledige menging triviaal = de triviale concentratieverhoging in procenten

δC_l = de concentratie van de te lozen stof na (al dan niet gedeeltelijke) menging op afstand l

δC_{mp} = de concentratie van de te lozen stof na menging op het monitoringspunt in het waterlichaam (berekend als volledige menging)

C_w = Achtergrondconcentratie bovenstrooms de lozing.

1.1 Chloride

1.1.1 Bronnen en belastingen

Bij het baggeren van zandwinputten in het Markermeer treden twee processen op:

1. *Menging van brak poriewater in het Markermeer.* Het water in de poriën in het op te baggeren zand is brak. Het gemiddelde chloridegehalte op diepten tussen NAP-10 en NAP-40 m is circa 2000 mg/l¹. Tijdens het baggeren wordt dit water vermengd met water uit het Markermeer (chloridegehalte circa 120 mg/l). Vervolgens worden daarmee de compartimenten van Marker Wadden opgespoten. Als worst case benadering is het uitgangspunt dat het brakke poriewater onmiddellijk in het Markermeer terecht komt. Uitgaande van een aanlegperiode van 5 jaar levert dit een chloridebelasting op van circa 2700 ton per jaar (zie tabel 1). Bij een aanlegperiode van 10 jaar is de chloridebelasting circa 1400 ton/jaar.
2. *Lozing van extra kwelwater uit de Flevopolder op het Markermeer en het IJsselmeer.* Door het verwijderen van de holocene kleilaag stroomt er tijdens en kort na het baggeren extra oppervlaktewater naar het watervoerende pakket. Daardoor worden de stijghoogten verhoogd en treedt er in de Flevopolder een toename van kwel op in peilvakkken die afwateren op de Lage Vaart. Door het graven van de zandwinputten is de toename van kwel op de Lage Vaart circa 7.000 m³/dag². Dit water wordt uitgeslagen naar het Markermeer (de gemalen de Blocq van Kuffeler en Wortman) en het IJsselmeer (gemaal Colijn). In de periode 2000-2008 werd er gemiddeld 93 miljoen m³/jaar vanuit de Lage Vaart op het Markermeer uitgeslagen³. Dat is circa 25% van de totale hoeveelheid die uit de Lage Vaart werd uitgeslagen. In de jaren 2010 en 2011 werd er wegens technische aanpassingen bij gemaal Colijn tijdelijk meer uitgeslagen door de Blocq van Kuffeler. In de toekomst wordt hetzelfde bemalingsregime verwacht als in de periode 2000-2008. Het water heeft een chloridegehalte van maximaal circa 500 mg/l⁴. De extra kwel als gevolg van de aanleg van de zandwinput voor Markerwadden veroorzaakt een extra chloridebelasting van circa 300 ton per jaar op het Markermeer, en circa 900 ton per jaar op het IJsselmeer. Deze belasting treedt gedurende de gehele aanlegperiode op (5 jaar bij het basisalternatief 'continu en compact' en 10 jaar bij de variant 'batchgewijs'). De belangrijkste parameter, die de kwelflux bepaalt, is de intredeweerstand van de bodem van de zandwinput. Deze intredeweerstand is afgeleid uit metingen bij de zandwinput IJsseloog, die is aangelegd in een periode van circa 1,5 jaar. Bij langere aanlegperiodes is de gemiddelde intredeweerstand waarschijnlijk hoger, en is de extra kwelflux in de Flevopolder waarschijnlijk dus lager. Daarom is de belasting van 300 ton chloride per jaar op het Markermeer te beschouwen als een overschatting.

Het poriewater in de Holocene klei-veenlaag is door verzoeting in de afgelopen 80 jaar grotendeels zoet geworden en levert geen significante chloridebelasting op.

¹ DGV TNO (1985), Grondwaterkaart van Nederland, kaartbladen Lelystad/Harderwijk, 20 West, 26 West en 26 Oost. Rapport bevat kaarten met chloridegehalten van grondwater in de watervoerende pakketten onder het Markermeer.

² Zie Royal HaskoningDHV (2014), Geohydrologische effecten Marker Wadden

³ Deltares (2012), Memo Uitslagwater Flevoland richting Markermeer, incl. gemaal Block van Kuffeler, kenmerk 1207138-000-ZWS-0006, dd 12 november 2012, in opdracht van RWS.

