

Bijlagenboek 9.2



Durgerdam

Analyses waterkwaliteit

Projectomschrijving	Versterking Markermeerdijken		
Documentnummer	AMMD-000867 (17.117578)		
Verantwoordelijk cluster	AMMD-000867 – Ontwerp buitenom variant Durgerdam - Uitdam		
Werkpakket	WP-018 - Integraal ontwerp		
Object			
Versienummer	0.1	Versiedatum	3 november 2016



Autorisatiekader

Opsteller	Gecontroleerd	Vrijgegeven
Paul Roeleveld	Bob Brederveld	
Jeroen Mandemakers		

Documenthistorie

Versienummer	Versiedatum	Omschrijving
0.1	3 november 2016	concept

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doel van de rapportage	5
1.3	Leeswijzer	5
2	Huidige situatie en uitgangspunten	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Oppervlaktewatersysteem	6
2.3	Waterbodemoogtes	7
2.4	Waterplanten	7
2.5	Mosselen	9
2.6	Nutriënten, zwevend stof, algen en doorzicht	9
2.7	Waterdiepte en bodemgesteldheid	10
2.8	Analyse waterkwaliteit	12
2.8.1	Relatie tussen waterplanten, waterdiepte en doorzicht	12
2.8.2	Huidige toestand in relatie tot het nieuwe watersysteem	13
3	Analyse waterkwaliteit	14
3.1	Algemeen	14
3.2	Alternatief 1: één binnenmeer	14
3.2.1	Waterbalans	14
3.2.2	Externe nutriëntenbelasting door waterstromen en vogels	16
3.2.3	Kritische nutriënten belasting: draagkracht van het binnenmeer	18
3.2.4	Confrontatie tussen externe belasting en draagkracht	19
3.2.5	Advies voor mogelijke aanpassingen van het ontwerp	20
3.3	Alternatief 2: twee binnenmeren	21
3.3.1	Algemeen	21
3.3.2	Waterbalans	22
3.3.3	Externe nutriëntenbelasting	23
3.3.4	Kritische nutriëntenbelasting: draagkracht van het ecosysteem	24
3.3.5	Conclusies en advies	26
3.3.6	Onzekerheden	27

4	Doorvertaling resultaten naar variantennota	28
4.1	Algemeen	28
4.2	Combinatievariant 1, van west naar oost, golfbreker, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant	28
4.3	Combinatievariant 2, van west naar oost, buitenwaartse berm, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant	29
4.4	Combinatievariant 3, van west naar oost, buitenwaartse berm, kameel, buitenwaartse berm, dakje, vierkant	29
4.5	Variant maximaal buitenom	29
	Annex 1. Schatting vogelaantallen binnenmeer	30
	Annex 2. Grafieken waterkwaliteit ijmeer (meetpunt RWS Pampus oost)	34

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Voor de dijkversterking bij Durgerdam kijkt de Alliantie verder dan de reguliere versterking van de huidige dijk. Alternatieven zijn het aanleggen van een golfbreker of een nieuwe primaire kering voor de bestaande dijk. Door voor de bestaande dijk een nieuwe primaire kering aan te leggen wordt nieuw meer gecreëerd. Dit meer komt in zekere mate los te staan van het IJmeer.

Het ontwerp van dit alternatief bevindt zich nog in een ontwikkelstadium waardoor er nog vele ontwerp vragen beantwoord dienen te worden. Hierbij spelen bijvoorbeeld vragen hoe de verbindingen met het IJmeer gerealiseerd zullen gaan worden, welke capaciteit deze verbindingen nodig hebben, welke maatregelen getroffen dienen te worden om een goede waterkwaliteit te kunnen realiseren, wat is het effect van de buitenom variant op polder IJdoorn?

Vooraf het realiseren van een goede waterkwaliteit vraagt de nodige aandacht. Het meer zal een ondiep watersysteem worden. De ecologische toestand van een ondiep watersysteem wordt in grote mate gestuurd door de beschikbaarheid van de nutriënten fosfor en stikstof. Als de externe nutriëntenbelasting voldoende laag is, wordt een goede waterkwaliteit verwacht met helder water waarin waterplanten kunnen groeien. Bij een te hoge externe nutriëntenbelasting kunnen algen tot ontwikkeling komen. Dit leidt tot een slechte waterkwaliteit met troebel water zonder waterplanten en een soortenarme visstand. Door de externe nutriëntenbelasting te vergelijken met de kritische nutriëntenbelasting (de draagkracht van het systeem) wordt een verwachting van de uiteindelijke waterkwaliteit verkregen.

1.2 Doel van de rapportage

Om inzicht te verkrijgen in het functioneren van het watersysteem en het ecologisch systeem en gevoel te krijgen voor de problematiek is voor het meer een analyse op hoofdlijnen uitgevoerd. Voor twee ontwerpvarianten is aan de hand van een waterbalans het hydrologisch functioneren onderzocht en vervolgens de waterkwaliteit geanalyseerd.

1.3 Leeswijzer

Deze rapport heeft hiervoor de volgende opbouw:

- in hoofdstuk 2 is de huidige situatie beschreven en zijn de uitgangspunten opgenomen;
- in hoofdstuk 3 is aan de hand van twee alternatieven voor de buitenomvariant de waterkwaliteit geanalyseerd;
- hoofdstuk 4 sluit af met het doorvertalen van de analyses naar de alternatieven die de Alliantie in overweging neemt.

2 Huidige situatie en uitgangspunten

2.1 Algemeen

Figuur 1 toont de projectlocatie. Durgerdam ligt langs de dijk. De haven van Durgerdam ligt buitendijks. Naast deze haven ligt polder IJdoorn. Deze polder ligt ook buitendijks. Bij extreme waterstanden loopt deze polder onder water.



Figuur 1. Locatie buitenomvariant

2.2 Oppervlaktewatersysteem

Figuur 2 geeft het huidige oppervlaktewatersysteem weer. Het water bij Durgerdam is onderdeel van het IJmeer en het Markermeer. Op het IJmeer en het Markermeer wordt een zomerpeil van NAP -0,20 m gehandhaafd en een winterpeil van NAP -0,40 m.

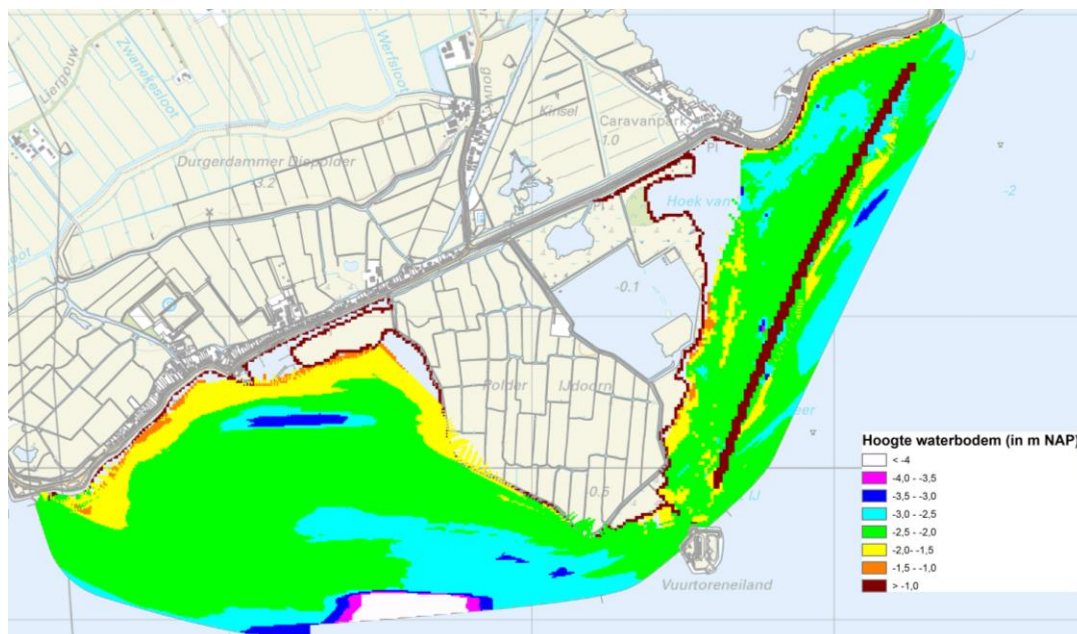
Ter plaatse van Durgerdam ligt buitendijks de polder IJdoorn. Polder IJdoorn is opgedeeld in meerdere peilgebieden. De peilgebieden waar een lager waterpeil gehandhaafd wordt dan op het Markermeer voeren hun water af via een gemaal bij de haven van Durgerdam. Er zijn twee plassen waar een hoger peil gehandhaafd wordt dan op het Markermeer. Overtollig water van deze twee plassen wordt via een stuw naar het Markermeer afgevoerd.



Figuur 2. Overzicht watersysteem

2.3 Waterbodemoogtes

Figuur 3 toont de hoogte van de waterbodem bij Durgerdam. De bodemoogte ligt over het algemeen rond NAP -2,4 m.



Figuur 3. Overzicht hoogteligging waterbodem

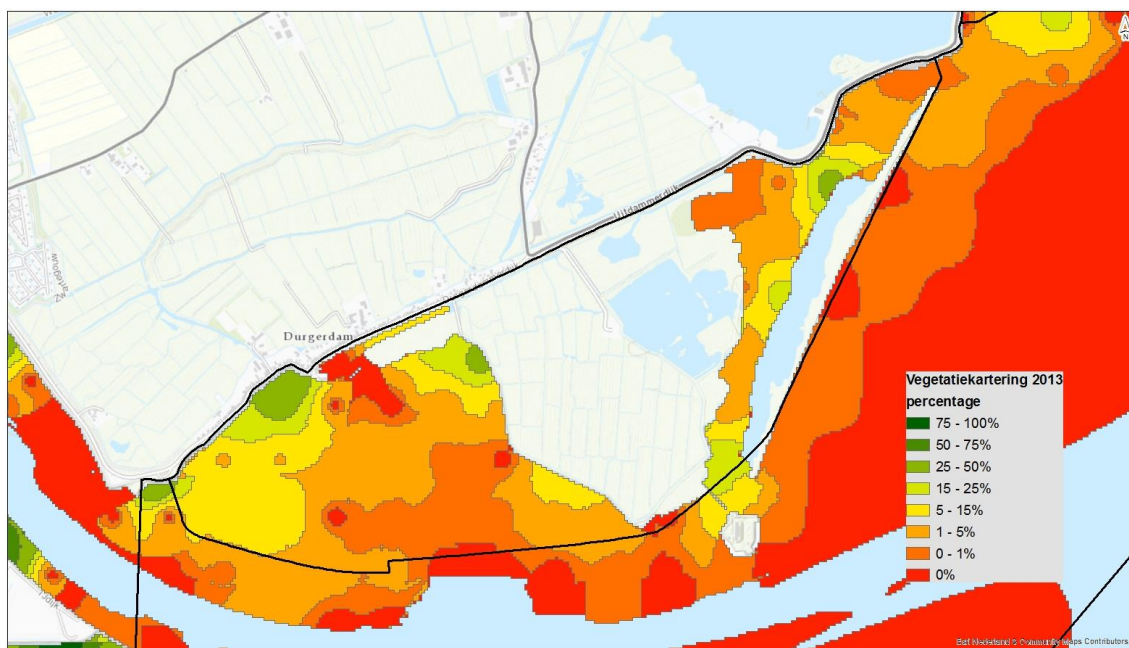
2.4 Waterplanten

Zowel in 2013 als 2016 zijn in beide deelgebieden waterplanten aangetroffen. In 2013 is in opdracht van Rijkswaterstaat een vegetatiekartering gemaakt van de ondergedoken waterplanten

in het Markermeer/IJmeer. Uit deze kartering blijkt dat in de oeverzone her en der waterplanten groeien, tot een maximale bedekking van 50 procent (figuur 4). Rondom polder IJdoorn is over het algemeen de vegetatiebedekking zeer gering (< 5 procent) en op slechts enkele hectares is sprake van een forse vegetatiebedekking (25 à 50 procent). Nergens is sprake van een echt hoge bedekking groter dan 50 procent. In tabel 1 staat per bedekkingsklasse het oppervlak weergegeven.

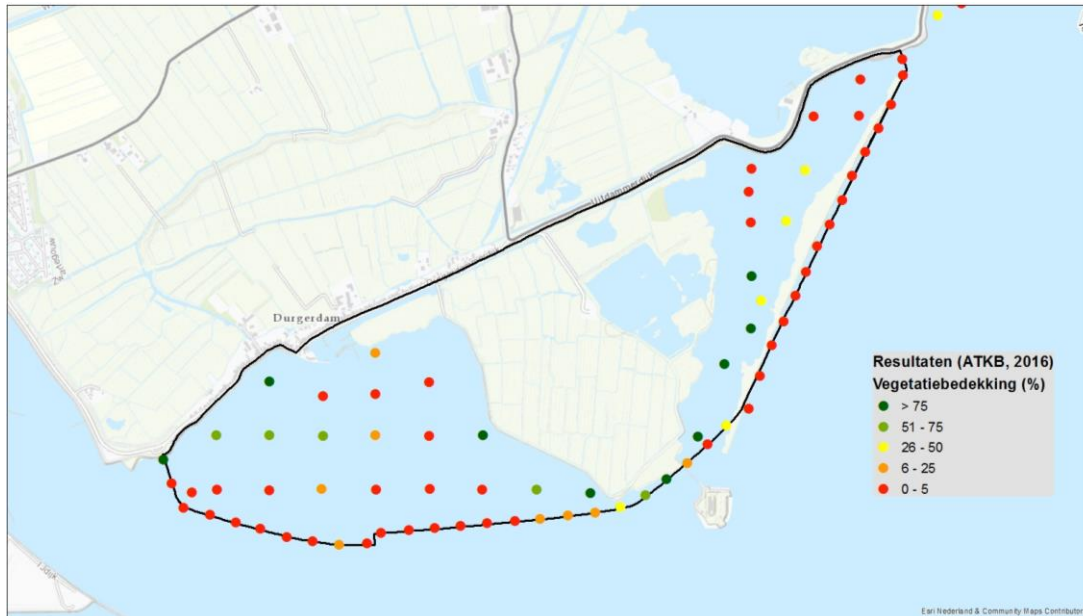
Tabel 1 Aantal hectare per bedekkingsklasse bij polder IJdoorn (2013).

Bedekkingsklasse (%)	Oppervlak ten oosten van polder IJdoorn (ha)	Oppervlak ten westen van polder IJdoorn (ha)
0 - 5	24	56
5 -25	10	28
25 - 50	1	3
>50	0	0



Figuur 4. Vegetatiekartering uit 2013 (NB! Dit betreft een geïnterpoleerd beeld op basis van puntmetingen)

In 2016 is in beide deelgebieden een indicatieve opname gemaakt van de vegetatiebedekking (ATKB, 2016). Op meerdere monsterpunten is een hoge bedekking met ondergedoken waterplanten aangetroffen (meer dan 50 procent bedekking) (zie figuur 5). De meest voorkomende soorten zijn tenger- en schede fonteinkruid, zannichellia en sterkranswier. Tenger- en schede fonteinkruid en zannichellia groeien doorgaans in (zeer) voedselrijk water. Sterkranswier is een Rode lijst-soort en groeit vaak op nutriëntrijke bodems, terwijl het water zelf weinig fosfaat bevat (Pot, 2007. Veldgids Water- en Oeverplanten, KNNV Uitgeverij & STOWA).



Figuur 5. Indicatie van de vegetatiebedekking per monsterpunt volgens de inventarisatie van ATKB in juli 2016

2.5 Mosselen

Mosselen kunnen de waterkwaliteit beïnvloeden doordat ze het water filteren op zoek naar voedsel. Hierbij halen ze algen uit het water (wat als voedsel dient), maar ook slibdeeltjes worden op deze manier weggevangen. Hierdoor maken mosselen het water helder.

Uit het onderzoek van ATKB (2016) blijkt dat mosselen in het projectgebied niet algemeen aanwezig zijn. Ten oosten van polder IJdoorn zijn op circa 50 procent van de monsterpunten mosselen aangetroffen, ten westen van polder IJdoorn slechts op ruim tien procent van de monsterpunten. De aanwezigheid van mosselen blijkt afhankelijk van de beschikbaarheid van goed substraat. In het Markermeer/IJmeer vormt de waterbodem zelf geen goed substraat en zijn mosselen afhankelijk van oude 'Zuiderzeeschelpen' om zich aan vast te hechten. Deze schelpen komen weinig voor rondom polder IJdoorn.

2.6 Nutriënten, zwevend stof, algen en doorzicht

In het projectgebied zelf zijn geen recente metingen van de waterkwaliteit beschikbaar. De algemene toestand in het IJmeer/Markermeer wordt gekenmerkt door voedselarme omstandigheden met weinig algen en erg lage nutriëntconcentraties, maar wel veel zwevend stof. De grafieken in annex 2 tonen de waterkwaliteit midden in het IJmeer, op het meetpunt Pampus Oost van Rijkswaterstaat, enkele kilometers ten zuidoosten van het projectgebied.

De totaal-P concentratie ligt vaak onder de detectielimiet (tot 2011 was dit 0,05 mg P/l, vanaf 2011 0,02 mg P/l). Tot en met 2010 was de concentratie soms fors hoger, tot ruim 0,3 mg P/l. Sinds 2011 komen deze hoge waarden minder vaak voor. De hoeveelheid fosfaat (PO₄; dit is vrij opneembaar fosfaat) is vrijwel altijd nihil (in 2015 lijkt de concentratie hoger te zijn; dit komt doordat de detectielimiet verhoogd is naar 0,02 mg P/l).

De concentratie zwevend stof vertoont een sterk seizoensmatig patroon met hoge concentraties in de winter en veel lagere concentraties in de zomer (de verticale as is afgesneden op 50 mg/l, eind 2013 was er een piekconcentratie van 150 mg/l). Vaak bestaat ten minste de helft van het zwevende stof uit anorganisch materiaal (dit is de gloeirest). Op sommige momenten is de gloeirest juist laag; dan bestaat het zwevende stof voor een groot deel uit organisch materiaal, bijvoorbeeld algen.

De concentratie algen (chlorofyl-a) vertoont een warrig patroon. Vaak schommelt de concentratie tussen de 5 en 25 µg chlorofyl-a/l. Dit is een behoorlijk lage concentratie. De hoeveelheid algen blijkt sterk samen te hangen met de hoeveelheid zwevend stof. Experimenten binnen het ANT-onderzoek laten zien dat bepaalde algen gemakkelijk binden aan zwevende slibdeeltjes¹. Hierdoor neemt de concentratie algen toe als het hard waait (waardoor veel slibdeeltjes in de waterkolom terechtkomen). Bij weinig wind bezinken de algen naar de bodem.

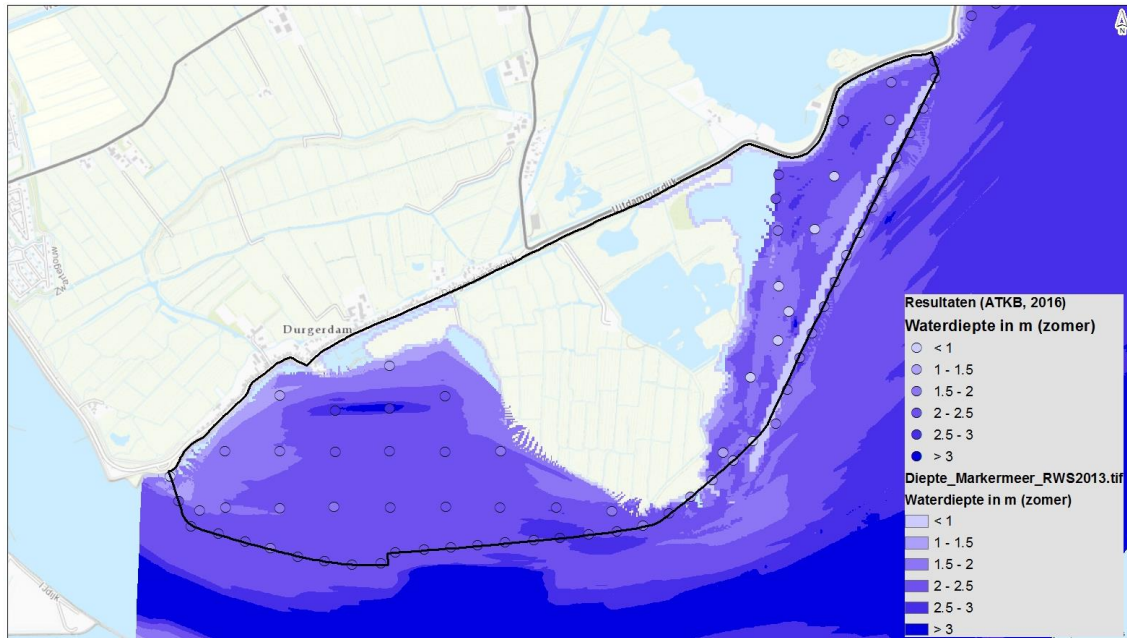
Het doorzicht ligt de laatste jaren vaak rond de 100 centimeter. In de winter is het doorzicht lager (tot minder dan 50 cm), wat samenhangt met de hogere concentraties zwevend stof (slib en algen). In de zomer is het doorzicht gemiddeld circa 100 cm, met uitschieters tot ruim 150 cm.

2.7 Waterdiepte en bodemgesteldheid

Een groot deel van deelgebied west heeft een waterdiepte van 2 à 2,5 meter (zie figuur 6). De oeverzones zijn ondieper, overwegend 1 à 2 meter. De dieptemetingen van ATKB uit 2016 (cirkels in figuur 6) komen goed overeen met het vlakdekkende beeld.