⁴ DHV (2006), Verbetering van de waterkwaliteit door peilopzet. RB SE20061184, april 2006, in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland. Dit rapport bevat water-, chloride-, stikstof en fosfaatbalansen van de Flevopolders, en analytisch berekende effecten van peilopzet in de polders op de oppervlaktewaterkwaliteit in de polders.

Tabel 1 Chloridebelasting Markermeer a.g.v. baggeren 2 zandwinputten

<i>Dimensies zandwinputten Markermeer</i>	<i>Basisalternatief 'continu en compact'</i>	<i>Variant 'batchgewijs'</i>	
Totaal volume zand	19,5	19,5	Mm3
<i>Chloridebelasting door poriewater in zand</i>			
Gemiddelde zandproductie	75.000	37.500	m3/week
Gemiddelde zandproductie	3.900.000	1.950.000	m3/jaar
Tijdsduur baggeren	5	10	jaar
Watergehalte	0,35	0,35	
Chloridegehalte grondwater	2.000	2.000	mg Cl/l water
Chloridegehalte zand	0,7	0,7	kg Cl/m3 zand
Chloridebelasting Markermeer	7.479	3.740	kg/dag
Chloridebelasting Markermeer	2,73E+06	1,37E+06	kg/jaar
<i>Chloride in extra kwelwater Flevopolder peilvakken Lage Vaart (alleen aanlegperiode)</i>			
Extra kwel peilvakken Lage Vaart (geohydrologische modelberekening)	7.000	7.000	m3/dag
Percentage uitgeslagen op Markermeer	25%	25%	
Extra kwel peilvakken Lage Vaart uitgeslagen op Markermeer	1.750	1.750	m3/dag
Chloridegehalte oppervlaktewater Lage Vaart	500	500	mg/l
Extra chloridebelasting Markermeer	875	875	kg/dag
Extra chloridebelasting Markermeer	3,19E+05	3,19E+05	kg/jaar
Totale tijdelijke chloridebelasting Markermeer gedurende aanlegperiode	3,05E+06	1,68E+06	kg Cl/jaar
Maximale tijdelijke verhoging chloridegehalte	2,8	2,0	mg Cl/l

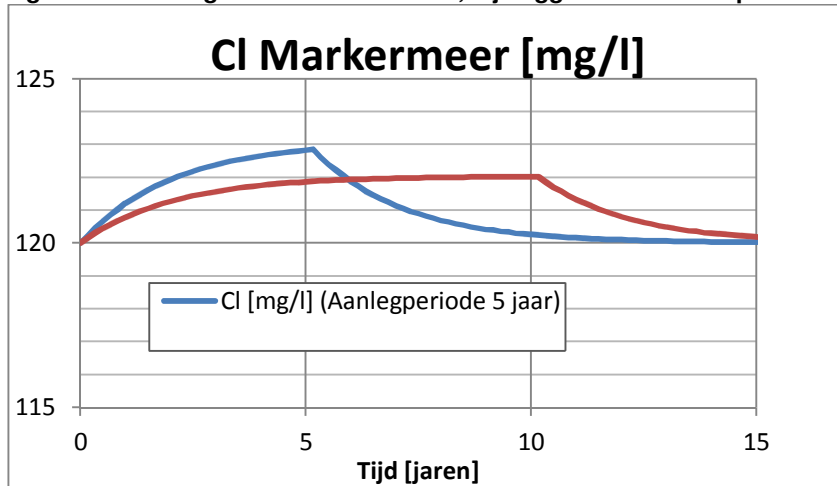
Als gevolg van de tijdelijke extra chloridebelasting zal het chloridegehalte in het Markermeer stijgen. Deze stijging wordt bepaald door de verversingstijd van het Markermeer, ofwel door de verhouding tussen het volume van het Markermeer en de omvang van de in- en uitstromen (de waterbalans). De verversingstijd van het Markermeer is circa 2 jaar (zie tabel 2).

Tabel 2 Verversingstijd Markermeer

Basisgegevens Markermeer	Bron		
Oppervlakte Markermeer	KWR 2009	700	km2
Gemiddelde diepte Markermeer	KWR 2009	3.9	m
Volume Markermeer	KWR 2009	2.73E+09	m3
Gemiddeld chloridegehalte 2000-2008	KWR 2009	120	mg/l
Gemiddelde waterbalans Markermeer			
	Bron		
In- en uitstromen 2004 (met netto Neerslag-Verdamping)	KWR 2009, Syncera 2006	1.30E+09	m3/jaar
Verversingstijd Markermeer		2.1	jaar
Gemiddelde Chloridebalans Markermeer			
	Bron		
In- en uitstromen	KWR 2009	1.56E+08	kg/jaar