Ten oosten van polder IJdoorn is het water over het algemeen minder diep dan ten westen van de polder. Vooral tussen polder IJdoorn en het langgerekte eiland liggen veel ondiepe plekken van minder dan 1 meter diepte. (Overigens suggereert het vlakke beeld hier een groter waterdiepte dan de metingen van ATKB in 2016.) Verder naar het noorden neemt de waterdiepte toe tot meer dan 2 meter. Aan de buitenzijde van het eiland is de waterdiepte 1,5 à 2 meter.

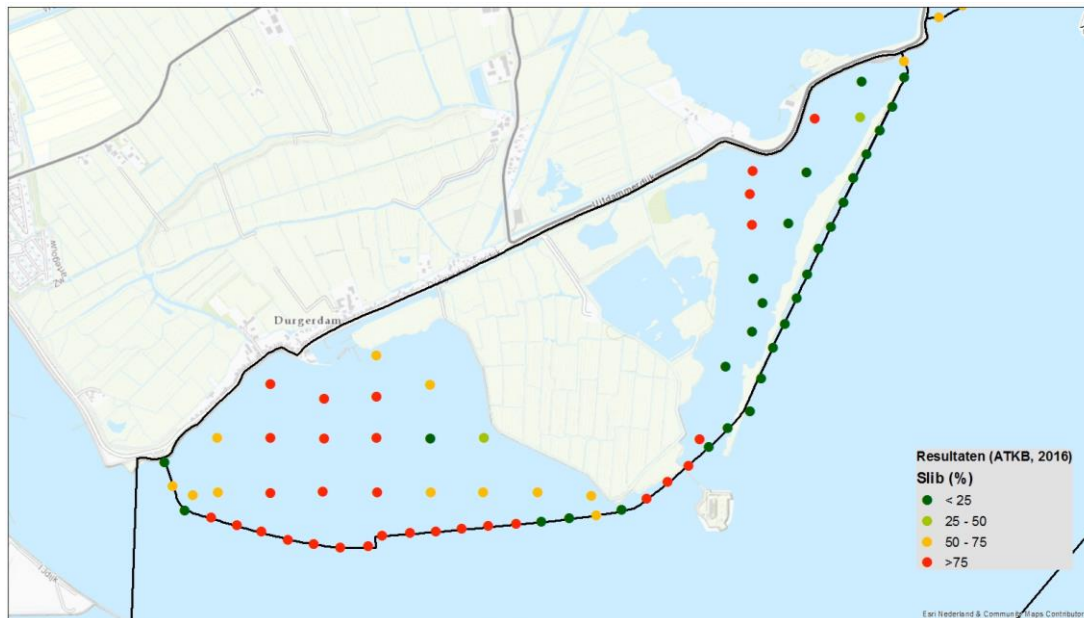
¹ Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen. Deltares, 2014.



Figuur 6. Waterdiepte in het zomerhalfjaar (uitgaande van een waterpeil van -0.2 m NAP). De cirkels tonen de waterdiepte per monsterpunt volgens de inventarisatie van ATKB in juli 2016.

Per monsterpunt (ATKB, 2016) is de samenstelling van de waterbodem vastgesteld (percentage klei, zand, slib en schelpen). Ten oosten van polder IJdoorn bestaat de bodem op veel monsterpunten hoofdzakelijk uit zand (zie figuur 7). Op enkele monsterpunten bestaat de waterbodem uit slib; dit zijn de rode monsterpunten in figuur 7. De monsterpunten met veel slib zijn tevens de diepere locaties.

Ten westen van polder IJdoorn bestaat de waterbodem overwegend uit slib. Op de locaties met minder slib bestaat de bodem uit zand en/of uit schelpmateriaal: deze locaties liggen overwegend in de oeverzone langs polder IJdoorn en in de meest westelijke punt van het gebied.



Figuur 7. Hoeveelheid slib (%) per monsterpunt volgens de inventarisatie van ATKB in juli 2016.

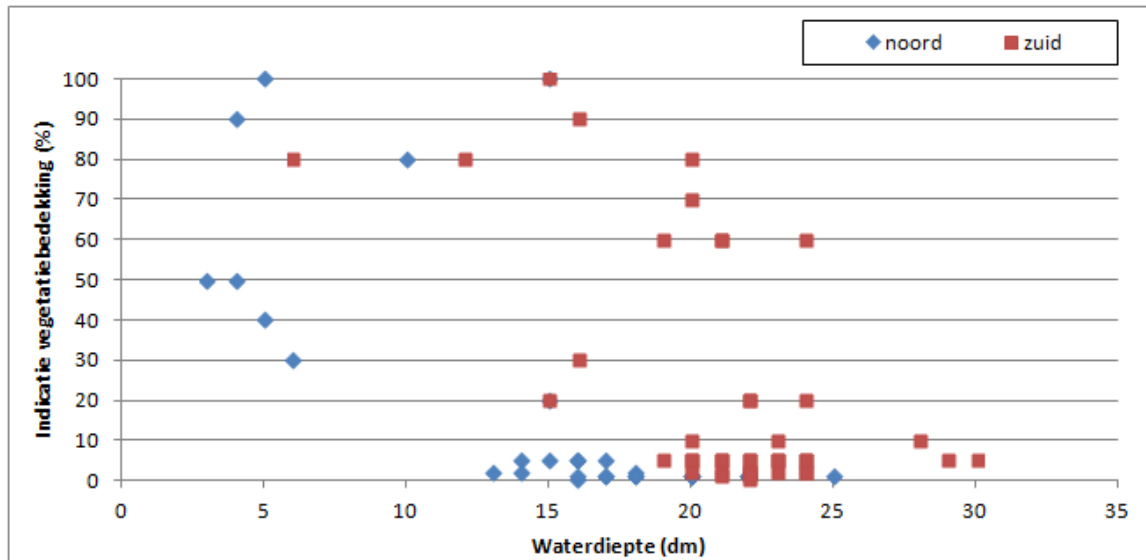
2.8 Analyse waterkwaliteit

De aanwezigheid van waterplanten in de te creëren binnenmeren is belangrijk voor een goede ecologische toestand. Waterplanten zuiveren het water en bieden een habitat aan allerlei aquatische organismen. Uit de toestandbeschrijving blijkt dat in de huidige toestand vooral in de oeverzone `s waterplanten groeien.

2.8.1 Relatie tussen waterplanten, waterdiepte en doorzicht

Voor de groei van waterplanten geldt als generieke regel dat de het doorzicht tot minimaal 60 procent van de waterdiepte moet reiken. Bij een gemiddeld doorzicht van één meter (zoals gemeten midden in het IJmeer) is volgens deze regel plantengroei mogelijk tot een waterdieptediepte van circa 1,6 meter. Een groot deel van het meer ten westen van polder IJdoorn is dieper (figuur 6) en hier zijn waterplanten nagenoeg afwezig (figuur 4 en figuur 5). Ten oosten van de polder heeft het meer wel een groot deel dat ondieper is dan 1,5 meter en waar waterplanten groeien.

In figuur 8 staat per monsterpunt de vegetatiebedekking uitgezet tegen de waterdiepte op basis van de gegevens uit 2016 (ATKB, 2016). Hieruit blijkt dat ten oosten van polder IJdoorn alleen waterplanten zijn aangetroffen op plekken tot één meter diep. Op diepere locaties groeien geen waterplanten. Ten westen van de polder zijn waterplanten aangetroffen tot een diepte van circa twee meter; op diepere plekken zijn geen waterplanten aangetroffen (op een enkele uitzondering na).



Figuur 8. Vegetatiebedekking (%) in deelgebied oost en west uitgezet tegen de waterdiepte (dm). Data: ATKB, 2016.

2.8.2 Huidige toestand in relatie tot het nieuwe watersysteem

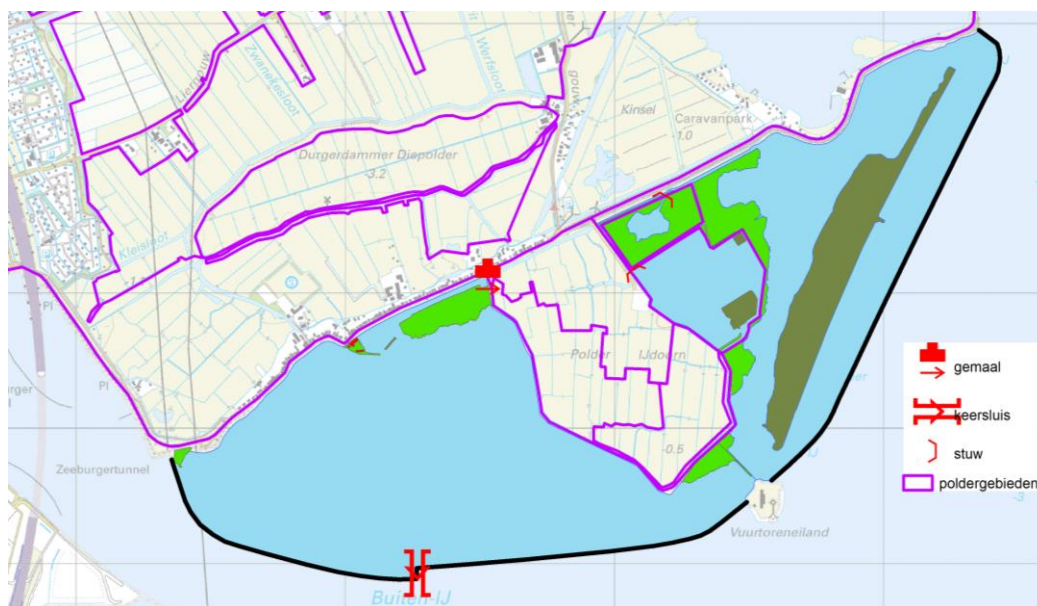
Door afsluiting van het binnenmeer van het IJmeer zal een heel nieuw watersysteem ontstaan dat anders functioneert dan het huidige watersysteem. De huidige toestand vormt een belangrijke uitgangspositie voor de toestand in het (nog te creëren) binnenmeer (of binnenmeren). Daarnaast hebben de volgende processen invloed op de ecologische toestand in het binnenmeer:

- Sedimentatie van slibdeeltjes. Het binnenmeer zal minder onder invloed staan van wind en golfslag. Hierdoor kunnen slibdeeltjes gemakkelijker bezinken en zal het doorzicht toenemen. Dit is gunstig voor de groei van waterplanten, en kunnen waterplanten ook op grotere waterdiepte gaan groeien.
- Toenemende nutriëntenbelasting. De belasting van bronnen als uitlaat uit polder IJdoorn en watervogels komt in de huidige situatie op het hele IJmeer/Markmeer uit, maar komt in de toekomstige situatie uit op het binnenmeer. Hierdoor kan de beschikbaarheid van fosfaat toenemen, waardoor algengroei kan toenemen.
- Een belangrijke, maar onbekende factor is de rol van de waterbodem. Op sommige locaties bestaat de waterbodem voor een groot deel uit slib. Als dit slib veel fosfor bevat, kan de beschikbaarheid van fosfor voor algen sterk toenemen. De exacte samenstelling van de waterbodem is echter niet in beeld. Mogelijk is hier al wel eerder onderzoek naar gedaan (in ieder geval elders in het IJmeer en/of Markermeer).
- Bij de huidige dichtheid aan mosselen wordt geen sterk effect verwacht op de helderheid van het water. Als de dichtheid aan mosselen in het te creëren binnenmeer toeneemt, kunnen mosselen in potentie wel sterk bij gaan dragen aan helder water. Voor een hoge dichtheid aan mosselen is allereerst meer substraat nodig, bijvoorbeeld in de vorm van stenen, schelpmateriaal of zand (in het IJsselmeer zijn mosselen massaal aanwezig op de schone, harde zandbodem).