Op basis van gegevens uit KWR 2009⁵ is een vereenvoudigde water- en chloridebalans opgesteld, uitgaande van stationaire in- en uitstroomtermen, om de effecten van de extra zoutbelasting op de gemiddelde waterkwaliteit in het Markermeer te berekenen. Het chloridegehalte van het water neemt als gevolg van het baggeren in het Basisalternatief met circa 2,8 mg/l toe, terwijl de toename bij de variant 'batch gewijs circa 2,0 mg/l toeneemt (zie figuur 1). Vervolgens duurt het enkele jaren voordat deze verhoging uit het systeem is verdwenen.

Figuur 1 Chloridegehalte in Markermeer, bij baggeren 2 zandwinputten



De effecten op het chloridegehalte van het IJsselmeer, als gevolg van extra kwel geloosd door gemaal Colijn, zijn veel kleiner dan die op het Markermeer. Dat is het gevolg van het feit dat de verversingstijd van het IJsselmeer veel korter is dan die van het Markermeer, door de instroom uit de IJssel.

1.1.2 Emissie-Immissie toets fosfaat

Emissie toets

In deze toets wordt gekeken of $C_e > JG$, waarin:

C_e = concentratie van de te lozen stof in de lozing (effluent)

JG = Jaargemiddelde Milieukwaliteitsnorm (JG -MKN)

Van beide benoemde bronnen mag worden aangenomen dat deze vrijkomen in een concentratie hoger dan 200 mg Cl/l. Een triviaal toets is daarom nodig.

Triviaal toets

De concentratieverhoging wordt afgezet tegen in maximaal toelaatbaar % van de milieukwaliteitsnorm.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de triviaal toets feitelijk niet kan worden toegepast op het Markermeer, omdat deze niet als een zoet water volgens onderstaande tabel kwalificeert omdat de breedte groter is dan 2000 meter. In het handboek wordt niet aangegeven hoe met deze situatie om te gaan.

⁵ KWR (2009), Drinkwaterfunctie Markermeer en verzilting IJsselmeergebied. Projectnummer 30.7566.040, S306725. In opdracht van Rijkswaterstaat en de drinkwaterbedrijven. Dit rapport beschrijft een niet-stationair model voor de berekening van chloridegehalten in IJsselmeer en Markermeer, en beschrijft effecten van klimaatverandering, van verandering van maaltbeheer van Flevoland (meer water uitslaan op Markermeer en minder op Ketelmeer), en van inrichtingsmaatregelen waaronder een voorloper van het ontwerp voor Marker Wadden

Uitgangpunt is dat het Markermeer feitelijk een groot meer is met vanwege de windgedreven stroming ook een volledige menging van de watermassa. Er zijn perioden met minder wind maar deze komen beperkt voor en zijn van weinig invloed op het ontstaan van concentratiegradiënten.

Tabel 3: Triviale concentratieverhoging als % van de milieukwaliteitsnorm na volledige menging

Grote watersysteem	Breedte [m]	Triviale concentratieverhoging % van de milieukwaliteitsnorm (na volledige menging)
Zoete wateren en getijderivieren^{*)}		
Klein	≤ 100	1
Middel	100 < breedte ≤ 400	0,75
Groot	> 400	0,1
Kanalen		
alle	alle	1

^{*)} Sloten en meren vallen onder de categorie zoete wateren en getijderivieren, met dien verstande dat bij meren de trivialetoets kan worden toegepast tot een breedte van 2000 meter.

De berekeningswijze voor de triviale toets is als volgt in het handboek omschreven:

De berekening van de concentratieverhoging na volledige menging als gevolg van de lozing, toe te passen in deze trivialetoets is als volgt:

$$\delta C_T = \frac{C_L + JG}{VF}$$

Waarin:

δC_T : Concentratieverhoging trivialetoets na volledige menging

C_L : Concentratie van de stof in de lozing

VF : Verdunningsfactor

JG = Jaargemiddelde Milieukwaliteitsnorm (JG-MKN)

$$\text{En } VF = \frac{(Q_{\text{watersysteem}} + Q_{\text{effluent}})}{Q_{\text{effluent}}}$$

Waarin:

VF : Verdunningsfactor

$Q_{\text{watersysteem}}$: Netto afvoerdebiet van het watersysteem [m³/s]

Q_{effluent} : Debiet van de lozing [m³/s]

In het geval van Marker Wadden treft deze berekeningsmethode minder toe.

- 1) In geval van de winning van zand is geen sprake van een Q_{effluent} , omdat het water dat wordt gebruikt voor het winnen van het zand direct aan het Markermeer wordt onttrokken. Er is dus geen sprake van een debiet lozing die ook volume aan water toevoegt.
- 2) In geval van de toename van de brakke kwel gaat het om een toename van het debiet van gemaal Wortman en niet om het debiet an sich.

Er is daarom voor gekozen om de debieten van de bronnen op nul te zetten en de doorwerking van de belasting van het Markermeer met extra chloride te bepalen aan de hand van een spreadsheetmodel. Zoals hiervoor is aangegeven kan op basis van de gehanteerde "worst case" uitgangspunten niet worden uitgesloten dat er een tijdelijke toename van het chloride gehalte is van 2 tot 2,8 mg Cl/l. Dit is iets meer dan de toelaatbare 1% van de JG. Conclusie is dan ook dat een significantietoets nodig is.

Significantie toets chloride

In deze stap wordt getoetst aan een concentratieverhoging op de rand van de mengzone. Voor de Rijkswateren wordt hier standaard 10 % van de getalswaarde van de gewenste waterkwaliteit genomen. Voor meren wordt ¼ van de breedte van het meer als rand van de mengzone gehanteerd.

De definitie van de mengzone levert problemen op voor het Markermeer. Vanwege de omvang van het meer is er altijd sprake van windgedreven stroming anders dan in het geval van een kleiner meer waar sprake is van vrijwel stilstaand water. Zoals eerder is aangegeven wordt de bovengrens voor een meer op 2000 meter omvang gesteld.

Een simpele vertaling volgens de handleiding betekent dat de mengzone een omvang heeft van:

- Ingeval van lozing via het gemaal: breedte van het Markermeer is 32 km, dus $\frac{1}{4}$ is 8 km. Uitgaande van een halve cirkel vanaf het lozingspunt is het totale oppervlak $3,14 \cdot 8^2 / 2 = \text{ca } 100 \text{ km}^2$. Bij een gemiddelde water diepte van orde 4 meter ligt hierbinnen een volume van 400 miljoen m³. De toelaatbare belasting is dan in theorie $200 \text{ g/m}^3 \cdot 10\% \cdot 400 \text{ miljoen m}^3 = 8000 \text{ miljoen g Cl} = 8000 \text{ ton per jaar}$. De belasting is echter minder dan 300 ton per jaar.
- In geval van de winning: breedte van het meer is 24 km, dus $\frac{1}{4}$ is 6 km. Er ligt dan $3,14 \cdot 6^2 / 2 = 240 \text{ miljoen m}^3$ binnen de mengzone. Dit resulteert in een toelaatbare belasting van 4800 ton Cl/jaar. De belasting is minder dan 2700 ton per jaar.

Voor beide “lozings”punten geldt dat de verwachte toename aan de rand minder is dan de toelaatbare 10% van de JG.

Zoals aangegeven is uitgaande van een volledig gemengd Markermeer sprake van een concentratieverhoging van orde 1 tot 1,5%. De toename van de belasting leidt daarom niet tot een significante verhoging van het chloridegehalte leidt. Een kwaliteitstoets is daarom niet nodig.

Kwaliteitstoets

De huidige meetwaarden voor chloride bedragen 120 mg Cl/l. De JG bedraagt 200 mg Cl/l en de verwachte toename minder dan 3 mg Cl/l. De conclusie is dan ook dat de belasting niet tot een overschrijding leidt van de jaargemiddelde milieukwaliteit.

Tabel 4. Overzicht resultaten Emissie-lmissie toets chloride

Toets	Essentiële vraag	
	JG Totaal Cl = 200 mg/l	Meetwaarde Chloride 120 mg/l
Emissie toets	Is de concentratie waarmee wordt “geloosd” hoger dan de JG.	Ja
Triviaal toets	Is de concentratietoename meer dan 1% van de JG	Mogelijk, op basis van worst case uitgangspunten wordt een concentratietoename van 2 tot 2,3 mg/l verwacht. Dit is meer dan 1% van de JG.
Significantie toets	Is de concentratietoename aan de rand van de mengzone meer dan 10% van de JG.	Nee, uitgaande van een mengzone van 240 tot 400 miljoen m ³ is de verwachte toename minder dan 10% van de JG. Nee, zeker niet als het Markermeer zeker op jaarbasis beschouwd kan worden als een gemengd systeem. De verwachte concentratietoename is dan zoals aangegeven orde 1%.
Kwaliteitstoets	Leidt de concentratietoename tot een overschrijding van de JG?	Nee, de huidige meetwaarden voor chloriden liggen fors onder de JG.