3 Analyse waterkwaliteit

3.1 Algemeen

Figuur 9 toont de buitenom variant. Om te voorkomen dat in dijk in Durgerdam versterkt dient te worden, wordt op circa 1 kilometer een nieuwe primaire waterkering aangelegd. Hierdoor wordt een van het Markermeer geïsoleerd meer gecreëerd met een wateroppervlak van circa 200 ha.



Figuur 9. Buitenomvariant.

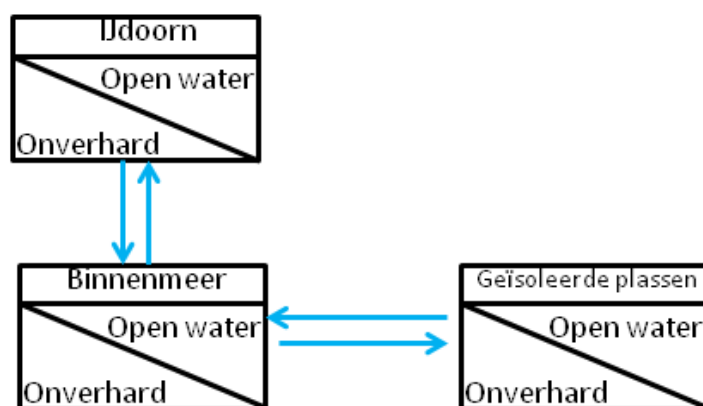
In dit hoofdstuk zijn twee alternatieven voor de buitenomvariant onderzocht. In het eerste alternatief staat het volledige binnenmeer via een keersluis in open verbinding met het Markermeer en het IJmeer. In het tweede alternatief wordt het binnenmeer in twee delen gesplitst. Er ontstaat dan één meer ten westen van polder IJdoorn en één meer ten oosten van de polder IJdoorn. Van beide alternatieven is nagegaan of een helder plantenrijk watersysteem verwacht kan worden. Hiertoe wordt eerst een water- en stoffenbalans van het watersysteem opgesteld.

3.2 Alternatief 1: één binnenmeer

3.2.1 Waterbalans

Schematisering

Voor het opzetten van de waterbalans is het watersysteem geschematiseerd. In figuur 10 is de schematisering weergegeven. De waterbalans bestaat uit drie deelgebieden: het binnenmeer, polder IJdoorn en de geïsoleerde plassen. Voor ieder deelgebied wordt een representatieve oppervlaktewater- en grondwaterstand uitgerekend aan de hand van neerslag, verdamping, wegzijging en de in- en uitlaat vanuit de andere deelgebieden.



Figuur 10. Schematisering watersysteem buitenomvariant.

Neerslag en verdamping

Voor de waterbalans is gebruik gemaakt van de neerslag en de verdamping gemeten op het weerstation Schiphol. Er zijn gegevens gebruikt van de periode 1990 tot en met 2015.

Kwelstroom

De kwelstroom via de bestaande dijken en de aan te leggen oeverdijk is afgeleid uit de resultaten voor de oeverdijk bij Grote Waal en de Hulk - Noord.

Resultaten

Tabel 2 geeft de resultaten van de waterbalans weer voor het binnenmeer. Door de open verbinding vindt er veel uitwisseling plaats tussen het binnenmeer en het Markermeer.

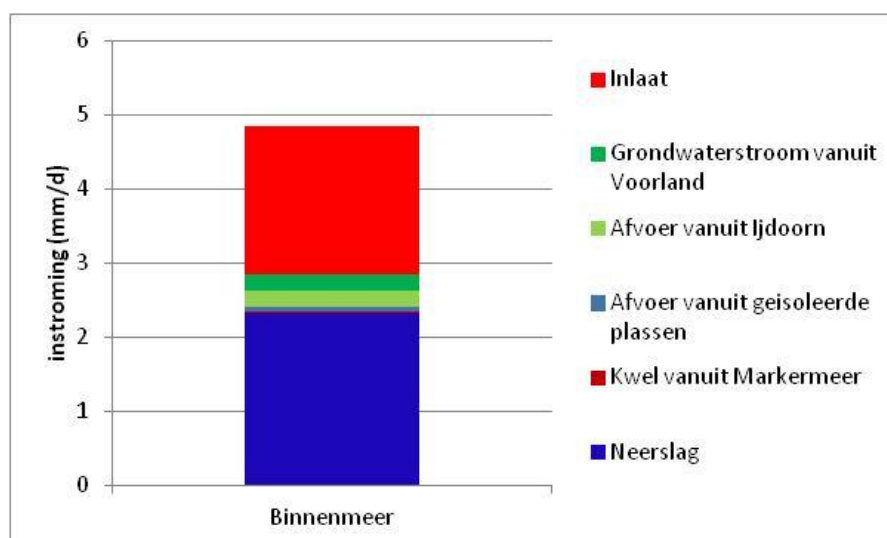
Tabel 2 Resultaten waterbalans voor binnenmeer.

Omschrijving	Eenheid	Omvang
Volume	m ³	3.844.544
Neerslag	m ³ /d	4.273
Verdamping	m ³ /d	3.602
Kwel vanuit Markermeer	m ³ /d	28
Wegzijing naar Markermeer	m ³ /d	0
Grondwaterstroom vanuit voorland	m ³ /d	409
Grondwaterstroom naar voorland	m ³ /d	189
Inlaat vanuit Markermeer	m ³ /d	3.651
Uitlaat naar Markermeer	m ³ /d	4.978
Wegzijing naar polder IJdoorn of achterland Durgerdam	m ³ /d	33
Afvoer vanuit polder IJdoorn	m ³ /d	404
Aanvoer naar polder IJdoorn	m ³ /d	50
Afvoer vanuit geïsoleerde plassen	m ³ /d	98

Aanvoer naar geïsoleerde plassen	m ³ /d	10
Gemiddelde waterstand zomerhalfjaar binnenmeer	m t.o.v. NAP	-0,2
Gemiddelde waterstand winterhalfjaar binnenmeer	m t.o.v. NAP	-0,4
Bodemhoogte binnenmeer	m t.o.v. NAP	-2,4

3.2.2 Externe nutriëntenbelasting door waterstromen en vogels

De grootste ingaande waterstroom betreft neerslag en inlaat vanuit het Markermeer (figuur 11). Daarnaast is er instroom vanuit de voorlanden, polder IJdoorn, geïsoleerde plassen en kwel vanuit het Markermeer. Deze waterstromen voeren nutriënten aan. De nutriëntenbelasting door deze waterstromen wordt bepaald door het debiet en de nutriëntconcentratie. De gehanteerde nutriëntconcentraties voor stikstof (N) en fosfor (P) staan in tabel 3. Voor sommige waterstromen zijn metingen beschikbaar van de N- en P-concentraties; voor de overige waterstromen hebben we een schatting gemaakt. Voor alle waterstromen is een minimale, maximale (conservatieve) en een gemiddelde schatting gegeven van de concentraties.



Figuur 11. Instromend debiet in het Binnenmeer.

Tabel 3 Uitgangspunten geschatte minimale, maximale en gemiddelde concentraties N en P in ingaande waterstromen.

waterstroom	minimale-maximale schatting P (mg/l)	gemiddelde schatting P (mg/l)	minimale-maximale schatting N (mg/l)	gemiddelde schatting N (mg/l)	bron
neerslag	0.0016 ¹ - 0.0124 ²	0.0016	1.54 ²	1.54	Landelijke metingen ^{1,2}
droge depositie	-	0	2.15 (mg N/m ² /d)	2.15	inschatting aan de hand van landelijke totale N-depositie ³
kwel vanuit Markermeer	0.05 - 0.2	0.1	1 - 3	1.5	expert inschatting op basis van de waterkwaliteit in het

					Markermeer plus verrijking door kleilaag
afvoer vanuit geïsoleerde plassen	0.1 - 0.5	0.2	1 - 5	2	expert inschatting (aanneame: redelijk voedselrijk water)
afvoer vanuit IJdoorn	0.2 - 1.0	0.5	2 - 10	5	schatting op basis van metingen bij het uitlaatpunt van de polder (HKNK meetpunt 526001)
grondwaterstroom vanuit Voorlanden	0.2 - 0.5	0.3	3 - 6	4	indicatieve landelijke getallen per grondsoort ⁴
inlaat (vanuit Markermeer)	0.02 - 0.2	0.05	0.75 - 2	1.1	schatting op basis van waterkwaliteitsmetingen door RWS in het IJmeer en Markermeer

¹. Milieu- en Natuurplanbureau 25 april 2007

². RIVM rapport 723101 057, 2001

³. inschatting N-depositie aan de hand van CBS, PBL, Wageningen UR (2015). Vermestende depositie, 1990-2014 (indicator 0189, versie 14, 9 oktober 2015).

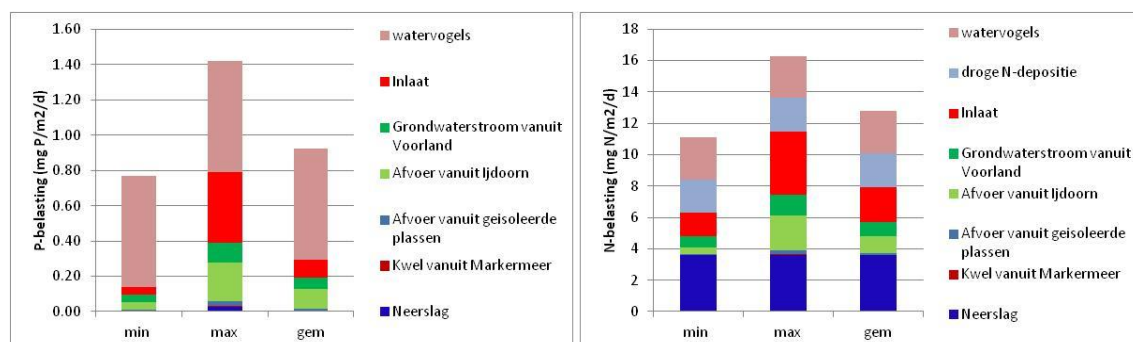
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl.