1.2 Fosfaat

1.2.1 Bronnen en belastingen

Bij het baggeren van zandwinputten in het Markermeer komt fosfaat vrij afkomstig van poriewater in de zandwinputten. Uit analysegegevens van grondwater onder het Markermeer uit de jaren '70 en '80 (bron Dinoloket) blijkt dat het totaal fosfaatgehalte in het grondwater 1 tot 4 mg P/l bedraagt. Het grondwater in het watervoerende pakket in Flevoland heeft over het algemeen lagere fosfaatgehalten (orde 0,5 mg P/l), met uitzondering van brak verzoetend grondwater, waarin het fosfaatgehalte gemiddeld circa 4 mg P/l is⁶. Omdat het grondwater onder het Markermeer ook brak en verzoetend is, is een fosfaatgehalte van 4 mg P/l een valide, "worst case" aanname, mede omdat per saldo sprake is van een inzijsituatie en naar verwachting het bovenste deel van het zandpakket ook enigszins verzoet zal zijn. Bij een aanlegperiode van 5 jaar gaat dat om 5,5 ton P/jaar en bij een aanlegperiode van 10 jaar om 2,7 ton P/jaar dat in opgeloste vorm vrij kan komen tijdens de winning. Een deel van het poriewater zal, in een verdunde vorm, weer worden opgesloten in het zandpakket dat wordt aangelegd. De aanname dat al het poriewater vrij zal komen is dus ook een "worst case" aanname.

Het opgebaggerde grondwater bevat ook opgelost ijzer, dat bij menging met Markermeerwater zal neerslaan in de vorm van ijzeroxiden. Fosfaat wordt door ijzeroxiden geadsorbeerd. Niet al het in het grondwater voorkomende fosfaat zal dus beschikbaar komen in het Markermeerwater. Daarbij wijst ook eerder onderzoek, o.a. van Peters et al⁷, erop dat opgelost orthofosfaat dat als IJsselmeerwater via de sluisen het Markermeer bereikt al gauw wordt gebonden aan het aanwezige slib en nog maar beperkt aanwezig is in de waterfase. Op dit moment is de hoeveelheid orthofosfaat in het meer vaak zo laag dat het onder de detectie grens is gelegen. Het totaal P in de waterkolom bestaat in hoofdzaak uit P dat gebonden is aan slib en P dat aanwezig is in algen, waarvan een groot deel bentische algen die door opwerveling van het bodemslib in de waterkolom belanden. De algengroei in het markermeer is al jaren P-gelimiteerd. Een toename van het biologisch beschikbaar P zal direct resulteren in een toename van algen die vervolgens weer worden gebonden aan slib of worden weggefilterd door driehoeksmosselen.

Een lozing van 5,5 ton per jaar is dus een "worst case" benadering en ook het uitgangspunt dat al dit opgeloste P meer dan een jaar, wat ongeveer de verblijftijd is van het systeem, in de waterfase aanwezig blijft. Mogelijk dat minder dan 30% van het geloosde fosfaat ook daadwerkelijk leidt tot een toename van het P-gehalte van de waterkolom, al dan niet direct als orthofosfaat, wat erg onwaarschijnlijk is, of indirect in de vorm van toegenomen (benthische en pelagisch) algen en aan slib gebonden fosfaat.

Een tweede proces dat optreedt, is het vrijkomen van *fosfaat in poriewater in het holocene pakket*. Het betreft zowel materiaal uit de zandwinputten als uit de slibgeulen. Over het fosfaatgehalte van dit water zijn vooralsnog geen gegevens bekend. Aannemende dat het fosfaatgehalte hetzelfde is als dat van het diepe grondwater gaat dit bij een aanlegperiode van 5 jaar om 6 ton P per jaar, en bij een aanlegperiode van 10 jaar om 3 ton P/jaar. Ook deze berekende belasting betreft weer een "worst case" aanname, die veronderstelt dat al het poriewater uit de deklaag ook daadwerkelijk vrijkomt in de waterkolom. Dit is verre van waarschijnlijk. Een deel van de deklaag wordt mechanisch afgegraven en gestort en wordt daarbij dus niet uitgespoeld zoals bij de winning van zand. Van dit deel van de deklaag zal maar een zeer klein deel vrijkomen in het water. De deklaag die hydraulisch wordt afgegraven wordt weliswaar deels afgebroken, maar in de praktijk blijft sprake van veel kleibrokken. Ook in dit geval komt niet al het poriewater vrij. Minder bekend is of bij het hydraulisch baggeren ook weer P zou kunnen vrijkomen die aan het klei zelf gebonden is.