⁴. Alterra-rapport 1700, 2008.

Ook watervogels vormen een bron van nutriënten. Dit effect is gekwantificeerd. Op basis van bestaande tellingen zijn voor ruim 40 soorten de aantallen geschat per seizoen. Deze aantallen zijn gecorrigeerd door te bepalen welk deel van de belasting extern is (en welk deel intern, en dus niet relevant), en welk deel van de belasting op water komt (en welk deel op land, en dus niet relevant). Met behulp van een bestaand model zijn de gecorrigeerde aantallen omgerekend naar een belasting van N en P (Hahn et al, 2007 & 2008). Voor de belasting door watervogels is geen onderscheid gemaakt tussen een minimale en maximale schatting.

De berekende externe P- en N-belasting staat weergegeven in figuur 12. Hierin zien we dat:

- de P-belasting voor een groot deel veroorzaakt wordt door watervogels. De belangrijkste aanvoer via waterstromen komt door inlaat, afvoer vanuit IJdoorn en door grondwaterstroom vanuit de voorlanden;
- de N-belasting voor een groot deel veroorzaakt wordt door depositie (droog en via neerslag), en daarna door watervogels en inlaat;
- de verhouding N ten opzichte van P bedraagt circa 14. Bij deze verhouding kunnen we aannemen dat P limiterend zal zijn voor de primaire productie in het ecosysteem. Daarom moet de nadruk (in deze analyse, maar bovendien in belastingreducerende maatregelen) op P liggen;
- de totale nutriëntenbelasting is niet laag, maar ook niet echt hoog te noemen. Voor een goed oordeel is een vergelijking met de draagkracht essentieel. De draagkracht is berekend met PCLake.



Figuur 12. Berekende externe P-belasting (links) en N-belasting (rechts) in mg/m²/d op basis van ingaande waterstromen en watervogels

3.2.3 Kritische nutriënten belasting: draagkracht van het binnenmeer

Met het ecologische model PCLake is de kritische nutriëntenbelasting, ofwel de draagkracht, berekend. PCLake is ontwikkeld om alle belangrijke processen in ondiepe meren in één model te vatten. De kracht van dit model is dat het voor specifieke watersystemen de ecologische toestand kan voorspellen: helder (veel waterplanten, helder water en hoge biodiversiteit) of troebel (geen waterplanten maar (blauw)algen, troebel water en lage biodiversiteit).

De draagkracht is voor een groot aantal scenario's berekend. De gehanteerde instellingen voor de parameters staan in tabel 4. Als gevoeligheidsanalyse zijn in totaal 36 scenario's berekend door alle combinaties van uitgangspunten te gebruiken.

Tabel 4 Gehanteerde parameterinstellingen voor alle berekende varianten met PCLake.

Parameter	aantal uitgangspunten	waarde(n)	eenheid	toelichting
ingaaand debiet	1	4.8	mm/d	volgt uit waterbalans (figuur 11)
N/P-verhouding	1	14	g/g	volgt uit externe belasting (figuur 12)
waterdiepte	3	1.2 1.6 2.2	m	de gemiddelde waterdiepte bedraagt ca. 2.2 meter
strijklengte	2	1200 600	m	geschatte maximale en gemiddelde strijklengte
bodemtype	3	klei veen zand	-	bodemtype niet exact duidelijk, vermoedelijk komt zowel klei als zand voor, maar is ook veel slib aanwezig. Het bodemtype veen geeft bij benadering een beeld van de sliblaag.
fractie moeras	1	0	-	er wordt geen moeras ontwikkeld
initiële toestand	2	helder troebel	-	de huidige toestand is niet exact bekend; vermoedelijk is de initiële toestand een tussenvorm tussen helder en troebel

De berekende draagkracht voor het binnenwater per scenario staat in tabel 5. De draagkracht wordt beïnvloed door:

- de initiële toestand: vanuit een heldere begintoestand is de draagkracht altijd hoger dan vanuit een troebele toestand;
- de waterdiepte: hoe ondieper, des te hoger de draagkracht (binnen de range tussen 1.2 en 2.2 meter);
- de waterbodem: het binnenmeer heeft de hoogste draagkracht bij een zandbodem, gevolgd door klei en als laatste veen. De aanwezigheid van een sliblaag op de bodem (dit lijkt op veen), is dus ongunstig voor de draagkracht;
- de strijklengte: een kleinere strijklengte geeft een hogere draagkracht.

Tabel 5 Berekende kritische belasting per scenario geconfronteerd aan de externe belasting. Rode cellen: draagkracht wordt overschreden.

bodem-type	water-diepte (m)	N/P-ratio (g/g)	strijk-lengte (m)	ingaaud debiet (mm/d)	P-belasting gemiddeld (mg P/m ² /d)	draagkracht (mg P/m ² /d): troebele begin-toestand	draagkracht (mg P/m ² /d): heldere begin-toestand
zand	1.2	14	600	4.8	0.9	0.75	3.51
zand	1.2	14	1200	4.8	0.9	0.53	2.78
klei	1.2	14	600	4.8	0.9	0.44	2.96
klei	1.2	14	1200	4.8	0.9	0.30	2.03
veen	1.2	14	600	4.8	0.9	0.29	1.62
veen	1.2	14	1200	4.8	0.9	0.19	0.87
zand	1.6	14	600	4.8	0.9	0.47	2.25
zand	1.6	14	1200	4.8	0.9	0.37	1.61
klei	1.6	14	600	4.8	0.9	0.25	1.73
klei	1.6	14	1200	4.8	0.9	0.17	1.13
veen	1.6	14	600	4.8	0.9	0.17	0.82
veen	1.6	14	1200	4.8	0.9	0.11	0.44
zand	2.2	14	600	4.8	0.9	0.35	1.44
zand	2.2	14	1200	4.8	0.9	0.28	1.03
klei	2.2	14	600	4.8	0.9	0.18	1.15
klei	2.2	14	1200	4.8	0.9	0.11	0.77
veen	2.2	14	600	4.8	0.9	0.12	0.55
veen	2.2	14	1200	4.8	0.9	0.07	0.31

3.2.4 Confrontatie tussen externe belasting en draagkracht

De laatste 2 kolommen in tabel 6 tonen de draagkracht vanuit een troebele en vanuit een heldere begintoestand (in mg P/m²/d): bij een roodgekleurde cel wordt de draagkracht overschreden door de externe P-belasting. De resultaten laten zien dat als de begintoestand troebel is, de draagkracht wordt overschreden (ongeacht bodemtype, strijklengte of waterdiepte). Vanuit een heldere

begintoestand daarentegen wordt de draagkracht in de meeste scenario's niet overschreden. Bij een grote waterdiepte, veen- of kleibodem (of een sliblaag) en een grote strijklengte wordt echter ook vanuit een heldere begintoestand de draagkracht overschreden.

Deze uitkomsten wijzen op een risico voor de waterkwaliteit: vanuit een troebele begintoestand zal het binnenmeer niet spontaan omslaan naar een heldere toestand met een goede waterkwaliteit. Vanuit een heldere begintoestand mag verwacht worden dat de waterkwaliteit goed blijft, mits in het ontwerp rekening wordt gehouden met de draagkracht van het watersysteem (dus geen slibbodem in combinatie met een grote waterdiepte en grote strijklente).

Begintoestand van het binnenmeer: troebel of helder?

De begintoestand van het binnenmeer wordt bepaald door de huidige toestand (van het IJmeer) en door de bodemgesteldheid. Het IJmeer is (net als het Markermeer) troebel, maar voedselarm. Ook is er geen grote biomassa bodemwoelende vis aanwezig, en lokaal groeien in de oeverzone waterplanten. Uit een uitgevoerd onderzoek naar mosselen blijkt dat de bodem van het binnenmeer voor een groot deel uit slib bestaat (ATKB, Bemonstering Dreissena's "Buitenom variant", conceptrapport 1 september 2016).

In PCLake wordt de troebele begintoestand gekenmerkt door zeer voedselrijke omstandigheden met veel bodemwoelende vis. Het is aannemelijk dat de begintoestand van het binnenmeer (veel) minder voedselrijk is dan de troebele begintoestand in PCLake, maar vermoedelijk ook weer niet zo voedselarm als de heldere initiële toestand volgens PCLake.

3.2.5 Advies voor mogelijke aanpassingen van het ontwerp

Op basis van de uitgevoerde berekeningen voor de huidige inrichting (met een relatief grote waterdiepte, een sliblaag op de bodem en vrij grote strijklengte) blijkt dat het risico op waterkwaliteitsproblemen groot is.

Dit risico kan beperkt worden; enerzijds door de externe nutriëntenbelasting te verlagen, anderzijds door de draagkracht te vergroten.

De P-belasting kan verlaagd worden door:

- de inlaat vanuit het Markermeer te reduceren (bijvoorbeeld door geen open verbinding te maken, maar een sluis te gebruiken);
- de afvoer uit polder IJdoorn af te koppelen (en dan bij voorkeur af te voeren op het Markermeer);
- een groot deel van de P-belasting wordt veroorzaakt door watervogels, en dan vooral door de aalscholver, kokmeeuw en zilvermeeuw. Er is winst te behalen als deze soorten niet rusten in het watersysteem zelf (maar bijvoorbeeld op een hydrologisch geïsoleerde locatie). Overigens zal de externe nutriëntenbelasting door watervogels vermoedelijk afnemen als er waterplanten in het binnenmeer gaan groeien).

De draagkracht kan op verschillende manieren verhoogd worden:

- Een cruciale maatregel is het reduceren van de waterdiepte. Dit kan gedaan worden door een deel van het binnenwater aan te wijzen als 'waterplantenzone'. In deze zone wordt op de huidige waterbodem een zandlaag aangebracht zodat de waterdiepte afneemt tot maximaal ca. 1,5 meter. Met deze maatregel wordt tevens de slibproblematiek verholpen. Als de waterplantenzone voldoende groot is (ca. tweederde deel van het totale

wateroppervlak), houden de waterplanten de waterkwaliteit in het hele binnenmeer op orde.

- Bovenstaande maatregel kan nog worden uitgevoerd in combinatie met maatregelen die gericht zijn op een reductie van de strijklengte. Dit kan door aanleg van dammen (boven of net onderwater) loodrecht op de dominante windrichting.

We bevelen aan om het ontwerp op basis van bovenstaande "bouwstenen" aan te passen, met als doel het risico op waterkwaliteitsproblemen in het toekomstige watersysteem te verkleinen.