⁶ Haskoning (2003), Rapportage meetnet grondwaterkwaliteit provincie Flevoland 1937-2003, 9M6053/R003/AV/vh
J.S. Peters, P.C.M. Boers, L.E.J. Bekkers (1993). Markermeer eutrofiëringsonderzoek.

Voor zowel het zand als ook de deklaag geldt dat niet alle belasting rechtstreeks het Markermeer zal bereiken. Afhankelijk van de aanlegwijze loopt de lozing van het proces water deels via de compartimenten die worden aangelegd. In deze compartimenten kan het P uit het poriewater gebonden worden aan slib en waterbodem of worden opgenomen door algen. De deklaag wordt naar verwachting in hoofdzaak binnen compartimenten aangebracht. Een deel van het poriewater wordt daarbij ook weer opgesloten in het moeras dat wordt aangelegd.

Daarnaast treedt er een *toename van kwel in de Flevopolder* op. Met de extra uitgeslagen kwel komt ook meer fosfaat op het Markermeer. De fosfaatconcentratie van kwel op de lage afdeling ligt mogelijk in de orde van 0,5 mg P/l. Daardoor wordt orde van grote 1,8 ton P per jaar geloosd. Een groot deel hiervan gaat op het Ketelmeer en maar een klein deel wordt op het Markermeer gezet.

Tabel 5 presenteert de totale tijdelijke fosfaatbelasting voor het Basisalternatief (aanlegperiode 5 jaar) en de variant 'batch gewijs (aanlegperiode 10 jaar).

Tabel 5 'totale (potentieel maximale) tijdelijke fosfaatbelasting'

	Basis alternatief (5jr)	Batch gwijs (10jr)	Meet eenheid
<i>P in poriewater pleistoceen zand in zandwinputten (aanlegperiode)</i>			
P-gehalte grondwater	4	4	mg P/l
P-belasting Markermeer, zonder vastlegging aan ijzer of calcium	15	7	kg P/dag
P-belasting Markermeer	<<5460	<<2730	kg P/jaar
<i>P in poriewater holoceen klei en veen in zandwinputten en slibgeulen (alleen aanlegperiode)</i>			
Aanname: hetzelfde P-gehalte als diep grondwater	17	8	kg P/dag
P-belasting Markermeer	<<6132	<<3066	kg P/jaar
<i>Fosfaat in extra kwelwater Flevopolder (alleen aanlegperiode)</i>			
Worst case extra kwel (geohydrologische modelberekening)	7000	7000	m3/dag
Percentage uitgeslagen op Markermeer	25%	25%	
Extra kwel peilvakken Lage Vaart uitgeslagen op Markermeer	1750	1750	m3/dag
Fosfaatgehalte oppervlaktewater lage afdeling	0,5	0,5	mg P/l
Fosfaatbelasting Markermeer	1	1	kg P/dag
Fosfaatbelasting Markermeer	<<319	<<319	kg P/jaar
<i>Totale tijdelijke fosfaatbelasting Markermeer aanlegperiode</i>	<<11911	<<6115	kg P/jaar

De totale hoeveelheid fosfaat als gevolg van het baggeren van zand, klei en veen is dus naar schatting aanzienlijk minder dan 12 ton/jaar bij het Basisalternatief. Dat zou tijdens de aanlegperiode leiden tot een maximale verhoging van het fosfaatgehalte van 0,011 mg P/l. Bij een aanlegperiode van 10 jaar (variant batch gewijs) is dit 0,007 mg P/l. Dit is in de veronderstelling dat al het vrijkomende fosfaat niet reageert en in de waterfase aanwezig blijft. Dit is echter geen reële aanname.