Mogelijk kansrijke maatregelen die meer onderzoek vereisen

In aanvulling op bovenstaande maatregelen zijn er nog andere maatregelen te bedenken, waarvan de effectiviteit echter niet bij voorbaat vaststaat. Dit betreft:

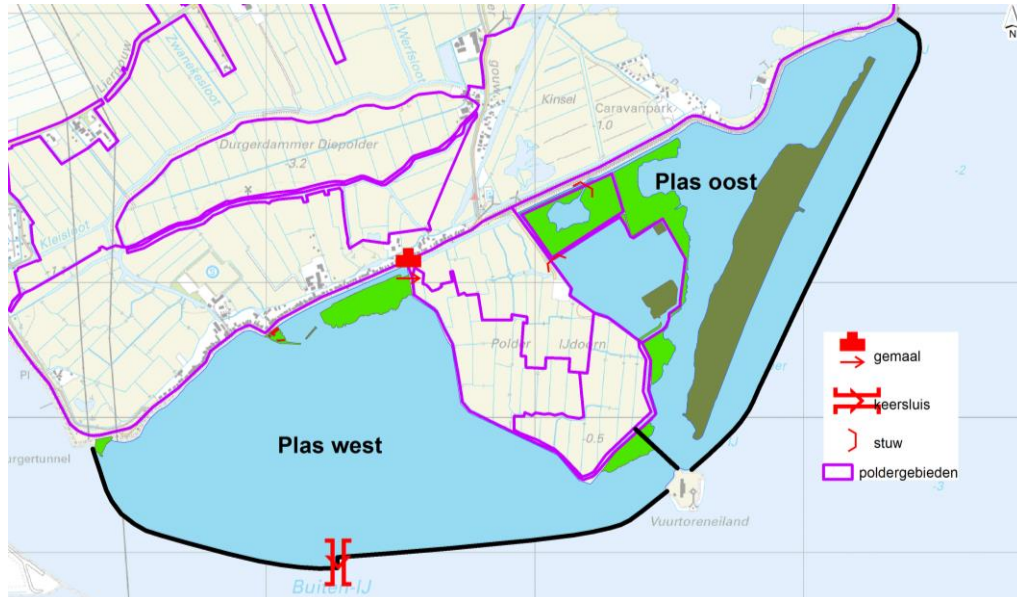
- doorspoelen: Met doorspoelen neemt de draagkracht van het binnenmeer toe, maar neemt ook altijd de externe P-belasting toe. Of doorspoelen een denkbare maatregel is, en wat het effect van doorspoelen is, zou verder uitgezocht moeten worden. Op voorhand verwachten wij geen substantieel positief effect van deze maatregel;
- in de analyse is tot nu toe geen rekening gehouden met ruimtelijke verschillen: het hele binnenmeer is beschouwd als één bak water. Een ruimtelijke opsplitsing ligt echter voor de hand: namelijk het binnenmeer ten zuidwesten van polder IJdoorn (groot open water met weinig omliggend land) en het binnenwater aan de andere kant van polder IJdoorn (met relatief veel land ten opzichte van water). Het kan gunstig zijn om beide wateren te scheiden, omdat zowel de belasting als de draagkracht kan verschillen. Daarnaast zou overwogen kunnen worden om beide watersystemen te scheiden qua functie: het westelijk deel gericht op recreatie zoals pleziervaart en het oostelijk deel gericht op natuur. De maatregelen ten gunste van de waterkwaliteit kunnen dan worden afgewogen aan de hand van deze functies.

Om tot een optimale inrichting van het watersysteem te komen, bevelen we aan om de twee bovenstaande maatregelen verder te onderzoeken.

3.3 Alternatief 2: twee binnenmeren

3.3.1 Algemeen

In voorgaande analyses is uitgegaan van één groot aaneengesloten binnenmeer met een totaal wateroppervlak van ruim 180 ha. Op basis van de waterkwaliteitsanalyse is in de voorgaande paragraaf het advies gegeven om de berekeningen opnieuw uit te voeren voor een situatie waarin met een gescheiden watersysteem: een oostelijke en een westelijke plas (zie figuur 13). Zoals blijkt uit de beschrijving van de huidige toestand (hoofdstuk 2) verschillen beide plassen in bijvoorbeeld diepte en bodemtype. De beide plassen zullen bovendien verschillen in hydrologische werking, maar ook wat betreft de externe nutriëntenbelasting en de draagkracht van het ecosysteem. Een opdeling van het watersysteem kan kansen creëren die passen bij de functie van de plas. In dit hoofdstuk staan de resultaten van de hydrologische analyse, en van de ecologische analyse van beide gescheiden plassen.



Figuur 13. Overzichtskartaal variant Buitenom met plas oost en plas west

3.3.2 Waterbalans

Bij het opstellen van de waterbalansen is uitgegaan van het volgende peilbeheer:

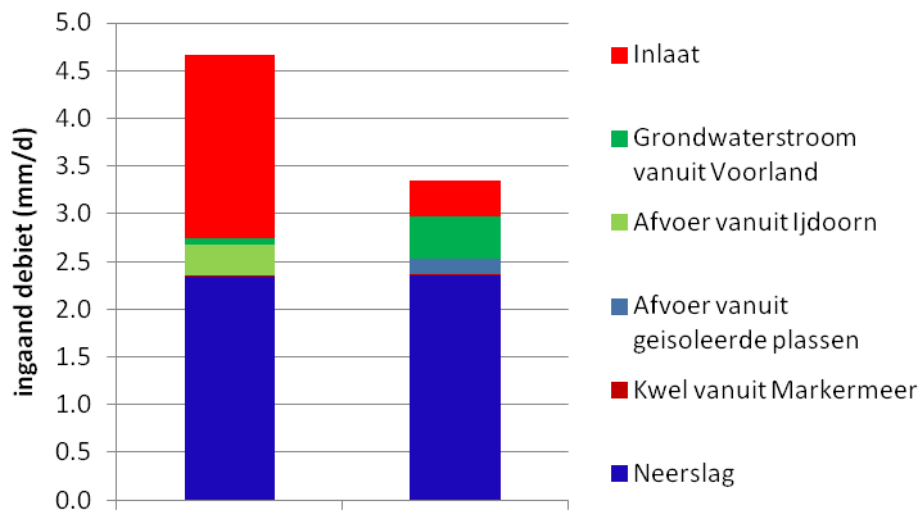
- plas west: zelfde peilbeheer als Markermeer (zomer NAP -0,2 m en winter -0,4 m);
- plas oost: flexibel peil (minimaal NAP -0,4 m en maximaal NAP -0,2 m).

Het totale ingaande debiet in plas west is ruim 5700 m³ per dag (ofwel 4,7 mm/d) en de verblijftijd bedraagt circa 450 dagen. De belangrijkste ingaande waterstromen zijn neerslag en inlaat vanuit het Markermeer (figuur 14). De oostelijke plas komt meer geïsoleerd te liggen: het totale ingaande debiet is ruim 2000 m³ per dag (ofwel 3,3 mm/d) en de verblijftijd bedraagt circa 630 dagen. De belangrijkste ingaande waterstroom is neerslag (figuur 14). Tabel 6 toont alle resultaten van de beide waterbalansen.

Tabel 6 Resultaten waterbalans voor gescheiden binnenmeer (plas oost en plas west).

Omschrijving	Eenheid	Plas west	Plas oost
Wateroppervlak	ha	122,2	60,4
Volume	m ³	2.568.005	1.294.571
Neerslag	m ³ /d	2.855	1.419
Verdamping	m ³ /d	2.406	1.196
Kwel vanuit Markermeer	m ³ /d	15	11
Wegzijing naar Markermeer	m ³ /d	0	0
Grondwaterstroom vanuit voorland	m ³ /d	70	264
Grondwaterstroom naar voorland	m ³ /d	33	81
Inlaat vanuit Markermeer	m ³ /d	2.360	226
Uitlaat naar Markermeer	m ³ /d	3.197	714

Wegzijing naar polder IJdoorn of achterland Durgerdam	m ³ /d	16	17
Afvoer vanuit polder IJdoorn	m ³ /d	404	0
Aanvoer naar polder IJdoorn	m ³ /d	50	0
Afvoer vanuit geïsoleerde plassen	m ³ /d	0	98
Aanvoer naar geïsoleerde plassen	m ³ /d	0	10
Gemiddelde waterstand zomerhalfjaar binnenmeer	m t.o.v. NAP	-0,2	-0,3
Gemiddelde waterstand winterhalfjaar binnenmeer	m t.o.v. NAP	-0,4	-0,2
Bodemhoogte binnenmeer	m t.o.v. NAP	-2,4	-2,2

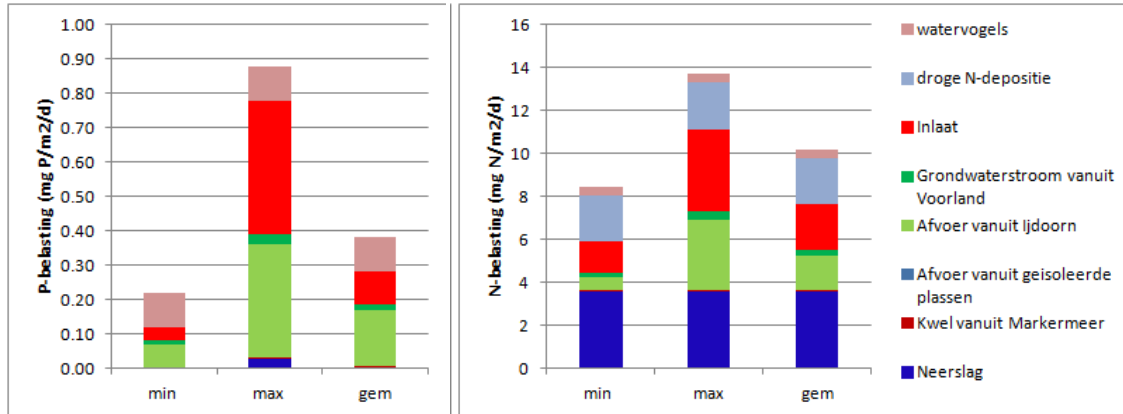


Figuur 14. Ingaande debieten (mm/d) in plas west (links) en plas oost (rechts)

3.3.3 Externe nutriëntenbelasting

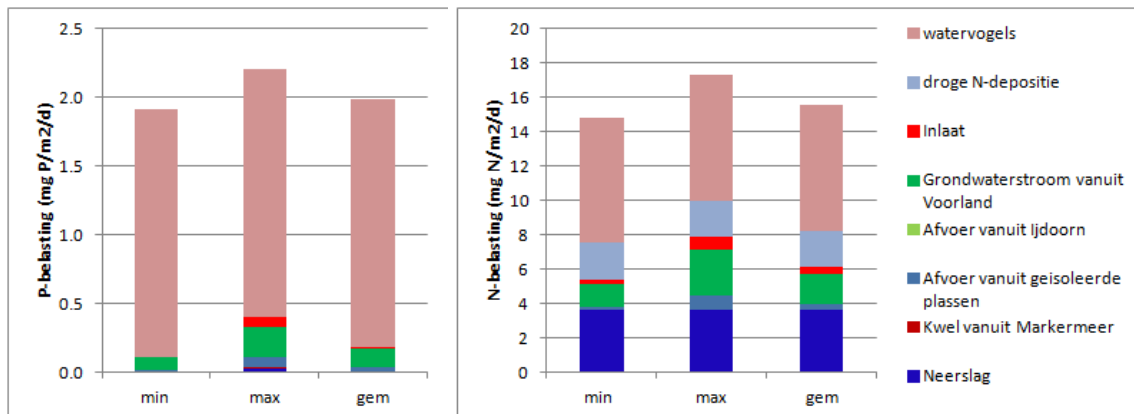
Op basis van de ingaande waterstromen is voor plas oost en west apart de externe nutriëntenbelasting berekend. Hierbij is dezelfde methode aangehouden als in de voorgaande paragraaf; de gehanteerde nutriëntconcentraties per waterstroom zijn overgenomen uit tabel 5. Ook is voor beide gebieden de nutriëntenbelasting door watervogels bepaald. Hiervoor zijn de geschatte vogelaantallen van het binnenmeer opgesplitst voor beide deelsystemen (zie annex 1 voor de geschatte aantallen hiervan).