Door adsorptie van fosfaat aan ijzeroxiden en de wijze waarop orthofosfaat ook door de biologie in het meer meteen wordt opgenomen, zal de verhoging waarschijnlijk veel kleiner zijn. Door Peters et al (1983) (J.S.Peters, P.C.M.Boers en L.E.J.Bekkers: Eutrofiëringsonderzoek 1987/1988. Riza rapport) wordt de chemische binding van het met het IJsselmeer water binnenkomende orthofosfaat op 70-90% geschat binnen 20 dagen. Als een dergelijke relatie ook geldt voor het orthofosfaat dat vrijkomt bij baggeren of extra geloosd wordt dan is de doorwerking op het totaal-P gehalte gering en ligt daarmee eerder in de orde van 0,001 mg P/l. Dit is orde 1,5% van de jaarlijkse milieukwaliteitsnorm. Ook de verhouding tussen de huidige P belasting van het meer, orde 250 ton P per jaar en de gemeten totaal P waarden, orde 0,04-0,05 mg P/l, wijzen erop dat veel fosfaat wordt vastgelegd. Een tijdelijke toename van de P-belasting met minder dan 11 ton P per jaar, leidt daarom maar tot een toename van de totaal P concentratie met circa 4,5%.

Oxidatie van veen in de toekomstige Marker Wadden (na aanleg).

Een deel van de grond waarmee de Marker Wadden wordt aangelegd bestaat uit veen. Veen dat in contact staat met de atmosfeer zal langzaam oxideren, waarbij er fosfaat vrij kan komen. De totale hoeveelheid veen die zal worden opgebaggerd is ongeveer 3,3 miljoen m³. Het grootste deel daarvan zal onder water en onder de grondwaterspiegel worden aangebracht. Dat veen zal niet afbreken, en fosfor zal gebonden blijven. Een klein deel van het veen zal boven de waterspiegel worden aangebracht, waardoor het kan oxideren en er fosfaat kan vrijkomen. Het volume veen dat per jaar oxideert hangt af van het oppervlak waar veen in contact komt met de atmosfeer.

Ervan uitgaande dat het oppervlak veen aan maaiveld evenredig is met het totale aandeel van veen in het opgebrachte materiaal (maximaal circa 8%), dan ligt er in de toekomst orde 50 ha veen aan maaiveld. Ongeveer 1/3 van het aangelegde oppervlak van Marker Wadden zal bestaan uit ondiep water. Van de 1000 ha die wordt aangelegd, komt ten hoogste 660 ha boven water. Bovendien wordt aan de aannemers als eis meegegeven dat veen niet mag opdrijven. Van deze 660 ha zal naar verwachting orde 60 ha bestaan uit randen en kades, die niet van veen zullen worden gebouwd. Rest een potentieel oppervlak van 600 ha. Hiervan 8% komt ongeveer overeen met 50 ha.

Van veenweidegebieden met agrarische functies (drooglegging 60 cm) is bekend dat deze circa 1 cm/jaar dalen door veenoxidatie. De plaatsen waar veen aan het oppervlak kan komen in Marker Wadden zijn plasdras, met erg hoge waterstanden. In deze situaties is de veenafbraak zeer gering orde 1 mm/jaar en kan er zelf sprake zijn van opbouw. Bij een afbraak van ca 1 mm per jaar kan orde 1,2 ton P in de vorm van fosfaat vrij. Als deze hoeveelheid op het Markermeer terecht komt leidt dit tot een permanente verhoging van orde van grootte 0,0007 mg P/l, zie tabel 6.

Dit is waarschijnlijk nog een overschatting, omdat de emissie plaatsvindt in een moerasachtig milieu, waarin een deel van het fosfaat door planten zal worden opgenomen. Bovendien is het veen dat wordt opgebaggerd sterk veraard en bestaat het ook uit organische bestanddelen die maar moeilijk af kunnen worden gebroken.

De combinatie van alle belastingen samen, poriewater uit zand en deklaag, afbraak van veen uit de deklaag en de toename van fosfaatrijke kwel leiden te samen tot een toename van minder dan 0,007 mg P/l.

Tabel 6 Permanente fosfaatbelasting door oxidatie van veen compartimenten

<i>P-belasting door oxidatie van veen (permanent)</i>	<i>hoeveelheid</i>	<i>meeteenheid</i>
Oppervlak Marker Wadden (boven de waterspiegel)	660	hectare
Deel van het oppervlak met veen aan/nabijheid maaiveld	8	%
Volume geoxideerd veen maaiveld (1 mm/jaar)	6600	m ³ /jaar
Hoeveelheid vrijkomend fosfaat	1,0	ton P /jaar
<i>Verhoging fosfaatgehalte Markermeer (permanent)</i>	<i><<0.0007</i>	<i>mg/l</i>

1.2.2 Emissie-immissie toets fosfaat

Emissie toets

Voor veel bronnen geldt dat deze het Markermeer belasten met een concentratie hoger dan de JG voor het Markermeer. Een triviale toets is daarom nodig.