In plas west wordt de externe fosforbelasting geschat tussen 0,2 à 0,9 mg P/m²/d, met gemiddeld op 0,4 mg P/m²/d (zie figuur 15). Dit is geen hoge externe belasting. De belangrijkste bronnen zijn afvoer vanuit polder IJdoorn, inlaat vanuit het Markermeer en watervogels. De geschatte stikstofbelasting bedraagt 8 à 14 mg P/m²/d (met gemiddeld 10). De stikstofbelasting wordt veroorzaakt diverse bronnen (zie figuur 15). De N/P-verhouding van de belasting bedraagt 27 (in het gemiddelde scenario). Dit suggereert dat fosfor limiterend is.



Figuur 15. Berekende externe P-belasting (links) en N-belasting (rechts) in mg/m²/d op basis van alle ingaande waterstromen en watervogels voor plas west

In plas oost is de externe belasting fors hoger dan in plas west. De P-belasting ligt rond de 2 mg P/m²/d en wordt grotendeels veroorzaakt door watervogels en daarnaast door uit- en afspoeling uit het eiland en voorlanden (figuur 16). De N-belasting ligt rond de 16 mg P/m²/d en wordt ook grotendeels veroorzaakt door watervogels, en daarnaast vooral door droge depositie en neerslag.



Figuur 16. Berekende externe P-belasting (links) en N-belasting (rechts) in mg/m²/d op basis van alle ingaande waterstromen en watervogels voor plas oost

Verschil tussen plas oost en plas west

De geschatte externe nutriëntenbelasting is in plas oost veel hoger dan in plas west. Dit komt doordat in de oostelijke plas in potentie veel meer watervogels aanwezig zijn. Vanwege de geïsoleerde ligging van plas oost zijn er weinig andere bronnen. In de westelijke plas veroorzaakt juist het instromende water het leeuwendeel van de belasting (afvoer vanuit polder IJdoorn en inlaat uit het Markermeer). In de volgende paragraaf wordt de draagkracht van beide plassen vergeleken.

3.3.4 Kritische nutriëntenbelasting: draagkracht van het ecosysteem

Conform de methode uit de voorgaande paragraaf is voor beide plassen de kritische nutriëntenbelasting, ofwel de draagkracht, berekend. Voor sommige parameters zijn diverse varianten doorgerekend, alle gehanteerde parameterinstellingen staan in Tabel 7.

Tabel 7 Gehanteerde parameterinstellingen voor alle berekende varianten met PCLake.

Parameter	eenheid	variant- nummer	plas west	plas oost	toelichting per variant
ingaaand debiet	mm/d	1	4.7	3.3	volgt uit waterbalans (figuur 14)
N/P-verhouding	g/g	1	27	8	volgt uit externe belasting (figuur 15 en 16)
gemiddelde waterdiepte zomer / winter	m	1 2 3	2.2 / 2	1.8 / 2 1.3 / 1.5 0.8 / 1	1: gemiddelde diepte volgens de dieptekaart (figuur 6) 2 en 3: lokaal geringere waterdiepte (plas oost)
strijklengte	m	1 2	1200 600	1000 400	1: geschatte maximale strijklengte 2: geschatte gemiddelde strijklengte
bodemtype	-	1	klei	klei	Het standaard bodemtype klei in PCLake is het meest passend bij de bodem van het IJmeer (qua dichtheid en percentage organisch materiaal zit dit in tussen zand en veen)
initiële toestand	-	1 2	helder troebel	helder troebel	In het model zijn twee initiële toestanden gedefinieerd: helder (voedselarm) en troebel (voedselrijk). De begintoeestand van het binnenmeer zal tussen beide toestanden in liggen.

Draagkracht plas west

Plas west is een vrij uniforme plas wat betreft waterdiepte, strijklengte en bodemtype (dit volgt uit de beschrijving van de huidige toestand in hoofdstuk 2). Daarom zijn slechts enkele verschillende uitgangspunten doorgerekend. Vanuit een troebele toestand is de draagkracht erg laag, en wordt deze overschreden door de externe belasting (zelfs als de externe belasting uitvalt volgens de minimale schatting uit figuur 16). Onder deze omstandigheden kunnen (blauw)algen dominant worden. Vanuit een heldere toestand is de draagkracht hoger, en ligt deze boven de externe nutriëntenbelasting (Tabel 8). De draagkracht is aanzienlijk groter naarmate de strijklengte beperkt wordt.

Tabel 8 Berekende kritische belasting voor plas west geconfronteerd aan de externe belasting. Rode cellen: draagkracht wordt overschreden.

bodem- type	zomergemid- delde waterdiepte (m)	N/P-ratio (g/g)	strijk- lengte (m)	ingaaand debiet (mm/d)	P- belasting gemiddel- d (mg P/m ² /d)	draagkracht (mg P/m ² /d): troebele begin- toestand	draagkracht (mg P/m ² /d): heldere begin- toestand
klei	2.20	27	600	4.7	0.38	0.09	0.90
klei	2.20	27	1200	4.7	0.38	0.06	0.56

Draagkracht plas oost

De oostelijke plas is wat minder uniform. Sommige delen zijn slechts 0,5 à 1 meter diep, andere delen zijn 1,5 à 2 meter en op de meeste van deze plekken ligt weinig slib. Enkele delen zijn dieper dan 2 meter en hebben een slibbodem. Daarom is de draagkracht berekend voor drie verschillende waterdiepten. Vanuit een troebele toestand wordt de draagkracht altijd overschreden, ongeacht de

waterdiepte of strijklengte (tabel 10). Vanuit een heldere toestand wordt de draagkracht alleen overschreden bij een grote strijklengte in combinatie met een zomergemiddelde waterdiepte van 1,3 of 1,8 meter.

Tabel 9 Berekende kritische belasting voor plas oost geconfronteerd aan de externe belasting. Rode cellen: draagkracht wordt overschreden.

bodemtype	zomergemiddelde waterdiepte (m)	N/P-ratio (g/g)	strijklengte (m)	ingaaand debiet (mm/d)	P-belasting gemiddeld (mg P/m ² /d)	draagkracht (mg P/m ² /d): troebele begin-toestand	draagkracht (mg P/m ² /d): heldere begin-toestand
klei	0.8	8	400	3.3	1.99	1.46	6.93
klei	0.8	8	1000	3.3	1.99	0.90	4.78
klei	1.3	8	400	3.3	1.99	0.64	3.22
klei	1.3	8	1000	3.3	1.99	0.39	1.96
klei	1.8	8	400	3.3	1.99	0.41	2.00
klei	1.8	8	1000	3.3	1.99	0.24	1.22

3.3.5 Conclusies en advies

Wanneer het binnenmeer wordt opgeknipt in een westelijke en oostelijke plas, ontstaan twee verschillend functionerende watersystemen.

Plas oost

Plas oost kent een hoge externe nutriëntenbelasting, wat zal leiden tot een hoge productiviteit. De condities zijn dusdanig dat dit tot uiting kan komen in een hoge biomassa waterplanten, maar ook een situatie met algenbloei is mogelijk. Om de risico's op algenbloei te verminderen, is het allereerst van belang om de externe belasting te reduceren. Dit kan alleen substantieel gebeuren als de aanvoer van nutriënten door watervogels afneemt. De meeste aanvoer wordt veroorzaakt door de aalscholver, kokmeeuw en zilvermeeuw. In het ontwerp kan hier op geanticipeerd worden door het gebied minder aantrekkelijk te maken voor deze soorten.

Naast een reductie van de externe belasting, kan de draagkracht worden vergroot door:

- Binnendijks water (braken en dieën) als refugia.
- de strijklengte waar mogelijk te verminderen (dit is vooral relevant langs de oostzijde van het eiland, hier kunnen bijvoorbeeld enkele golfbrekkende constructies worden gerealiseerd);
- het waterpeil in de zomer tot minimumpeil te laten uitzakken;
- de diepe, slibrijke delen af te dekken met zand.

Plas west

Plas west heeft in absolute zin geen hoge belasting en hier wordt geen hoge productiviteit verwacht. Theoretisch is zowel een heldere als een troebele toestand mogelijk. Om de risico's op algenbloei te beperken, zijn de volgende aanpassingen denkbaar:

- reductie van de externe belasting door de afvoer van polder IJdoorn af te koppelen;
- verhoging van de draagkracht door de windinvloed te beperken;

- ook andere maatregelen zoals verondieping, afdekken met zand en een natuurlijk peil zullen bijdragen aan een hogere draagkracht.

3.3.6 Onzekerheden

De belangrijkste onzekerheid in deze analyse schuilt in de initiële toestand van het binnenmeer. In de huidige situatie groeien lokaal waterplanten en is de beschikbaarheid aan fosfaat zeer laag. De samenstelling van de waterbodem is echter niet in detail bekend. Hierdoor is het nu niet mogelijk om de daadwerkelijke initiële toestand van het binnenmeer goed in het PCLake-model over te nemen. De nu gebruikte troebele en heldere begintoestand zijn twee uitersten. Gezien de voedselarme toestand van het Markermeer is mijn gevoel dat de heldere begintoestand in PCLake het dichtste bij de werkelijkheid ligt.

Ondanks deze onzekerheid geven de twee uitersten situaties (troebele of heldere begintoestand) belangrijk inzicht in te nemen maatregelen om de draagkracht te vergroten (wat altijd gunstig is voor de ecologie en waterkwaliteit). Voor een analyse in meer detail zou in de eerste plaats beter inzicht nodig zijn in de exacte bodemsamenstelling (en dan met name het nutriëntengehalte).

4 Doorvertaling resultaten naar variantennota

4.1 Algemeen

In de variantennota worden de volgende varianten in beschouwing genomen:

- Combinatievariant 1, van west naar oost, golfbreker, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant
- Combinatievariant 2, van west naar oost, buitenwaartse berm, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant
- Combinatievariant 3, van west naar oost, buitenwaartse berm, kameel, buitenwaartse berm, dakje, vierkant
- Variant buitenom
- Variant maximaal buitenom

In deze rapportage is alleen de waterkwaliteit voor de buitenomvariant beschouwd. Alleen voor deze variant dient in dit stadium van het ontwerp extra aandacht aan de waterkwaliteit besteed te worden vanwege het creëren van een binnenmeer. In dit hoofdstuk zijn de analyseresultaten voor deze variant doorvertaald naar de andere varianten.

4.2 Combinatievariant 1, van west naar oost, golfbreker, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant

Onderstaand figuur toont de combinatievariant 1, van west naar oost, golfbreker, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant. In deze variant wordt bij westeind en bij oosteind voor de bestaande dijk een golfbreker aangelegd. Bij polder IJdoorn wordt de bestaande dijk met een traditionele methode versterkt.



Figuur 17. Overzicht Combinatievariant 1, van west naar oost, golfbreker, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant

Waar de bestaande dijk met een traditionele methode versterkt wordt, is het van belang dat de watergangenstructuur in stand gehouden wordt. Eventuele effecten op de waterkwaliteit worden niet verwacht.

Waar een golfbreker voor de bestaande dijk gelegd wordt, zal een klein binnenmeertje ontstaan. Dit meertje heeft echter maar een beperkte omvang en zal in open verbinding met de rest van het IJmeer staan. Hierdoor zal de uitwisseling met het IJmeer groot zijn en zullen de waterkwaliteitsverschillen met de rest van het IJmeer minimaal zijn. Deze binnenmeertjes zijn daardoor niet vergelijkbaar met de binnenmeren geanalyseerd in het voorgaande hoofdstuk.

Bij de geplande ligging van de golfbrekers is sprake van relatief veel waterplanten. Door de aanleg van de golfbrekers zal achter de golfbrekers luwte ontstaan. In deze luwte is minder invloed van de golven waardoor de groei van waterplanten minder wordt beperkt. Het is daarom te verwachten dat door de aanleg van de golfbrekers het areaal waterplanten achter de golfbreker zal toenemen.

Ten aanzien van de waterkwaliteit is er bij de aanleg van de golfbreker bij oosteind één aandachtspunt. Doordat de golfbreker direct verbonden wordt met de zomerdijk rondom polder IJdoorn staat het water achter de golfbreker alleen aan één zijde in direct verbinding met het IJmeer. Mogelijk vindt daardoor te weinig doorstroming plaats achter deze golfbreker. Daar het de verwachting is dat het nabijgelegen rietmoeras zich relatief snel richting de golfbreker gaat uitbreiden worden er niet direct waterkwaliteitsproblemen achter de golfbreker verwacht. Om het risico uit te sluiten kan een duiker in de golfbreker aangebracht moeten worden. Hierdoor neemt de doorstroming achter deze golfbreker toe.

4.3 Combinatievariant 2, van west naar oost, buitenwaartse berm, golfbreker, buitenwaartse berm, dakje, vierkant

In deze combinatievariant wordt de dijk grotendeels met traditionele methodes versterkt. Alleen bij oosteind wordt voor de bestaande kering een golfbreker aangelegd. Waar de dijk met een traditionele methode versterkt wordt, zijn er geen effecten op de waterkwaliteit. De gevolgen van de golfbreker bij oosteind is bij combinatievariant 1 nader beschouwd.

4.4 Combinatievariant 3, van west naar oost, buitenwaartse berm, kameel, buitenwaartse berm, dakje, vierkant

In deze combinatievariant wordt de dijk met traditionele methodes versterkt. Hier worden geen effecten op de waterkwaliteit verwacht.

4.5 Variant maximaal buitenom

In de variant maximaal buitenom komt het binnenmeer in directe verbinding te staan met het IJ. Het meer zal via een schutsluis in verbinding komen te staan met het IJmeer en het Markermeer. Doordat getwijfeld wordt of deze variant voor kan zorgen dat de dijkversterking in Durgerdam achterwege kan blijven, komt deze variant te vervallen. De gevolgen van deze variant voor de waterkwaliteit zijn daarom niet nader onderzocht.

Annex 1. Schatting vogelaantallen binnenmeer

soort	aantal vogels per dag (gemiddeld)			bron
	winter (okt-feb)	voorjaar (mrt-apr)	zomer (mei-sept)	
Aalscholver	165	145	620	Natuurtoets*
Blauwe reiger	4	4	8	NDFF
Grote mantelmeeuw	35	10	18	NDFF
Zilvermeeuw	800	15	25	NDFF
Drieteenmeeuw	0	0	0	NDFF
Geelpootmeeuw	0	0	0	NDFF
Pontische meeuw	0	0	0	NDFF
Kleine mantelmeeuw	0	10	30	NDFF
Grote stern	0	0	0	NDFF
Visdief	3	150	60	NDFF
Stormmeeuw	15	3	3	NDFF
Noordse stern	0	0	0	NDFF
Kokmeeuw	40	800	1500	NDFF
Zwartkopmeeuw	0	40	20	NDFF
Knobbelzwaan	9	5	38	NDFF
Canadese gans	1	1	15	NDFF
Wilde zwaan	2	0	0	NDFF
Kleine zwaan	6	0	0	NDFF
Zwaangans	0	0	0	NDFF
Soepgans	0	1	0	NDFF
Grauwe gans	840	70	720	Natuurtoets
Taigarietgans	0	0	0	NDFF
Sneeuwgans	0	0	0	NDFF
Dwergmeeuw	0	0	0	Natuurtoets
Indische gans	6	3	1	NDFF
Toendrarietgans	11	0	0	NDFF
Kleine rietgans	0	0	0	NDFF
Kolgans	2000	30	0	NDFF
Nijlgans	4	14	13	NDFF
Brandgans	70	270	110	Natuurtoets
Dwerggans	0	0	0	NDFF
Zwarte zwaan	0	0	0	NDFF
Smient	2200	100	100	NDFF
Soepeend	0	0	2	NDFF

Wilde eend	60	10	40	NDFF
Meerkoet	300	75	800	Natuurtoets
Witbuikrotgans	0	0	0	NDFF
Rotgans	0	0	0	NDFF
Pijlstaart	12	9	3	NDFF
Krakeend	50	10	340	Natuurtoets
Wintertaling	600	20	60	NDFF

*Natuurtoets MMD 09-06-2016

soort	aantal vogels per dag in deelgebied west (gemiddeld)			bron
	winter (okt-feb)	voorjaar (mrt-apr)	zomer (mei-sept)	
Aalscholver	0	0	90	Natuurtoets*
Blauwe reiger	0	0	1	NDFF
Grote mantelmeeuw	0	0	1	NDFF
Zilvermeeuw	1	1	2	NDFF
Drieteenmeeuw	0	0	0	NDFF
Geelpootmeeuw	0	0	0	NDFF
Pontische meeuw	0	0	0	NDFF
Kleine mantelmeeuw	0	0	1	NDFF
Grote stern	0	0	0	NDFF
Visdief	0	2	12	NDFF
Stormmeeuw	0	25	1	NDFF
Noordse stern	0	0	0	NDFF
Kokmeeuw	1	300	75	NDFF
Zwartkopmeeuw	0	7	1	NDFF
Knobbelzwaan	3	0	1	NDFF
Canadese gans	0	0	12	NDFF
Wilde zwaan	0	0	0	NDFF
Kleine zwaan	0	0	0	NDFF
Zwaangans	0	0	0	NDFF
Soepgans	0	1	0	NDFF
Grauwe gans	0	0	0	Natuurtoets
Taigarietgans	0	0	0	NDFF
Sneeuwgans	0	0	0	NDFF
Dwergmeeuw	0	0	0	Natuurtoets
Indische gans	0	0	2	NDFF
Toendrarietgans	2	0	0	NDFF
Kleine rietgans	0	0	0	NDFF
Kolgans	500	15	0	NDFF

Pagina

32 van 36

Printdatum

03-11-2016

Documentnummer

AMMD-000867 (17.117578)

Nijlgans	2	0	1	NDFF
Brandgans	0	0	0	Natuurtoets
Dwerggans	0	0	0	NDFF
Zwarte zwaan	0	0	0	NDFF
Smient	10	0	0	NDFF
Soepeend	0	0	0	NDFF
Wilde eend	30	3	1	NDFF
Meerkoet	0	0	0	Natuurtoets
Witbuikrotgans	0	0	0	NDFF
Rotgans	0	0	0	NDFF
Pijlstaart	0	0	0	NDFF
Krakeend	0	0	0	Natuurtoets
Wintertaling	10	2	25	NDFF
aantal vogels per dag in deelgebied oost (gemiddeld)				
soort	winter (okt-feb)	voorjaar (mrt-apr)	zomer (mei-sept)	bron
Aalscholver	220	110	600	Natuurtoets*
Blauwe reiger	4	4	7	NDFF
Grote mantelmeeuw	35	10	17	NDFF
Zilvermeeuw	799	14	24	NDFF
Drieteenmeeuw	0	0	0	NDFF
Geelpootmeeuw	0	0	0	NDFF
Pontische meeuw	0	0	0	NDFF
Kleine mantelmeeuw	0	9	29	NDFF
Grote stern	0	0	0	NDFF
Visdief	3	148	42	NDFF
Stormmeeuw	15	3	3	NDFF
Noordse stern	0	0	0	NDFF
Kokmeeuw	39	500	1425	NDFF
Zwartkopmeeuw	0	33	19	NDFF
Knobbelzwaan	6	5	37	NDFF
Canadese gans	0	0	8	NDFF
Wilde zwaan	2	0	0	NDFF
Kleine zwaan	6	0	0	NDFF
Zwaangans	0	0	0	NDFF
Soepgans	0	1	0	NDFF
Grauwe gans	800	75	725	Natuurtoets
Taigarietgans	0	0	0	NDFF
Sneuwgans	0	0	0	NDFF
Dwergmeeuw	0	0	0	Natuurtoets

Indische gans	6	3	1	NDFF
Toendrarietgans	9	0	0	NDFF
Kleine rietgans	0	0	0	NDFF
Kolgans	1000	15	0	NDFF
Nijlgans	2	14	11	NDFF
Brandgans	40	300	110	Natuurtoets
Dwerggans	0	0	0	NDFF
Zwarte zwaan	0	0	0	NDFF
Smient	2190	100	100	NDFF
Soepeend	0	0	0	NDFF
Wilde eend	30	10	39	NDFF
Meerkoet	900	20	350	Natuurtoets
Witbuikrotgans	0	0	0	NDFF
Rotgans	0	0	0	NDFF
Pijlstaart	12	9	3	NDFF
Krakeend	100	5	290	Natuurtoets
Wintertaling	590	18	45	NDFF

Annex 2. Grafieken waterkwaliteit ijmeer (meetpunt RWS Pampus oost)