Triviale toets

Op grond van de belastingen kan worden verwacht dat de verwachte tijdelijke toename van fosfaat orde 1,5 tot 4,5% van de JG voor totaal P bedraagt. Een significantie toets is daarom nodig.

Significantie toets

De mengzone gerekend vanaf de puntbron gemaal is orde 400 miljoen m3 maar hier is de belasting maar in de orde van 1 ton P/jaar. De mengzone van Marker Wadden is orde 240 miljoen m3 met een hogere belasting van 11 ton P/jaar. Uitgaande van een jaarlijkse belasting van maximaal 11 ton P totaal, leidt dit tot orde 0,009 mg P/l aan de rand van de mengzone. Dit is orde 13% van de jaarlijkse milieunorm. Als wordt uitgegaan van de meer reële aanname dat het gehele Markermeer gemengd is dan is de toename van de concentratie veel minder groot orde 2,5%.

Kwaliteitstoets

De fosfaatbelasting van het Markermeer bedraagt de laatste jaren orde 250 ton per jaar. Dit resulteert in totaal P gehalten van minder dan 0,05 mg totaal P/l. Een toename van de belasting over enkele jaren met 6 tot 11 ton betekent een toename van de belasting met 2,5 tot 4,5% in belasting. Bij eenzelfde doorwerking in het systeem betekent dit een potentiële concentratietoename van 0,0017 mg P/l tot 0,0031 mg P/l.

De huidige meetwaarden voor totaal P liggen tussen de minder dan 0,02 mg Totaal P/l (detectiewaarde meetapparatuur) en 0,07 mg P/l. De jaargemiddelde waarden liggen in de orde van 0,04 tot 0,05 mg totaal P/l. Een toename met 0,0031 mg P/l leidt tot potentiële waarden in de orde van maximaal 0,0503 mg totaal P/l. De tijdelijke belasting met fosfaat leidt daarom niet tot een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm. Conclusie een plantoets is niet nodig.

Tabel 7: Meetwaarden voor totaal fosfaat in 2012 en 2013 in het midden van het Markermeer.

WNS: Totaal fosfaat in mg/l in oppervlaktewater
 Periode : 01-01-2012 tot 31-12-2013
 Locaties
 • Markermeer midden (zwaartepunt Markermeer)
 Alle tijdsaanduidingen zijn in GMT+1 (MET)
 Markermeer midden (zwaartepunt Markermeer)
 Coördinaten in RD (EPSG: 7415): 142000, 496000

09-01-2012 14:11	0.0520
30-01-2012 13:55	0.0230
01-03-2012 13:34	< 0.0200
29-03-2012 12:45	< 0.0200
26-04-2012 12:51	0.0600
24-05-2012 13:16	< 0.0200
25-06-2012 13:28	0.0500
19-07-2012 08:48	0.0700
16-08-2012 08:50	0.0500
13-09-2012 09:11	0.0400
10-10-2012 12:09	0.0300
08-11-2012 13:23	0.100
06-12-2012 14:11	0.0400
03-01-2013 13:15	0.130
01-02-2013 10:05	0.0400
27-02-2013 09:55	0.0700
27-03-2013 09:45	0.100
24-04-2013 13:31	0.0400
23-05-2013 08:48	0.0300
19-06-2013 08:40	< 0.0200
18-07-2013 08:54	0.0200
15-08-2013 11:50	< 0.0200
09-09-2013 09:08	0.0300
09-10-2013 08:27	0.0200
06-11-2013 11:05	0.0600
04-12-2013 13:34	0.0600

Tabel 8: Emissie-immissietoets fosfaat

Toets	Essentiële vraag	
	JG Totaal P = 0,07 mg/l	Meetwaarde Totaal P = 0,04-0,05 mg/l.
Emissie toets	Is de concentratie waarmee wordt "geloosd" hoger dan de JG.	Ja
Triviale toets	Is de concentratietoename meer dan 1% van de JG	Ja
Significantie toets	Is de concentratietoename aan de rand van de mengzone meer dan 10% van de JG	Ja, als wordt uitgegaan van een beperkte mengzone Zeker niet, als er vanuit wordt gegaan dat het gehele Markermeer als mengzone kan worden beschouwd.
Kwaliteitstoets	Leidt de concentratietoename tot een overschrijding van de JG?	Nee, zeker niet als er rekening wordt gehouden met de opname van P door het systeem.